

ANNALES DES MINES

# RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

recherches débats actions

RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT N° 72

La résilience :  
plus  
qu'une mode ?



OCTOBRE 2013

OCTOBRE 2013  
NUMÉRO 72  
PRIX : 30 €  
ISSN 1268-4783

ISBN 978-2-7472-2116-0



9 782747 221160

SÉRIE TRIMESTRIELLE DES  
**ANNALES  
DES  
MINES**  
FONDÉES EN 1794

*Publiées avec le soutien  
du ministère de l'Économie  
et des Finances*



# ANNALES DES MINES

FONDÉES EN 1794

## RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

Publiées avec le soutien du ministère de l'Economie et des Finances.  
Le contenu des articles n'engage que la seule responsabilité de leurs auteurs.

ISSN : 1268-4783

Série trimestrielle • n° 72 - Octobre 2013

### Rédaction

Conseil général de l'Economie, de l'Industrie,  
de l'Energie et des Technologies, Ministère de  
l'Economie et des Finances (MEF)  
120, rue de Bercy - Télédod 797 - 75572 Paris Cedex 12  
Tél : 01 53 18 52 68  
<http://www.annales.org>

#### Pierre Couveinhes

Rédacteur en chef des *Annales des Mines*

#### Gérard Comby

Secrétaire général de la série « Responsabilité &  
Environnement »

#### Martine Huet

Assistante de la rédaction

#### Marcel Charbonnier

Correcteur

### Membres du Comité d'orientation

Le Comité d'Orientation est composé des membres  
du Comité de Rédaction et des personnes dont les  
noms suivent :

#### Jacques Brégeon

Collège des hautes études de l'environnement  
et du développement durable, ECP, INA P-G,  
SCP-EAP

#### Christian Brodhag

Ecole nationale supérieure des Mines de Saint-  
Etienne

#### Xavier Cuny

Professeur honoraire Cnam, Conseil supérieur  
de la prévention des risques professionnels

#### William Dab

Cnam, Professeur

#### Thierry Chambolle

Président de la Commission « Environnement »  
de l'Académie des technologies

#### Hervé Guyomard

CNRA Rennes

#### Vincent Lafèche

Ineris, Directeur général

#### Yves Le Bars

Cemagref

#### Patrick Legrand

Inra, Vice-Président de la Commission nationale du  
débat public

#### Benoît Lesaffre

CIRAD

#### Geneviève Massard-Guilbaud

Ecole des Hautes études en sciences sociales,  
Directrice d'Etudes

#### Marc Mortureux

Directeur général de l'ANSES

#### Alain Rousse

Président de l'AFITE

#### Virginie Schwartz

Directive executive Programmes ADEME

#### Claire Tutenuit

Déléguée générale d'Entreprises pour  
l'Environnement (EPE)

### Membres du Comité de Rédaction

#### Philippe Saint Raymond

Président du Comité de rédaction,  
Ingénieur général des Mines honoraire

#### Pierre Amouyel

Ingénieur général des Mines honoraire

#### Paul-Henri Bourrelrier

Ingénieur général des Mines honoraire, Association  
française pour la prévention des catastrophes  
naturelles

#### Fabrice Dambrine

Haut fonctionnaire au développement durable, MEF

#### Pascal Dupuis

Chef du service du climat et de l'efficacité  
énergétique, Direction générale de l'énergie et du  
climat, MEDDE

#### Jérôme Goellner

Chef du service des risques technologiques,  
Direction générale de la prévention des risques,  
MEDDE

#### Rémi Guillet

Ingénieur général des Mines, CGEJET, MEF

#### Jean-Luc Laurent

Directeur général du Laboratoire national de  
métrologie et d'essais (LNE)

#### Richard Lavergne

Chargé de mission stratégique Energie-Climat au  
Commissariat général au Développement durable,  
MEDDE

#### Bruno Sauvalle

Ingénieur en chef des Mines, CGEJET, MEF

#### Gilbert Troly

Administrateur de la Chambre syndicale des  
Industries minières

#### Table des annonceurs

Annales des Mines : 3<sup>e</sup> - 4<sup>e</sup> de couverture, pages 72 et 170  
CONEXPO CON/AGG 2014 : 2<sup>e</sup> de couverture

#### Photo de couverture

L'ouragan Dean atteint les côtes de la Dominique  
17 août 2007.

© Mike Theiss/SCIENCE PHOTO LIBRARY-BIOSPHOTO

#### Abonnements et ventes <http://www.eska.fr>

Editions ESKA

12, rue du Quatre-Septembre - 75002 Paris

Serge Kebabtchieff : Directeur de la publication

Tél. : 01 42 86 55 65 - Fax : 01 42 60 45 35

Tarifs : voir bulletin (page 4)

#### Conception

Hervé Lauriot-Prévost

#### Iconographie

Christine de Coninck

#### Publicité

J.-C. Michalon - ECC

2, rue Pierre de Ronsard - 78200 Mantes-la-Jolie

Tél. : 01 30 33 93 57 - Fax : 01 30 33 93 58

Vente au numéro par correspondance et disponible dans les  
librairies suivantes : Guillaume - ROUEN ; Petit - LIMOGES ;

Marque-page - LE CREUSOT ; Privat, Rive-gauche -

PERPIGNAN ; Transparence Ginestet - ALBI ; Forum - RENNES ;

Mollat, Italiq - BORDEAUX.

# RESPONSABILITÉ

## SOMMAIRE

### LA RÉSILIENCE : PLUS QU'UNE MODE ?

**5** Éditorial  
*Pierre COUVEINHES*

#### 1. Pourquoi le concept de résilience prend-il aujourd'hui une telle importance ?

**7**  
La résilience : de quoi, à quoi et pour quoi ?  
*Michel JUFFÉ*

**12**  
La résilience : un objectif et un outil de politique publique  
Son apparition en France, et quelques perspectives  
*Dominique DRON*

**17**  
Résiliances : ambiguïtés et espoirs  
*Serge TISSERON*

**22**  
Le soutenable et l'insoutenable en matière de résilience et de géostratégie  
*Jean-Michel VALANTIN*



© Jean-Philippe Delobelle/BIOSPHOTO

#### 2. Construire la résilience : pratiques sectorielles

**27**  
L'après-Fukushima : la résilience des centrales nucléaires doit être renforcée  
*Jean-Christophe NIEL*

**32**  
La résilience territoriale : un premier diagnostic  
*Jean-Michel TANGUY et Anne CHARREYRON-PERCHET*

**37**  
Vulnérabilité et résilience des réseaux face aux risques naturels  
*Laurent WINTER*



© World's Graphic Press/ BHVP-ROGER-VIOLLET

# & ENVIRONNEMENT

Octobre 2013 ◆ Numéro 72

42

La résilience des sociétés vue au travers du prisme des assurances : une comparaison internationale

*Roland NUSSBAUM*

### 3. La résilience : aspects systémiques

48

Résilience et adaptation climatique : une question globale ou une problématique sectorielle ?

*Nicolas BÉRIOT*

54

Résilience et adaptabilité des écosystèmes

*Robert BARBAULT*

59

Résilience et identité : que nous apprend l'approche ethnologique sur la résilience économique des sociétés actuelles ?

*Hervé JUVIN*

65

Améliorer les conditions de la résilience urbaine dans un monde pluriel :

des défis et une stratégie sous contrainte

*Richard LAGANIER*



© Bas Beentjes/HH-REA



© Claude Jardel/BIOSPOTO

### Hors Dossier

73

Bilan énergétique de la France pour 2012  
*Sous-direction des Statistiques de l'Énergie relevant du Service de l'Observatoire des Statistiques (SOeS) au sein du Conseil général du Développement durable du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie*

168

Biographies des auteurs

171

Résumés étrangers

\*\*\*\*\*

*Le dossier est coordonné par  
Dominique DRON et Michel JUFFÉ*

## BULLETIN D'ABONNEMENT

A retourner accompagné de votre règlement  
aux Editions ESKA <http://www.eska.fr>  
12, rue du Quatre-Septembre - 75002 Paris  
Tél. : 01 42 86 55 73 - Fax : 01 42 60 45 35

Je m'abonne pour 2014, aux Annales des Mines

### Responsabilité & Environnement

4 numéros	France	Etranger
au tarif de :		
Particuliers	<input type="checkbox"/> 92 €	<input type="checkbox"/> 112 €
Institutions	<input type="checkbox"/> 121 €	<input type="checkbox"/> 145 €

### Responsabilité & Environnement + Réalités industrielles

8 numéros	France	Etranger
au tarif de :		
Particuliers	<input type="checkbox"/> 176 €	<input type="checkbox"/> 212 €
Institutions	<input type="checkbox"/> 221 €	<input type="checkbox"/> 286 €

### Responsabilité & Environnement + Réalités industrielles + Gérer & Comprendre

12 numéros	France	Etranger
au tarif de :		
Particuliers	<input type="checkbox"/> 226 €	<input type="checkbox"/> 284 €
Institutions	<input type="checkbox"/> 334 €	<input type="checkbox"/> 399 €

Nom .....

Fonction .....

Organisme.....

Adresse .....

.....

Je joins :  un chèque bancaire  
à l'ordre des Editions ESKA  
 un virement postal aux Editions ESKA,  
CCP PARIS 1667-494-Z  
 je souhaite recevoir une facture

## DEMANDE DE SPÉCIMEN

A retourner à la rédaction des Annales des Mines  
120, rue de Bercy - Télédod 797 - 75572 Paris Cedex 12  
Tél. : 01 53 18 52 68 - Fax : 01 53 18 52 72

Je désire recevoir, dans la limite des stocks  
disponibles, un numéro spécimen :

de la série **Responsabilité & Environnement**  
 de la série **Réalités industrielles**  
 de la série **Gérer & Comprendre**

Nom .....

Fonction .....

Organisme.....

Adresse .....

.....

Publié par  
**ANNALES  
DES  
MINES**  
Fondées en 1794

**F**ondées en 1794, les Annales des Mines comptent parmi les plus anciennes publications économiques. Consacrées hier à l'industrie lourde, elles s'intéressent aujourd'hui à l'ensemble de l'activité industrielle en France et dans le monde, sous ses aspects économiques, scientifiques, techniques et socio-culturels.

**D**es articles rédigés par les meilleurs spécialistes français et étrangers, d'une lecture aisée, nourris d'expériences concrètes : les numéros des Annales des Mines sont des documents qui font référence en matière d'industrie.

**L**es Annales des Mines éditent trois séries complémentaires :

**Responsabilité & Environnement,  
Réalités Industrielles,  
Gérer & Comprendre.**

### RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

**Q**uatre fois par an, cette série des *Annales des Mines* propose de contribuer aux débats sur les choix techniques qui engagent nos sociétés en matière d'environnement et de risques industriels. Son ambition : ouvrir ses colonnes à toutes les opinions qui s'inscrivent dans une démarche de confrontation rigoureuse des idées. Son public : industries, associations, universitaires ou élus, et tous ceux qui s'intéressent aux grands enjeux de notre société.

### RÉALITÉS INDUSTRIELLES

**Q**uatre fois par an, cette série des *Annales des Mines* fait le point sur un sujet technique, un secteur économique ou un problème d'actualité. Chaque numéro, en une vingtaine d'articles, propose une sélection d'informations concrètes, des analyses approfondies, des connaissances à jour pour mieux apprécier les réalités du monde industriel.

### GÉRER & COMPRENDRE

**Q**uatre fois par an, cette série des *Annales des Mines* pose un regard lucide, parfois critique, sur la gestion « au concret » des entreprises et des affaires publiques. *Gérer & Comprendre* va au-delà des idées reçues et présente au lecteur, non pas des recettes, mais des faits, des expériences et des idées pour comprendre et mieux gérer.

L'INDUSTRIE  
AU  
CONCRET

# Éditorial

Par Pierre COUVEINHES

La résilience est à la mode. Ce mot est employé aujourd'hui dans des contextes des plus divers, parfois à tort et à travers. Ce numéro de *Responsabilité & Environnement* intitulé (d'une manière un peu provocante) « La résilience : plus qu'une mode ? » a pour ambition d'analyser ce que recouvre précisément ce terme, ainsi que les raisons pouvant expliquer l'engouement qu'il suscite.

Le fait que la plupart des auteurs de ce numéro aient commencé leur article en donnant chacun leur propre définition de la résilience est significatif. Ce mot a d'abord été utilisé en mécanique des matériaux pour désigner la manière dont ceux-ci se comportent après avoir subi un choc. Michel Juffé, l'un des deux coordonnateurs de ce numéro, décrit la « prolifération » qu'a ensuite connue le terme de résilience, dont l'emploi s'est successivement étendu aux personnes, aux organisations, aux villes, etc., et à leurs réactions à toutes sortes de chocs (physiques, biologiques, économiques, psychologiques...). Il souligne que, de ce fait, on ne peut parler de résilience dans l'absolu : il faut se poser systématiquement ces deux questions : Résilience de quoi ? Résilience à quoi (résilience à quel type de choc) ? Michel Juffé ajoute une troisième question : Résilience, pourquoi ? (quelle est la raison de notre intérêt pour ce sujet ?).

Dominique Dron, co-coordonnatrice du numéro, précise le sens du mot en le rapprochant d'autres concepts. Ainsi, la résilience s'apparente davantage à l'adaptabilité qu'à l'adaptation, certaines organisations particulièrement bien adaptées à un contexte donné pouvant s'avérer très fragiles en cas de changement dudit contexte. Elle a donc un caractère dynamique. Elle a aussi un aspect systémique et repose davantage sur la coopération que sur la compétition. Enfin, elle privilégie le long terme par rapport à la performance immédiate. De ce fait, sa valeur est mal traduite par les modèles économiques, d'autant que les marchés financiers apprécient la volatilité, susceptible de générer des profits importants, en négligeant bien souvent les risques systémiques.

Jean-Marie Valantin complète cette analyse en apportant un éclairage historique très instructif : l'apparition de la notion de résilience semble étroitement liée au contexte de l'immédiat après-guerre, durant lequel la menace d'une guerre nucléaire faisait redouter la disparition pure et simple de l'espèce humaine. Progressivement, l'objet de cette inquiétude s'est reporté sur le risque d'un épuisement des ressources naturelles de la planète, à la suite des travaux du Club de Rome (dont est issu le concept de développement durable). Et voici qu'aujourd'hui la crainte de cataclysmes liés au changement climatique s'ajoute à celle que suscite la finitude des ressources.

L'analyse étymologique que présente ici Serge Tisseron met en évidence un trait caractéristique de la résilience précédemment souligné par Dominique Dron : son caractère dynamique. Le mot résilience est un dérivé du verbe latin *salire* (qui signifie sauter), alors que le mot résistance dérive quant à lui du verbe *stare* (qui signifie se tenir debout). Ainsi, la résilience consiste donc non seulement à « résister » à un choc, mais aussi à être capable de rebondir, de repartir de l'avant après ce choc. Autre aspect dynamique de la résilience : tant au niveau individuel que collectif, elle n'est pas quelque chose d'inné, mais doit se construire et s'entretenir par un travail constant.

La deuxième partie de ce numéro donne quelques exemples concrets de la construction de la résilience dans différents secteurs. Le cas des centrales nucléaires, qu'expose ici Jean-Christophe Niel, présente certes un caractère exemplaire, mais il est remarquable que des approches analogues soient utilisées pour le renforcement de la résilience des territoires (voir l'article de Jean-Michel Tanguy et Anne Charreyron-Perchet) ou des réseaux, face aux risques naturels (voir l'article de Laurent Winter). Il s'agit tout d'abord de se prémunir contre les aléas possibles en se fondant sur les hypothèses les plus pessimistes. Ensuite, il convient de se préparer à réagir en cas de survenue d'incidents, y compris des moins vraisemblables. Cela exige une concertation préalable avec toutes les parties prenantes. Mais comment inciter ces parties prenantes à engager un lourd travail de préparation qui peut ne pas sembler très urgent tant que la catastrophe ne s'est pas produite ? Roland Nussbaum présente l'apport à cet égard de systèmes d'assurance judicieusement conçus.

Mais les questions de résilience ne peuvent toujours être résolues à un niveau sectoriel, les questions systémiques, présentées dans la troisième partie de ce numéro, jouant souvent un rôle essentiel. Le changement climatique en est un exemple particulièrement illustratif, que Nicolas Bériot développe dans son article : il apparaît de plus en plus clairement que la lutte contre ce changement ne pourra permettre d'en pallier totalement les effets ; nous devons par conséquent nous y adapter (1). Voilà mise au premier plan la capacité d'adaptation – la résilience, donc.

Robert Barbault souligne pour sa part que Charles Darwin avait fondé sa théorie de la sélection naturelle sur l'adaptabilité des espèces aux systèmes que celles-ci constituent avec leur environnement. Le contexte actuel, en particulier avec nos inquiétudes relatives à la baisse de la biodiversité, amène les chercheurs à examiner avec attention la dynamique des écosystèmes et les risques générés par leur basculement brutal d'un état d'équilibre à un autre.

L'apport de l'ethnologie à l'étude de la résilience économique des sociétés est développé par Hervé Juvin, qui montre que des sociétés ont pu se perpétuer dans des environnements hostiles, avec une consommation modique de ressources naturelles.

Enfin, Richard Laganier développe l'exemple d'un programme de résilience lancé à l'échelle mondiale par les Nations Unies en 2005, dans le cadre d'action de Hyogo, qui vise à développer des villes résilientes.

Ce panorama démontre, s'il en était besoin, l'omniprésence du concept de résilience dans les préoccupations de l'époque actuelle. Certes, on peut y voir, comme Michel Juffé, « le symptôme de notre doute de parvenir à un monde meilleur », notre priorité étant de préserver les équilibres existants, ce qui est déjà difficile en soi. Mais formons le vœu qu'après ces chocs générateurs d'anxiété nous saurons – conformément à l'étymologie du mot résilience – faire un saut qualitatif qui nous ouvrira un futur plein de promesses.

### Note

(1) Sur ce sujet, voir le numéro 56 de la série *Responsabilité & Environnement* d'octobre 2009 consacré au thème de « l'adaptation au changement climatique », en accès libre à l'adresse : <http://www.anales.org/re/2009/re-56-10-09.html>

## La résilience : de quoi, à quoi et pour quoi ?

Par Michel JUFFÉ \*

Le terme « résilient » est trop souvent employé comme un qualificatif s'appliquant à tout. Ainsi, pour bien se porter, il suffirait à une personne, une institution, un territoire, une entreprise... d'être résilient(e).

Or, une entité, quelle qu'elle soit, ne peut être résiliente, c'est-à-dire résister à des chocs, qu'en fonction de ce qu'elle estime nécessaire ou digne d'être préservé de possibles détériorations ou destructions.

Encore faut-il, après avoir procédé à cette estimation, identifier précisément les sources de danger et mobiliser les moyens d'y faire face, sinon il ne reste que des effets d'annonce ou de l'autosatisfaction à bon marché.

D'où, dans chaque cas particulier, l'utilité de se poser les trois questions suivantes : résilience... de quoi ? pour quoi ? à quoi ?

Dès que l'on écrit sur la résilience, il est courant de rappeler que, dans son acception première, ce terme provient de la *mécanique* et qu'il définit « la capacité d'un matériau à revenir à sa forme initiale après avoir subi un choc ».

Or, ce n'est pas du tout cela. Un essai de résilience consiste à lancer avec une certaine énergie un bras métallique appelé mouton-pendule sur un cylindre de métal plein, appelé éprouvette, dans lequel a été ménagée une encoche en V ou en U. Cet « essai de flexion par choc sur éprouvette entaillée Charpy » a pour but de mesurer la

résistance d'un matériau à la rupture brutale. Il est fréquemment appelé *essai de résilience Charpy* (1).

On le voit, il est ici question de *résistance*. Cet essai fait partie d'une série d'essais de rupture ou de déformation (reposant sur un processus d'usure progressive) par traction, par compression, par cisaillement, par flexion, par torsion et par fatigue.

Le terme « résilience » apparaît donc en premier lieu dans la littérature scientifique pour signifier la résistance à une *rupture* due à un choc. La résilience est ainsi le degré de résistance d'un matériau à ce choc.

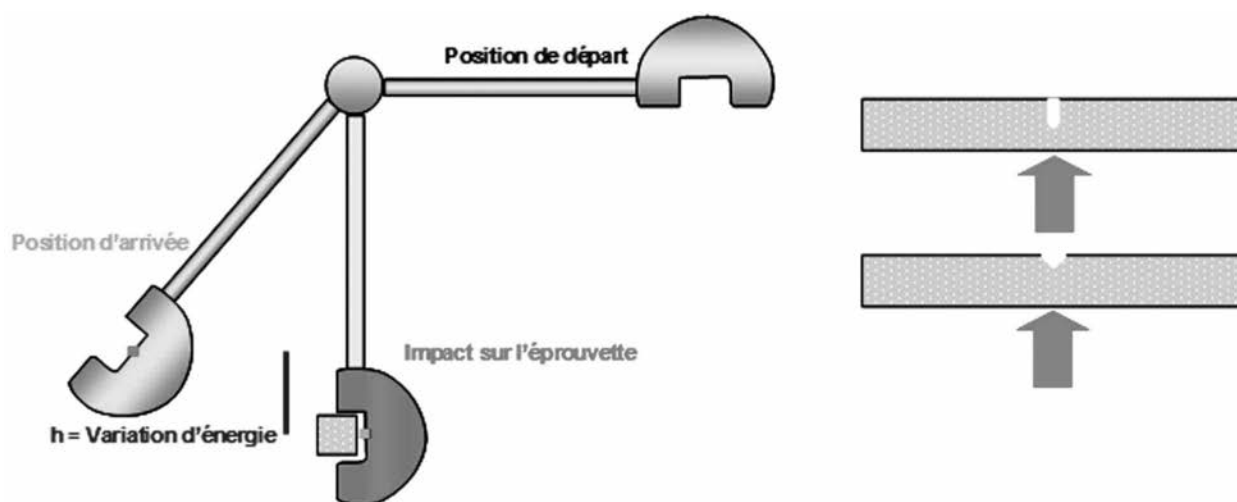


Schéma descriptif d'un essai Charpy.



Notons que le premier usage de ce terme en psychologie, dans les années 1940, véhiculait la même signification : la résilience désignait la capacité de « tenir le coup » après des traumatismes individuels ou collectifs (2).

### La prolifération du concept de résilience

On peut comprendre l'extension de cette notion à tous les cas de résistance à des chocs : physiques, chimiques, biologiques, économiques, psychologiques, politiques, etc.

Ainsi, par exemple, en informatique, la résilience correspond à la robustesse d'un système face à une panne de certains de ses composants, ce qui est d'une importance cruciale notamment en matière d'armes téléguidées et d'aéronautique.

Mais cette notion se dilue d'autant plus que le corps qui subit le choc est plus ou moins diffus et/ou composé. Elle devient douteuse lorsqu'elle passe pour la capacité d'un organisme à se réparer après un choc, et totalement nébuleuse lorsqu'elle devient la « capacité d'un organisme, d'un groupe ou d'une structure à s'adapter à un environnement changeant ».

Dans ces deux cas, il s'agit précisément de *réparation* (restauration, reconstruction, rénovation, etc.) et d'*adaptation*, voire d'*adaptabilité* (un terme bien connu et judicieusement utilisé en biologie), mais sûrement pas de résilience !

Il est vrai que ce terme signifia, bien avant cet usage récent, le fait de « sauter en arrière », « de se rétracter » (notamment de *résilier* un contrat pour s'en dégager).

Il était donc déjà question de protection, par l'évitement d'une chose désagréable ou dangereuse.

Si je m'en tiens au sens de « résister à un choc », je me situe dans le cadre de la sécurité et de la sûreté, notamment face à des catastrophes. Or, même dans ce cadre, la prolifération incontrôlée du terme « résilience » va qualifier tout et n'importe quoi.

En médecine, une guérison spontanée devient la résilience de l'organisme. En management, les *resilient businesses* et les *resilient communities* sont des entreprises et des communautés qui ont une capacité intrinsèque à recouvrer un état d'équilibre qui leur permet de fonctionner après un désastre ou en présence d'un stress continu. Dans la même veine, on parlera de sociétés, d'ethnies, de langues ou de systèmes de croyances résilients. On apprend même que la résilience serait désormais la seule arme dont disposerait l'actuel président de la République française... (3).

L'emploi trop extensif du terme fait de la résilience un but à atteindre, une solution-miracle à tous les problèmes rencontrés par une quelconque société.

Jetons donc un regard nouveau sur ce concept et ses usages.

Par exemple, la *résilience d'une ville* – en tant que résistance à des chocs – est sans doute mesurable, mais encore faut-il savoir à quels types de chocs cette ville est exposée.

S'agit-il de la résistance de ses bâtiments à des catastrophes de tous ordres ? Dans ce cas, on ne pourra pas parler de résilience en général, car une ville donnée, même considérée seulement comme un ensemble d'équipements matériels, n'aura pas la même résilience à un séisme, à une tornade, à un raz-de-marée, à une explosion chimique, à une explosion nucléaire, etc.

De plus, en fonction de la topographie, de la nature du sous-sol, de la répartition des espaces bâtis et non bâtis, de la densité de peuplement par sous-ensembles urbains (îlots, quartiers, zones, etc.), la résilience d'une ville à un seul type de choc peut varier fortement. Et si l'on différencie divers types de résilience (celle des institutions qui donnent un corps politique à la ville, celle des collectifs de divers types qui lui donnent une vie sociale, celle de son patrimoine qui lui offre une continuité, celle des réseaux qui la relie à d'autres territoires, celle de ses écosystèmes, etc.), on va constater que certaines villes sont très résilientes sous certains aspects et très peu sous d'autres.

Veut-on alors parler de résilience globale et va-t-on dire qu'une « ville résiliente » est celle qui résiste bien, dans tous ses aspects, à toutes sortes de chocs ?

Peut-on alors construire un instrument permettant de mesurer cette résilience globale ? Le plus souvent, de manière subreptice ou manifeste, on s'en tient à la seule résilience physique, ou bien on reste évasif sur le type de résilience que l'on constate ou que l'on recherche.

Bref, plus on devient précis et minutieux, plus la notion de « ville résiliente », appréhendée dans un sens englobant, perd toute consistance.

On se perd alors dans des généralités qui couvrent tous les efforts de préservation et de mise en valeur des diverses ressources d'une ville : « les villes résilientes définissent un concept de "résilience urbaine" et un programme d'action détaillé dont la portée s'étend aux domaines de la gouvernance urbaine, des infrastructures, des finances, de l'aménagement, du développement social et économique et de la gestion des ressources/environnementale » (4). Bref, la résilience et le développement durable seraient une seule et même chose. Heureusement, certains auteurs remettent les idées à leur place : le développement est une finalité, la résilience en est un moyen parmi d'autres (5).

Si, changeant de registre, nous parlons maintenant de *résilience psychologique*, des questions similaires surgissent. On va parler de la capacité de résister à des traumatismes affectifs (cette expression désignant les « chocs », en psychologie), voire de « rebondir » après avoir subi les traumatismes considérés (abus sexuels, pertes de proches, atmosphère de violence, etc.), en admettant, par exemple, que la capacité qu'a une personne de tisser des liens va augmenter sa résilience à des « déchirements » de sa personnalité. On attribue alors à un individu donné des capacités de résilience comparables à celles d'un matériau, comme si une personne (ou plus précisément son psychisme, son âme) pouvait être identifiée à un corps. C'est méconnaître gravement le fait que des personnes d'une très grande fragilité peuvent dissimuler leur peine et se

bâtir une carapace qui fait d'eux des gens très adaptés et très « rebondissants » (résilients) socialement, alors qu'ils vivent dans un état de quasi-mort psychique.

C'est négliger le fait que, lorsqu'il y a blessure psychique, les effets produits dépendent à la fois du type de traumatisme, de la manière dont celui-ci a pu être exprimé (Freud et ses successeurs ont montré à quel point un refoulement des sentiments peut agir, ou encore un clivage de la personne se produire) et de la prise en compte par l'entourage du traumatisme subi par leur proche.

C'est oublier que – contrairement au cas du métal – les « ruptures » entraînées par le choc initial peuvent dépendre de la répétition de chocs, voire d'une situation continue de souffrance qui ne permet guère d'identifier un ou des moments précis de « choc ».

Même en admettant l'idée que la « résilience » psychique doive être identifiée et facilitée (quels en sont les facteurs ? Comment les amplifier ?), il n'en demeure pas moins que ce à quoi va servir cette résilience est plus important que sa seule *existence*.

Jusqu'à quel point faut-il être résilient (c'est-à-dire résistant) à la souffrance des autres pour administrer correctement des soins à de grands blessés, et à partir de quand cette résilience se transforme-t-elle en insensibilité ? La « résilience » psychique ne peut pas être mesurée avec une éprouvette Charpy. Cette mesure dépend d'un jugement social, qui va accorder une plus ou moins grande valeur à telle ou telle « qualité psychique ». Si la douceur des mœurs est une qualité majeure, la résilience d'une personne va dès lors résider dans sa capacité à garder son sang-froid et à rester aimable même en cas de conflit ou de dommage qu'elle subirait du fait de tiers. Si la créativité est la vertu majeure, la capacité d'entreprendre même après avoir connu des échecs techniques ou après des revers financiers devient le facteur éminent de résilience. La résilience d'une personne est ainsi fonction de ce que d'autres personnes (ou groupes de personnes) attendent d'elle.

Passons maintenant à un autre registre, plus global, celui de la *résilience d'un territoire*, qui comprend à la fois des populations (des groupes de personnes), des espaces aménagés par ces populations (ou par d'autres, à leur intention), des activités de toutes sortes (économiques, culturelles, religieuses, sportives, etc.) et des institutions qui (en principe) maintiennent la bonne cohabitation et la coopération des populations habitant ces espaces.

On se doute que la complexité des relations en jeu s'accroît vertigineusement. Par exemple, la pyramide des âges, le degré d'instruction, la qualité d'accès aux services essentiels, la diversité et la productivité des activités économiques, la densité et la qualité des réseaux, le fait de disposer d'équipements collectifs, les relations de tout type avec d'autres territoires, etc., contribuent au degré de résilience d'un territoire donné à toutes sortes de chocs.

Comment mesurer la contribution de chacun de ces facteurs (et de bien d'autres encore : l'INSEE en recense ainsi une vingtaine) aux « dynamiques territoriales » ? (6).

Et comment, d'une part, décrire ce dont on veut mesurer la résilience, et, d'autre part, lister toutes les sortes de chocs possibles en regard de la résilience supposée ? On peut, bien sûr, établir des corrélations et s'en tenir à quelques facteurs jugés déterminants (revenus, santé, éducation, délinquance, etc.), mais que va-t-on considérer comme étant indispensable ou très favorable à la résilience du territoire ?

Si je vis dans un territoire où la pratique religieuse est considérée comme un important facteur de socialisation, voire comme le facteur principal (si ce n'est l'unique facteur) de « salut du peuple », l'état de santé, le niveau d'éducation et la prospérité économique ne seront pris en considération qu'autant qu'ils contribuent à ce salut.

Si je vis dans un lieu où la capacité d'exercer une domination économique sur d'autres lieux – proches ou lointains – est de première importance, c'est plutôt la qualité des produits et des services ainsi que l'entregent des commerçants qui vont primer, et je ne me soucierai dès lors guère des mœurs et des pratiques religieuses.

Aucune collectivité, sauf dans des spéculations purement philosophiques, ne recherche une résilience qui porterait sur tous les aspects de la vie en société. Et même si je prends un seul de ces aspects, par exemple la puissance économique, les buts *principaux* peuvent différer fortement : vivre uniquement de ses propres ressources (autarcie) ; concentrer la richesse dans quelques mains pour la faire prospérer ; élever également le niveau de vie de tout le monde. Dans ces divers cas, les chocs qui peuvent endommager le territoire en question ne sont pas du même ordre : toute dépendance à des biens extérieurs est néfaste à une communauté autarcique, donc une invasion massive de biens importés sera destructrice pour elle ; la dispersion des richesses est fatale à une ploutocratie, donc une forte progressivité des impôts va lui nuire ; accepter qu'une proportion non négligeable de la population vive en dessous du seuil de pauvreté est nuisible à l'égalité économique, donc la suppression de la sécurité sociale comme celle du salaire minimum seraient dommageables.

Ainsi, quel que soit le domaine considéré (et plus encore si nous prenons en compte l'ensemble des domaines que couvre la résilience territoriale), nous devons nous poser des questions simples, mais nécessaires : *résilience de quoi/de qui ?*, *à quoi ?* et *pour quoi ?* À partir desquelles des réponses précises peuvent être apportées à la question : la résilience, *comment ?*

Pour mieux saisir la portée pratique, et donc politique, de ces questions, je vais prendre un exemple récent, qui a donné lieu à une intense mobilisation de la communauté internationale, celui de l'épisode de sécheresse qui a frappé la Corne de l'Afrique en 2011.

Résilience de *qui ?* Résilience des populations de Somalie, les plus exposées, soit 10 millions d'habitants, dont 70 % d'agriculteurs, en majorité nomades.

Résilience à *quoi ?* Résilience aux sécheresses fréquentes, comme celle qui a provoqué 30 000 morts en 2011, entraîné l'exode du quart de la population (750 000



La ville « résiliente » à une attaque atomique, 1948.

dans les pays voisins, 1,4 million déplacés dans leur propre pays), intensifié l'exposition à diverses maladies (rougeole, malaria, choléra) et obligé à apporter une aide alimentaire à des millions de personnes.

Résilience *pour quoi ?* Résilience pour que ces populations restent en vie et en bonne santé. Sans doute, mais alors il est difficile d'en rester à la lutte contre la sécheresse, car la misère de la population de Somalie – avec ses 260 000 morts de faim entre octobre 2010 et avril 2012 – a bien d'autres causes : la guerre civile qui dure depuis 1991, avec une succession de républiques autoproclamées ; une corruption élevée, s'accompagnant de trafics d'aliments, d'armes et de drogues ; l'hostilité à toute présence étrangère ; des affidés locaux d'Al-Qaida (les Chabâb) ; une dette extérieure de 2,2 milliards de dollars, pour un revenu annuel de 84 millions de dollars, etc.

Faut-il aborder tous ces « à quoi ? » lorsque l'on parle de résilience de la population somalienne, ou bien faut-il se contenter d'en rester à sa résilience « à la sécheresse » ?

Dans le premier cas, la résilience devient un problème politique majeur, qui implique la mise en place de systèmes de sécurité en tous domaines (institutionnel, militaire, économique, civil, diplomatique, etc.), de sorte que la population locale puisse mieux résister à des catastrophes naturelles.

Dans le deuxième cas, on va tenter, comme cela est proposé par certains experts (7), d'améliorer les pratiques culturelles, les systèmes d'irrigation, les modes de conservation des aliments, l'alerte précoce (sécheresse et inondations), les systèmes d'assurance pour les agriculteurs, la mobilisation des communautés locales, en particulier des femmes, cela sans parler des aides et secours immédiats (compléments nutritionnels pour les enfants). D'un côté, le « à quoi ? » entraîne la réalisation d'un « développement humain durable » qui ne peut que s'étendre à toute la planète, même si c'est par étapes, et, de l'autre, le « à quoi ? » conduit à des solutions limitées mais réalistes, et néanmoins bien fragiles.

Si je tente de généraliser à partir de cet exemple et des exemples abordés plus haut, je me rends compte que l'inflation démesurée de l'emploi du terme « résilience » provient d'une peur plus ou moins explicite, celle que face à des catastrophes *inévitables*, il ne nous resterait plus qu'à nous *endurcir* par tous les moyens possibles.

Le succès du terme de « résilience » dans le discours et dans les médias est sans doute un symptôme important de notre doute (voire de notre désespoir) de parvenir à un monde meilleur. Comme dans les années 1950, lorsque la guerre atomique paraissant inéluctable, on s'est mis à construire des abris antiatomiques en espérant qu'il y aurait assez de survivants pour repeupler la Terre (8). Ou encore comme face à toute menace forte (épidémie mondiale, terrorisme planétaire, etc.), qui engendre toute une panoplie de systèmes de protection coûteux, complexes et d'une efficacité discutable.

Or, ce fatalisme est lui-même une réaction à l'optimisme inhérent à la rationalité issue de l'époque des Lumières, qui croyait qu'avec les progrès continus de la science, les phénomènes naturels et sociaux finiraient par être maîtrisés et rendus inoffensifs ; c'était le triomphe de la prévision et de la prévention.

Mais il est plus prudent d'éviter ces deux excès, et c'est pourquoi le fait de se poser dans chaque cas précis (et non de manière générale) les questions : résilience *de quoi ? À quoi ? Pour quoi ?* », n'a rien d'un exercice académique. C'est une manière d'aborder les choses et les situations réelles, et non d'en rester aux mots et aux déclarations d'intention.

## Notes

\* Philosophe, ancien conseiller du Vice-président du Conseil général de l'Environnement et du Développement durable (CGEDD) – Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, président du conseil scientifique de l'AFPCN (association française pour la prévention des catastrophes naturelles).

(1) Wikipédia. Voir également : <http://www.rocdacier.com/ressource.n.165/essai-de-resilience-resistance-au-choc-.html>

(2) Le psychanalyste anglais John Bowlby l'introduisit, l'éthologue Boris Cyrulnik l'a popularisé en France, et Serge Tisseron, psychanalyste, l'a développé (voir l'article de cet auteur dans ce numéro de *Responsabilité & Environnement*).

(3) <http://fressoz.blog.lemonde.fr/2013/04/28/francois-hollande-la-resilience-pour-seule-arme/>

(4) Congrès des villes résilientes, Bonn, mars 2012, organisé par l'ICLEI (Conseil international pour les initiatives écologiques locales). Lors de ce congrès, la ville résiliente a été ainsi décrite : « Une ville qui soutient le développement d'une résilience accrue de ses institutions, de ses infrastructures et de sa vie sociale et économique. Les villes résilientes réduisent la vulnérabilité aux phénomènes extrêmes et réagissent de manière créative aux changements économiques, sociaux et environnementaux afin d'accroître leur viabilité à long terme. Les activités des villes résilientes sont sensibles au caractère unique et distinctif de leurs conditions et origines locales. Les efforts déployés pour prévenir les crises ou les catastrophes dans un domaine doivent être conçus de manière à faire progresser la résilience de la communauté et le développement durable dans un certain nombre de domaines. »

(5) « La Résilience urbaine : un nouveau concept opérationnel vecteur de durabilité urbaine ? », TOUBIN (Marie), LHOMME (Serge), DIAB (Youssef), SERRE (Damien) & LAGANIER (Richard), *Développement durable & territoires*, vol. 3, n°1, mai 2012. Voir l'article de Richard LAGANIER dans ce numéro des *Annales des Mines*.

(6) <http://www.observatoire-des-territoires.gouv.fr/observatoire-des-territoires/fr/acc-s-par-indicateurs/dynamiques-territoriales>

(7) *Corne de l'Afrique, combattre la sécheresse*, Banque Mondiale. <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/ACCUEILEXTN/NEWS-FRENCH/0,,contentMDK:23288433~menuPK:51200699~pagePK:34370~piPK:34424~theSitePK:1074931,00.html>

(8) Une revue gouvernementale, *How to survive a nuclear attack ?*, a été publiée par le gouvernement américain en 1950, juste après le premier essai nucléaire russe. Le Président Kennedy s'adressait ainsi aux lecteurs de LIFE Magazine, le 15 septembre 1961 : « Les armes nucléaires et la possibilité d'une telle guerre sont des faits que l'on ne peut ignorer aujourd'hui. Vous pouvez déjà mettre en place beaucoup de choses pour vous protéger et, par là-même, rendre plus forte la nation américaine. Je vous encourage vivement à lire avec attention cette édition de LIFE magazine. La sécurité de notre pays et la paix dans le monde sont les objectifs de notre politique. Notre capacité et notre volonté de survie sont essentielles. »

# La résilience : un objectif et un outil de politique publique

## Son apparition en France, et quelques perspectives

Par Dominique DRON \*

Après une existence essentiellement scientifique (à partir des années 1960) et tournée vers les écosystèmes menacés par les activités humaines, le terme de « résilience » est apparu dans les textes et le discours public français au cours de la première décennie du siècle, alors que des événements climatiques, économiques et géopolitiques marquaient l'entrée dans une période aux conditions inédites. Ce nouveau contexte, perçu comme menaçant pour les sociétés elles-mêmes, conduit à une utilisation de plus en plus large de cette notion. Elle s'accompagne d'approches renouvelées en termes de compréhension et de gestion, qui opposent un ensemble « système-coopération-résilience-long terme » à un ensemble « secteur-compétition-performance-instant ». Il s'ensuit un besoin de nouveaux outils, y compris en matières financière et symbolique.

On ne peut manquer d'être frappé par le parallélisme entre, d'une part, la généralisation des termes de « résilience » ou de « robustesse » et, d'autre part, la perception de plus en plus générale du fait que les sociétés humaines entrent dans une phase particulièrement difficile au regard des dernières décennies, et même, d'un point de vue biologique et physique, au regard des conditions prévalant sur la planète depuis la sédentarisation de l'humanité.

### Le contexte de l'apparition des termes robustesse et résilience dans les textes français

Dans les documents des pouvoirs publics, en France (1), les notions de « robustesse » ou de « résilience » semblent commencer à diffuser au milieu des années 2000 dans les domaines de l'économie et de l'environnement, Elles sont contemporaines du film d'Al Gore, *Une vérité qui dérange*, et de la survenue du cyclone Katrina. C'est aussi le moment de la parution de l'ouvrage de Jared Diamond, *Effondrement* (2), de l'entrée en vigueur du protocole de Kyoto, ainsi que de la publication de l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire (*Ecosystem Millenium Assessment*), qui montre que 60 % des écosystèmes planétaires sont dégradés.

La France a vécu les inondations de décembre 2003 dans les Bouches-du-Rhône, après avoir subi les tempêtes

Lothar et Martin en 1999. La canicule qu'elle a connue en 2003, avec ses pannes de réseaux et ses presque 15 000 morts, a fait surgir en tout début de siècle des situations que les modèles annonçaient pour bien plus tard. Elle a découvert que les conditions favorables aux arbres familiaux et aux cépages de grands crus remontaient rapidement vers le Nord. À l'échelon du Préfet de Paris a été modélisé le retour de la crue de 1910, avec une hauteur des eaux augmentée de 70 centimètres à précipitations égales pour tenir compte de l'accroissement des surfaces imperméabilisées par l'homme (béton, bitume, constructions...).

En Grande-Bretagne, le *Chief Scientific Adviser*, Sir David King, a décrit à la demande du gouvernement britannique les dommages prévisibles liés à une évolution climatique tendancielle. De leur côté, les Pays-Bas entament de sérieux débats sur l'avenir de leurs polders et de leurs digues, tandis que l'Europe centrale connaît de redoutables inondations.

L'adaptation climatique n'est donc plus une préoccupation pour les seuls pays du Sud, ni pour la seule seconde moitié de ce siècle.

Nous sommes aussi confrontés à une envolée des cours du pétrole, le baril passant de 20 dollars en 2002 à une pointe à 145 dollars en 2008, une augmentation coïncidant, selon l'ASPO (3), au pic de production du pétrole

conventionnel. La Chine passe en six ans de 8 à 14 % de croissance annuelle (en 2007). La dette américaine a enregistré une accélération foudroyante en 2002 sous l'effet de l'augmentation des prix de l'énergie et va doubler en l'espace de huit ans. Le référendum sur la Constitution européenne démontre dans plusieurs pays, dont la France, un décalage marqué entre les opinions et les institutions.

Sans même parler des suites géopolitiques du 11 septembre 2001, le monde se transforme donc à grande vitesse, en ce début du nouveau siècle. Il n'est dès lors pas surprenant que l'on commence à parler de résilience et de robustesse bien au-delà de la seule sphère des laboratoires d'écologie (4). La perspective en devient économique, et l'objectif opératoire : les écosystèmes agricoles et forestiers sont-ils capables d'évoluer avec les températures et les disponibilités en eau ? Les infrastructures de tous types peuvent-elles être reconfigurées pour continuer à fonctionner dans des conditions climatiques dégradées ?

### **Résilience : de quoi parle-t-on ? Un peu d'académie**

Dans les années 2000, se développent des publications (5) étudiant systématiquement le concept et ses divers aspects pour l'appliquer à différents contextes. La vulnérabilité d'un système, qui décrit l'incapacité de celui-ci à préserver sa structure sous l'effet de perturbations internes ou externes, associe une composante externe – son exposition (fréquence et ampleur avec lesquelles le système est soumis à des perturbations extérieures) –, à deux composantes intrinsèques – sa sensibilité (ou le degré auquel il va répondre à une sollicitation même faible, ce paramètre est majeur par exemple dans les travaux sur la réponse de notre biosphère à la montée du taux atmosphérique de gaz carbonique) et sa capacité de réponse (qui décrit son aptitude à s'ajuster, par exemple, en réduisant l'impact des dommages subis). Ainsi, la capacité d'un système à réparer des dégâts qu'il subit (sa *recovering capacity*) fait partie de sa capacité de réponse.

Dans cette optique, la résilience d'un système est non pas l'antithèse de sa vulnérabilité, mais la description de son comportement après perturbation, c'est-à-dire la description de la façon dont il reste autour de son état d'équilibre initial, évolue vers un autre état, sous la forme d'un cycle stable, ou se place sur une trajectoire stable sans point d'équilibre (ces processus étant décrits par le concept d'attracteurs). L'opposé de la vulnérabilité d'un système serait dès lors sa capacité à maintenir sa structure même lorsque le système est amené à quitter son état d'équilibre (ou son « bassin d'attraction ») originel, c'est-à-dire à passer de simples ajustements à de véritables adaptations. On peut appeler cette propriété « robustesse », ce terme étant relativement approprié pour parler, par exemple, d'objectifs de politique territoriale (6).

La capacité d'adaptation, ou adaptabilité, désigne une capacité collective de gérer les transitions afin de s'adapter à une situation nouvelle. Elle diffère du degré d'adap-

tation d'un système ou d'un individu à une situation initiale ; elle en est même souvent l'antithèse d'un point de vue biologique : en effet, il est plus difficile d'évoluer pour un système ou pour un individu très spécialisé, dans des conditions précises. C'est ainsi, par exemple, que les oiseaux ubiquistes ou généralistes, comme les pies ou les merles, peuvent s'adapter à des changements de leur biotope, alors que des espèces spécialistes, inféodées voire indispensables à un milieu déterminé, comme nombre de passereaux ruraux, n'y survivent pas. Ces habitats multiples et les relations interspécifiques qu'ils hébergent et reflètent, expriment la diversité géographique du vivant, qui, sans eux, s'appauvrirait et se banaliserait.

La confusion entre adaptabilité et degré d'adaptation (au sens donné ci-dessus de spécialisation) s'observa notamment lorsqu'une certaine interprétation du Darwinisme transforma « la survie du plus adaptable » (*survival of the fittest*) en « la survie du plus adapté », éliminant l'idée d'évolution et de transformation, non sans conséquences en termes de représentation des sociétés : « *Un système insensible (7) peut être doté d'une faible vulnérabilité et d'une faible résilience, car c'est l'exposition aux perturbations qui construit la résilience des systèmes naturels... Une histoire riche en expositions peut contribuer de façon importante à construire une résilience* » (8). Ce rôle de l'histoire d'un système dans la construction de sa résilience est également souligné en psychologie.

Le caractère dynamique de la résilience des systèmes reste affirmé dans les publications récentes, ainsi que le rôle qu'y jouent, pour les sociétés humaines, non seulement les aspects techniques et organisationnels, mais aussi les représentations mentales.

Ainsi, Jared Diamond (9) montre comment une société très adaptée à un contexte donné (comme les Vikings, au Groenland, durant la période climatique clémente) n'a pas pu survivre au refroidissement faute d'avoir su modifier ses comportements et ses structures en s'inspirant des populations autochtones, culturellement méprisées jusque-là. Vincent Devictor (10) pose à nos sociétés industrialisées la question suivante : « *Le concept de résilience (...) désigne la capacité d'un écosystème à retrouver une position initiale, autrement dit à conserver ses caractéristiques après une perturbation. (...) Mieux, ce qui est maintenu, dans un écosystème, ce n'est pas un état, mais une capacité à subir des perturbations (...), celle de se maintenir dans le changement. (...) Dans quelle mesure sommes-nous prêts à vivre dans un monde qui conçoit les processus naturels en dehors de notre contrôle ?* ».

Les composantes culturelles de la résilience sont de fait déterminantes.

### **Les compagnes culturelles de la résilience**

En effet, plusieurs notions accompagnent le développement des réflexions sur la résilience des systèmes, qui influencent la conception des politiques et des actions.

*Le systémique opposé au sectoriel*

« La Terre est un tout marqué par l'interdépendance », précise l'article premier de la Déclaration de Rio de 1992. S'inscrivant dans le cadre du chapitre « Impacts » des travaux du GIEC, puis s'appuyant sur les progrès de la régionalisation des effets du changement climatique, des travaux de plus en plus nombreux ont produit des cartes de vulnérabilité régionale, laquelle est définie comme « le degré auquel un service écosystémique est sensible au changement global (impact potentiel) et le degré auquel le secteur ou la région considérés qui repose sur ce service n'est pas capable de s'adapter au changement » (11).

Ces définitions recourent respectivement les notions précédentes de « sensibilité » et de « capacité de réponse ». Elles ne font effectivement pas intervenir de capacité sociétale d'adaptation, mais seulement la plasticité des écosystèmes.

Or, les productions biologiques sont soumises à tous les aléas naturels ou anthropiques, ainsi qu'aux fluctuations inhérentes aux organismes vivants et aux écosystèmes. Leur évolution est ainsi liée à celle du territoire qui les porte, dans ses caractéristiques physiques, biologiques et humaines.

Dans les années 1960, en France, des pionniers (12) affirmaient que les phénomènes environnementaux devaient être compris et gérés en interaction avec les fonctionnements sociétaux. Ce concept de socio-écosys-

tème appliqué aux sociétés humaines fut redécouvert et utilisé plus largement une trentaine d'années plus tard. Les aspects biologiques et sociaux sont en effet souvent indissociables, comme le montre l'analyse des situations de terrain, qu'il s'agisse d'instaurer une trame verte et bleue, une aire d'expansion de crues ou des pratiques agricoles peu polluantes dans un bassin versant. D'une façon non anecdotique, cela pose la question de la capacité des disciplines cloisonnées, en termes d'enseignement, de qualification et d'évaluation, à traiter de ces sujets (comme, à titre d'exemple, lorsque des conclusions sur le rôle des arbres par rapport aux cultures sont tirées de la seule observation de plants cultivés en container). L'utilisation, là encore, de plus en plus fréquente du terme d'« écosystème » à propos d'ensembles très variés d'acteurs ou d'objets industriels, de *marketing*, économiques ou financiers révèle aussi, derrière l'intérêt commercial manifeste du terme, cette diffusion du sentiment d'interdépendance.

*La coopération opposée à la compétition*

Le fait de mieux examiner les interactions entre les espèces ou les facteurs permet en effet d'identifier de nombreuses relations coopératives, voire symbiotiques, souvent plus complexes que les relations de compétition davantage mises en exergue jusqu'ici. En effet, d'un point



© Jean-Philippe Delobelle/BIOSPHOTO

« Cela pose la question de la capacité des disciplines cloisonnées à traiter de ces sujets (comme, à titre d'exemple, lorsque des conclusions sur le rôle des arbres par rapport aux cultures sont tirées de la seule observation de plants cultivés en container) ». Culture vivrière utilisant l'ombre des arbres, Pays Dogon (Mali).

de vue biologique, la concurrence et le conflit sont en général plus coûteux en énergie et plus risqués que la coopération, pour un individu ou un groupe, comme ils le sont pour une société. La compétition comme mode privilégié des rapports entre individus généralise donc une dépense énergétique forte, au risque d'une simplification des types d'acteurs et d'une vulnérabilité induite supérieure à l'échelle du système. L'intérêt officiel récent que suscitent (enfin) l'agroforesterie et l'agro-écologie au regard de l'agriculture conventionnelle illustre cette opposition des conceptions et ses conséquences opérationnelles : d'une part, des productions multiples et parfois simultanées fournies par un système complexe agencé en recherchant d'abord les symbioses entre espèces cultivées/élevées, puis entre elles et les éléments du milieu, et, d'autre part, des productions peu nombreuses et juxtaposées, parfois uniques, qui sont procurées par un système très simplifié conçu d'abord pour tenter d'éliminer les relations concurrentes ou perçues comme telles et les rapports au milieu considéré comme limitant.

### *La résilience opposée à la performance*

Si le monde est d'abord perçu comme un ensemble d'objets ou d'acteurs spécialisés en compétition entre eux, cette conception débouche logiquement sur la recherche préférentielle de performances ciblées par objet ou par acteur, indépendamment des autres. La somme des performances spécifiques de chacun est censée conférer à chaque secteur les meilleurs résultats, et à l'ensemble les meilleures conditions de résistance aux aléas ou aux agressions. Les performances individuelles doivent donc être constamment réévaluées. En revanche, en cas d'aléa d'un type inédit, l'ensemble pourra manquer de redondance, ou présenter une défaillance préjudiciable en mode commun. Un exemple en est fourni par la sensibilité simultanée de différents systèmes aux températures élevées et prolongées de l'été 2003 (régulations, *data centers*, climatisations, circuits de refroidissements, cultures...). Cette conception ne fonctionne que si les imprévus ne sont ni trop nombreux ni trop différents de types éprouvés.

Dans une situation de transition caractérisée justement par des phénomènes inédits (en nature et/ou en amplitude), le premier objectif devient la recherche de résilience. Dans ce cas, la présence de redondances et de stabilisateurs en mode dégradé devient plus importante que l'extrême performance de chacun en mode stable, devenue plus rare. Si, en outre, parmi ces phénomènes, apparaît la mise en danger de ressources ou de l'accès à des ressources cruciales non identifiées comme telles auparavant – ce qui est le cas (climat, vivant, lien social...) –, les capacités de reconstitution ou d'épargne de ces ressources intègrent peu à peu les objectifs des acteurs. Ces ressources étant souvent utilisées par plusieurs d'entre eux (eau, écosystèmes...), leur inter-collaboration devient nécessaire. L'objectif dimensionnant devient la sécurisation du fonctionnement global en situation fortement perturbée à travers des systèmes et des groupes d'acteurs

multitâches en coopération, avant la recherche de performances individuelles en situation optimale.

### *Un long terme chaotique opposé à un éternel présent*

Si les conflits militaires ou les crises économiques avaient souvent été vécus et traités jusqu'ici comme des chocs plus ou moins circonscrits, les évolutions climatiques, démographiques ou géopolitiques et la raréfaction des ressources biologiques et minérales posent d'une façon entièrement nouvelle, du moins à l'échelle des deux derniers siècles, la question de l'adaptation de nos sociétés dans la longue durée. Il ne s'agit manifestement pas de tenter de revenir à un « bassin d'attraction initial », à un éternel présent. Or, l'inertie des objets qui structurent notre monde (infrastructures, bâtiments, procédés industriels, urbanisme...) nous impose de les concevoir dès maintenant pour qu'ils nous aident, plutôt qu'ils ne nous handicapent à l'horizon du demi-siècle ou du siècle, émaillé qu'il est d'échéances d'ores et déjà prévisibles.

À ce degré de bouleversement, les adaptations individuelles sont largement insuffisantes et les questions de résilience se posent à des échelles emboîtées allant jusqu'à celle du planétaire. À titre d'exemple, l'association des assureurs britanniques (ABI) envisageait en 2004 de moduler les primes d'assurance inondation en fonction non seulement des mesures prises par l'assuré mais aussi de la mise en œuvre par la collectivité d'une politique de prévention (l'équivalent d'un plan de prévention du risque inondations (PPRI) en France) ; des décisions doivent être prises cette année dans ce domaine par le Royaume-Uni. L'objectif (public ou privé) de résilience rend donc visiblement nécessaires de nouveaux types de réponses et de nouveaux outils. Le champ financier peut en fournir une bonne illustration.

### **Quels outils financiers pour la résilience ?**

Les modèles économiques ne savent pas représenter les ruptures, et les outils de financement de l'économie sont conçus, comme ceux de l'assurance, en fonction de trajectoires passées (*track records*). Ni les uns ni les autres (ni, comme on le sait, le PIB) ne prennent en compte les dégradations de fondamentaux (13), tels que les régulations naturelles (du climat, du vivant, du carbone, de l'azote ; les cycles de l'eau...), la raréfaction des ressources ou la cohésion sociale. La préférence pour le présent se traduit par des demandes de rendement financier élevé. Les scénarios par rapport auxquels sont estimées les opportunités d'investissement reviennent souvent à une extrapolation du présent dans un monde exempt de difficultés majeures et porté par un enrichissement continu.

Les critères extra-financiers de performance environnementale et sociale (critères ESG) jouent peu dans les décisions, et la vulnérabilité des fondamentaux n'est guère prise en compte. Au contraire, toute volatilité est d'abord perçue comme une occasion de gain, pour les marchés,



même si elle comporte une menace mortelle pour les « sous-jacents » économiques, sociaux ou environnementaux. Ainsi, les impacts déjà sensibles du changement climatique sur les récoltes (14) et la pression alimentaire et énergétique croissante se sont traduits rapidement par la production de dérivés financiers de couverture et par des spéculations sur les matières agricoles (15), mais pas par celle d'outils de financement des adaptations indispensables. Des volatilités accrues signifient des risques accrus, et donc des exigences de rendements financiers encore plus élevées. Cela conduit, en l'absence de signaux contraires (règlements, prix, fiscalité, critères...), à une attractivité encore amoindrie des objets et des équipements correspondant à un engagement long, surtout de ceux contribuant à l'adaptation à des situations futures inédites, et ce, dans une sorte de cercle infernal de fragilisation.

Plusieurs pistes semblent se dessiner (16). Par exemple, tant que le rendement strictement financier sera le seul paramètre omniprésent au long des circuits de décision, les éléments d'opportunité, qu'il ne peut traduire, auront difficilement droit de cité, y compris l'intérêt à terme des acteurs de l'économie réelle. Des spécifications extra-financières systématiques exprimant la pertinence des investissements par rapport au contexte décrit précédemment (émissions de gaz à effet de serre, consommation d'eau, impacts sur le vivant, territoire concerné...), devraient être développées et rendues lisibles tout au long des circuits de financement. À l'objection selon laquelle, en définitive, les acteurs ne regarderaient que le rendement, on peut répondre, d'une part, que certaines vulnérabilités « discontinues » peuvent impacter fortement le rendement réel et, d'autre part, que certains ressorts non financiers (comme le territoire) ont un véritable potentiel de motivation. Par ailleurs, le coût monétaire des dégradations environnementales permettrait de clarifier et de mieux orienter les calculs d'opportunité. Enfin, nombre de modes et d'outils de gestion (*benchmarks*, indices, *trading* haute fréquence...) (17) ont incité les investisseurs à adopter des comportements mimétiques et de court terme, sans que les vulnérabilités à terme ni les dégradations de ressources naturelles induites soient examinées (18) ; il faudra bien que ces dernières, qui sont des ressorts de rappel potentiellement définitifs pour des activités ou des territoires, prennent toute leur place dans l'outillage mathématique et symbolique de l'univers financier.

Le succès de la notion de « résilience » semble symptomatique d'un contexte dans lequel les formes industrialisées des sociétés rencontrent des limites physiques à leur extension planétaire, alors que l'imaginaire d'enrichissement indéfini qu'elles véhiculent s'est, quant à lui, mondialement répandu. La rencontre est violente, non seulement sur les plans physique et biologique, mais aussi d'un point de vue culturel, voire même métaphysique.

C'est dire que les outils de l'adaptation humaine ne seront pas d'abord technologiques ou mathématiques, mais seront plutôt des outils symboliques et mythologiques.

Les formes que prendront les seconds détermineront les choix qui resteront ouverts au sein des premiers.

### Notes

\* Ingénieure générale des Mines, agrégée de Sciences naturelles.

(1) DATAR, *Territoires 2030*, p. 2, décembre 2005.

(2) DIAMOND (J.), *Effondrement : comment les sociétés décident de leur disparition ou de leur survie*, Gallimard Essais, 2006.

(3) *Association for the Study of the Peak Oil*.

(4) Notamment depuis HOLLING (C.S.), "Resilience and stability of ecological systems", *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1973.

(5) Par exemple, GALLOPIN (G.C.), "Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity", *Global Environmental Change* 16, pp. 293-303, 2006.

(6) Par exemple, les travaux du Conseil régional Nord-Pas-de-Calais : [http://www.nordpasdecals.fr/upload/docs/application/pdf/2012-09/note\\_39.pdf](http://www.nordpasdecals.fr/upload/docs/application/pdf/2012-09/note_39.pdf)  
[http://www.nordpasdecals.fr/upload/docs/application/pdf/2012-09/note\\_40.pdf](http://www.nordpasdecals.fr/upload/docs/application/pdf/2012-09/note_40.pdf)

(7) Au sens de sa capacité à reconnaître et à enregistrer des signaux faibles d'évolution.

(8) *Ibidem*, p. 300.

(9) *Op. cit.*

(10) « Écologie et crise de la biodiversité », DEVICTOR (V.), in *Les voies de la résilience*, coordonné par DARTIGUEPEYROU (C), L'Harmattan, p. 38, 2012.

(11) Par exemple, en 2005 : SCHRÖTER (D.) et al., *Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe*, *Scienceexpress*, 10.1126 /science.1115233, 27 octobre 2005.

(12) GARNIER (C.) & BIGARD (FH.), *Pour mieux gérer notre planète : socioécologie ou sociécologie ?*, Note du Centre Interdisciplinaire de Socio-écologie, avril 1965-avril 1969.

(13) « *Quoi de plus cher que les services gratuits ?* », DRON (D.) & JUVIN (H.), *Cercle des Echos*, avril 2013.

(14) "Global scale climate crop yield relationships and the impact of recent warming", DAVID (B.) LOBELL & FIELD (Christopher B.), *Environmental Research Letters* 2, 2007. « Pénurie de légumes en Europe », *les Echos*, 13 septembre 2006.

(15) Voir, par exemple, ce titre paradoxal des *Echos*, en mars 2007 : « La sécheresse ranime le cacao ».

(16) Voir « Financer la transition : quoi et comment - Propositions », DRON (D.), *La Jaune et la Rouge*, octobre 2013.

(17) Voir *Financer des sociétés résilientes, des territoires robustes*, Eurogroup Institute, rapport à la Délégué interministérielle au développement durable, mai 2012.  
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Rapport-Eurogroup-Institute,29081.html>

(18) Voir, par exemple, sur l'exposition à un contingentement des énergies fossiles exploitables au regard de l'objectif de 2°C : 2°C Invest Initiative ou Carbon Tracker.

## Résilience : ambiguïtés et espoirs

Par Serge TISSERON\*

**Le mot « résilience », apparu en France il y a une dizaine d'années, a été à ce point galvaudé que certains hésitent désormais à l'employer. Il serait pourtant dommage que nous y renoncions. En effet, une fois défini dans la polyvalence de ses acceptations, ce terme semble nous permettre de penser, sous un concept unique, un grand nombre de bouleversements que nous traversons, un peu comme celui de Renaissance désigne ceux qui ont affecté l'Europe entre 1450 et 1550. Tout comme la Renaissance, la période actuelle est marquée à la fois par des découvertes scientifiques et technologiques majeures et par des prises de conscience à l'origine de changements profonds. Une attitude nouvelle face à la vie se fait jour. Elle affecte toutes les disciplines et dessine un nouveau paysage global dans lequel la capacité de surmonter les épreuves devient une valeur de référence.**

### Résilience, un mot à la double origine

À l'origine, il y a le verbe latin *resilire*, fabriqué à partir du verbe *salire*, qui veut dire « sauter » et du préfixe *re-*, qui indique un mouvement vers l'arrière. D'où le sens pris par le mot en français, au Moyen Âge, « se rétracter », « se dégager d'un contrat par une sorte de saut en arrière ». La « résiliation » désigne ainsi le fait de se délier d'obligations préalablement contractées, de s'en libérer. Mais parallèlement à cette évolution française, le participe présent du verbe latin *resilire*, *resiliens*, est absorbé, au XVII<sup>e</sup> siècle, par la langue anglaise, qui retient du saut, l'idée du rebond. Ce n'est plus le saut en arrière pour se désengager qui importe comme en français, mais l'importance du choc et le fait de « reculer pour mieux sauter ».

C'est naturellement ce second sens qui est privilégié lorsque le mot est adopté aux États-Unis. Les premiers traducteurs français confrontés au terme peinent d'ailleurs à le traduire et lui substituent souvent le mot de « résistance », bien que sa signification soit clairement différente : la résistance est la capacité de se tenir droit (ce mot vient du latin *stare*), tandis que la résilience (du latin *salire*, qui signifie « sauter ») est la capacité de rebondir.

Pourtant, aussitôt introduit dans l'Hexagone, son succès est fulgurant. Ses déclinaisons sont aujourd'hui non seulement éditoriales, mais aussi sociales et politiques. Et la plupart sont dans la lignée du mot *resiliens* que la langue anglaise a adopté au XVII<sup>e</sup> siècle, avant qu'il ne s'exporte aux États-Unis. Ce terme est ainsi passé, en quelques années, de la désignation d'un rebond observé au postulat d'une capacité de rebondir, pour signifier enfin la capacité

de mobiliser instantanément des défenses efficaces en cas de stress. Pourtant, la racine latine du verbe – *resilire* – est là pour nous suggérer une autre signification, celle de délier les effets d'un traumatisme sur soi. La résilience ainsi envisagée n'est plus le pouvoir de résister à tout, mais celui d'être capable de se reconstruire après un choc. Dans la pratique, nous verrons que les deux entrées coexistent : la résilience est à la fois la capacité de résister à un traumatisme et celle de se reconstruire après lui.

### Un concept ballotté au gré des événements

En présence d'un concept aussi propice aux exploitations démagogiques que celui de la résilience, il est indispensable de commencer par poser des repères. Remarquons tout d'abord qu'il peut être abordé de deux façons différentes : soit par discipline, soit à partir des grands moments qui ont correspondu à sa prise de conscience.

Commençons par les disciplines. Toutes sont concernées : l'économie, la finance, l'écologie, les sciences... Dans chaque cas, l'objet de la résilience est donc différent. Mais dans tous les cas, le mot porte l'idée de rebondir pour un futur qui ne soit pas un retour à une situation antérieure, mais la construction d'une situation plus acceptable. Le mot s'inscrit ainsi dans une démarche d'apprentissage, d'*empowerment* et d'autodétermination. Confrontée à un traumatisme, une personne réoriente positivement le sens de sa vie afin de poursuivre son développement. Et elle le fait en renforçant non seulement ses facteurs de protection personnels, mais aussi ses facteurs de protection environnementaux. Et elle le fait non seulement pour elle-même, mais aussi pour les générations futures (1).

Si nous prenons maintenant le mot « résilience » du point de vue de son acte de naissance, nous constatons un phénomène semblable : ses limites chronologiques sont floues, mais elles correspondent, dans tous les cas, à des ruptures brutales qui nous ont obligés à prendre en compte de nouveaux modèles.

Sur le plan individuel, le mot est apparu dans le vocabulaire scientifique dans les années 1950 à la suite des recherches épidémiologiques menées par Emmy Werner, Norman Garnezy et Michael Rutter. Leurs études ont montré qu'il était possible de se fabriquer une vie réussie même dans des situations d'extrême adversité. La résilience a alors amené à développer une conception de la maladie et du handicap qui ne prend pas seulement en compte les facteurs de risque, comme c'était le cas jusque-là, mais aussi les facteurs de protection. Un slogan est né : « Ne prenez pas en compte ce qui nous manque, mais ce que nous avons ! ». Parallèlement, des programmes de prévention ciblés sur les sujets supposés être « moins résilients » ou bénéficier de moins de « facteurs de protection » personnels se sont développés, avec parfois le risque de stigmatiser certaines populations.

Heureusement, un autre axe de la résilience s'est développé, qui a mis en avant non plus la dimension individuelle de celle-ci, mais sa dimension collective. On peut le faire remonter au milieu des années 1970, avec le premier choc pétrolier, qui a entraîné la prise de conscience brutale du fait que les ressources de la planète n'étaient pas

infinies et qu'il importait de penser à l'idée d'un développement durable.

La notion de résilience a connu d'autres moments importants notamment avec les attentats du 11 septembre 2001 aux États-Unis, puis ceux de Londres, le 7 juillet 2005. Lors de ces journées, les victimes des attentats et leurs proches ont utilisé les claviers et les caméras de leur téléphone portable pour alimenter un réseau d'entraide et de solidarité sans précédent (2).

Ces catastrophes ont ainsi nourri l'idée de préparer la ville et ses habitants à pouvoir gérer des situations extrêmes et imprévisibles, notamment en favorisant leur interactivité. Cette réflexion a abouti à la création de la *London Team Resilience* (dont on voudrait qu'elle inspire un programme semblable pour la France et pour Paris en particulier). Enfin, le drame de Fukushima, le 11 mars 2011, a imposé la nécessité de prendre en compte la résilience comme un facteur majeur de protection en ancrant la conviction que cette catastrophe était inévitable.

Mais, dans le même temps, l'idée de traumatisme évoluait elle aussi. Il n'était plus considéré comme une réaction anormale à une situation difficile (que l'on pourrait mettre en relation avec une fragilité personnelle préexistante), mais comme une réaction normale à une situation anormale. Il ne s'agissait plus seulement de soigner ceux qui en étaient gravement affectés – les sujets « réputés fragiles » –, mais bien de préparer tout le monde à y faire



© Xinhua/GAMMA

« Le drame de Fukushima, le 11 mars 2011, a imposé la nécessité de prendre en compte la résilience comme un facteur majeur de protection en ancrant la conviction que cette catastrophe était inévitable ». Les proches de victimes du tsunami déposant des chrysanthèmes à l'occasion d'une cérémonie organisée dans le cadre du deuxième anniversaire de la catastrophe, Tokyo (Japon), 11 mars 2013.

face. Promouvoir la résilience pour tous devenait ainsi une façon de prévenir les effets potentiellement pathogènes pour tous des traumatismes.

Voyons maintenant plus précisément comment a évolué le concept de résilience, dans sa dimension individuelle tout d'abord, qui a été la première à se mettre en place, puis dans sa dimension collective.

### **La résilience individuelle**

L'étude de la résilience individuelle a connu trois phases successives (3). Dans un premier temps, elle a été considérée comme une qualité personnelle. Cette qualité a d'abord été expliquée par les hasards génétiques (4), puis par des conditions éducatives précoces en lien avec les travaux portant sur l'attachement (5). Mais cette approche faisait évidemment courir le risque de diviser l'humanité en deux : ceux qui possèderaient cette qualité, et les autres... avec le risque d'accabler encore plus les seconds (6).

Il a alors été proposé d'envisager la résilience comme un processus facilité par ce que l'on a appelé « les facteurs de résilience ». Dans cette perspective, chacun peut devenir résilient à tout âge, à condition d'y être aidé (7). Mais un autre danger guettait, celui de penser que tout le monde allait construire sa résilience en suivant les mêmes étapes, comme si elle suivait un chemin balisé. Ce qui a parfois incité à vouloir donner aux sujets réputés fragiles des « tuteurs de résilience » destinés à les guider et à les conseiller, comme des sortes de *coachs*.

Enfin, la troisième vague de la résilience a rompu avec les approches précédentes en la considérant comme une force – ou si l'on préfère une aptitude – que chacun possède à un degré ou un autre. Cette force nous permet de négocier avec les ruptures de l'environnement et les bouleversements intérieurs qui en résultent. Elle intervient dans les événements exceptionnels, comme un accident, une maladie ou un deuil, mais aussi au cours des phases normales du développement, telles que la crise d'adolescence, celle du milieu de la vie, la ménopause ou l'entrée dans la vieillesse. Elle est également imprévisible : chacun se construit sa propre résilience, et l'on ne sait jamais comment celle-ci va se manifester chez une personne donnée, à un moment donné. Du coup, nous devons accepter que les chemins empruntés par certaines personnes sur la voie de leur reconstruction puissent surprendre, voire choquer. Bref, gardons nous de nous fabriquer une image de la résilience conforme à nos choix personnels ! Cette troisième approche trouve évidemment un appui dans les travaux actuels des neuro-sciences sur la formidable plasticité psychique.

Le problème est que trois définitions possibles pour un mot qui se veut scientifique, c'est beaucoup ! C'est pourquoi, en 2010, nous avons proposé d'utiliser trois orthographes différentes pour distinguer entre elles ces trois significations (8).

Tout d'abord, le mot « résilience » désignerait une qualité, conformément à son usage courant, notamment dans le domaine de la résilience/résistance des matériaux.

Ensuite, le processus de résilience pourrait s'écrire, quant à lui, avec un « a », « résiliance » : cette orthographe le rapprocherait des mots « reliance » et « survivance », et permettrait de souligner qu'il s'agit d'un travail jamais terminé.

Enfin, le mot « Résilience » (avec un « R » majuscule) désignerait la force qui nous permet de négocier avec les ruptures de l'environnement et les bouleversements intérieurs qui en résultent.

Mais faut-il vraiment opposer ces trois approches ?

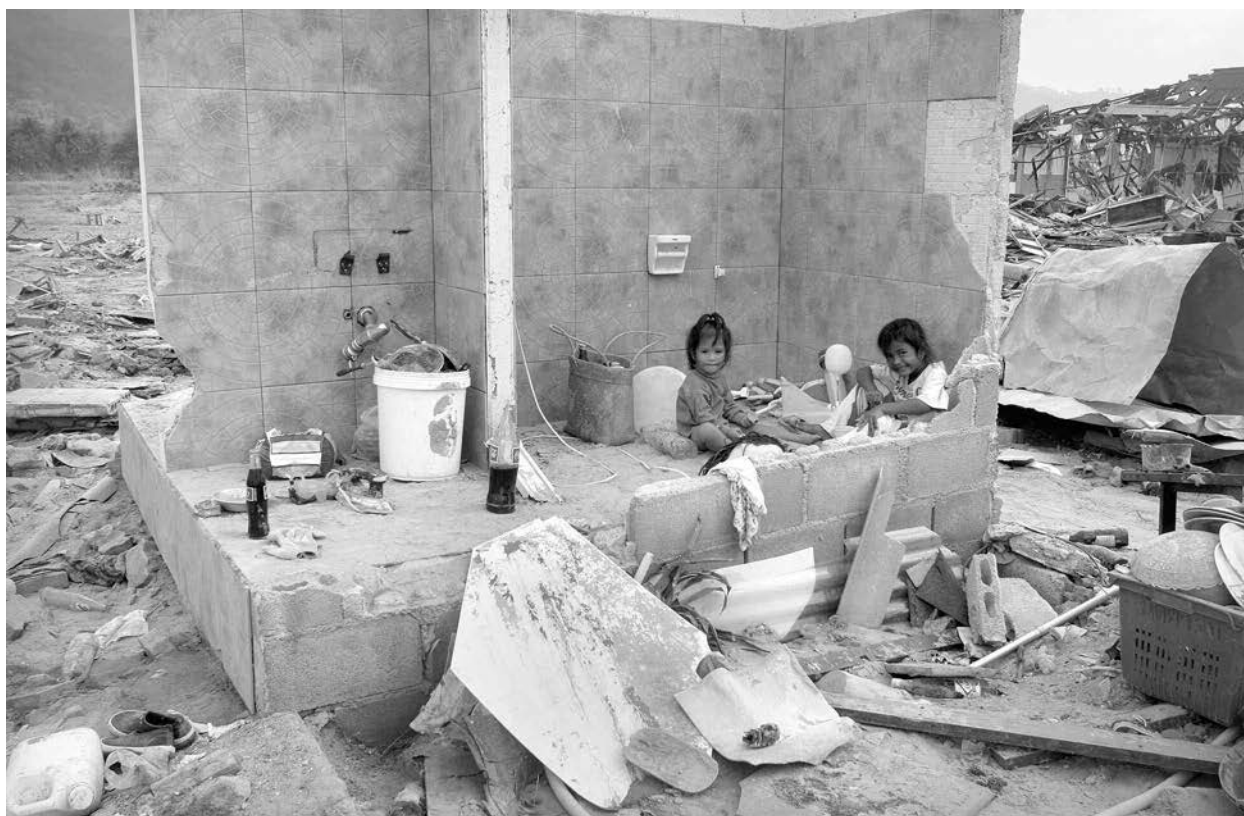
Historiquement, il est vrai que chacune d'elles s'est construite en opposition à celle qui la précédait. Mais, dans la pratique, les trois sont étroitement liées. À tel point qu'après avoir distingué ces trois significations sous trois orthographes différentes, nous pouvons les réunir dans une formule étrange à l'oreille, mais parfaitement claire aussitôt que nous la voyons écrite : l'existence de la Résilience permet de comprendre que la résiliance favorise la résilience, et réciproquement. Autrement dit, le processus de résilience se met d'autant mieux en route chez des individus que ceux-ci possèdent des qualités de résilience, et il contribue à son tour à augmenter celle-ci à travers des effets observables, voire mesurables. Mais tout cela n'est possible que parce que le vivant est porteur d'une force de Résilience qui le pousse à grandir et à reconstruire à tout moment son équilibre.

Or, nous allons voir que c'est exactement à la même complémentarité que nous invite l'approche sociale du concept.

### **La résilience collective**

Depuis quelques années, un chemin considérable a été accompli dans la compréhension de la résilience. D'un côté, sa définition a été placée dans un cadre global qui l'a fait échapper aux marchands de bonheur qui en avaient fait leur fond de commerce, au début des années 2000. Et, d'un autre côté, les sciences humaines et sociales ont progressivement été intégrées à la réflexion menée par les bureaux d'études techniques en matière de prévention des risques majeurs. Les diverses composantes contenues dans le terme se sont précisées, et elle est aujourd'hui reconnue comme un phénomène complexe, dont la prise en compte comporte un avant, un pendant et un après. En pratique, quatre phases y sont distinguées (9) :

- a) *Se préparer* : tout d'abord, la résilience est la capacité de se préparer au traumatisme (par exemple, on sait aujourd'hui que connaître la nature des traumatismes auxquels on peut être confronté est un facteur de résilience, tout comme le fait d'avoir une bonne insertion familiale et sociale) ;
- b) *Résister* : le deuxième moment de la résilience est bien entendu la capacité de résister au traumatisme ;
- c) *Se reconstruire* : le troisième moment est la capacité de se reconstruire, c'est-à-dire de mettre fin à la situation de crise non seulement en reconstituant ses capacités, mais aussi en profitant des bouleversements qui sont survenus pour envisager un développement sur d'autres bases ;



© Fredrik Naumann/PANOS-REA

« Le troisième moment est la capacité de se reconstruire, c'est-à-dire de mettre fin à la situation de crise non seulement en reconstituant ses capacités, mais aussi en profitant des bouleversements qui sont survenus pour envisager un développement sur d'autres bases ». La maison de Jitra Rayarek, une semaine après la survenue du tsunami en 2004, et cinq ans après la catastrophe, Phuket (Thaïlande).

d) *Consolider le rétablissement* : enfin, ce rétablissement serait lui-même précaire si la résilience ne comportait pas un quatrième et dernier moment, celui de la consolidation. Quand la catastrophe est arrivée et une fois que la crise a été jugulée, les séquelles peuvent, en effet, rester nombreuses. Il s'agit de séquelles physiques, mais aussi de traumatismes psychologiques. La consolidation du rétablissement est une phase à part entière de la résilience. En même temps, elle rejoint la première et constitue le début d'un nouveau cycle possible. Consolider les acquis du rétablissement est en effet une façon de se préparer aux traumatismes ultérieurs possibles.

Cette approche multifactorielle nous fait échapper aux deux définitions qui nous ont masqué la complexité de la résilience dans les années 2000 : avec, d'un côté, sa réduction à la capacité de rebondir (sans souci des blessures invisibles causées par le traumatisme et avec le risque de leur réactivation imprévisible) et, de l'autre, sa réduction au lent travail de reconstruction psychique souvent nécessaire après un drame. Or, la résilience commence en amont de la catastrophe et on peut apprendre les gestes qui y contribuent ; elle est en effet sollicitée au moment même où la catastrophe se produit ; enfin, elle engage une réduction, parfois très longue, des conséquences de la catastrophe. Et, dans chacun de ces moments, elle est liée à la fois aux caractéristiques personnelles d'un individu (ou d'un groupe) et aux divers processus mis en jeu.

Il appartient maintenant aux élus et à la société civile de s'en emparer et d'éveiller les générations nouvelles à une « culture des risques majeurs » indispensable à une meilleure Résilience.

Le site *memoiredescatastrophes.org*, qui favorise le recueil des témoignages et les échanges autour de catastrophes passées et actuelles, est un élément de ce dispositif, en accord avec la loi de modernisation de la sécurité civile du 13 août 2004 qui entend mobiliser l'ensemble des compétences contre les risques technologiques, naturels ou de nature terroriste, en insistant notamment sur l'encouragement des solidarités.

Le premier temps de la résilience, celui de la préparation aux catastrophes, est en effet grandement facilité par des échanges avec des personnes qui en ont vécu de semblables et qui ont appris à les gérer. La capacité de résis-

ter et de se rétablir après elles peut également bénéficier du site *memoiredescatastrophes.org*, bien que de façon moindre.

Mais, surtout, le temps de la consolidation bénéficie largement de la capacité d'établir des contacts et des rencontres autour des expériences de chacun.

La possibilité de rejoindre une communauté participe de la consolidation de la résilience, tandis que les échanges intergénérationnels préparent les nouvelles générations à faire face à des situations imprévisibles. Le site *memoiredescatastrophes.org* participe ainsi au projet de réduire la vulnérabilité des populations en renforçant leur capacité à anticiper, à résister, à s'adapter et à se relever, tout en consolidant les acquis de l'expérience.

### Notes

\* Psychiatre, docteur en psychologie, directeur de recherches à l'Université Paris VII Denis Diderot, Président fondateur de l'Institut pour l'Histoire et la Mémoire des Catastrophes (IHMEC) et créateur du site *memoiredescatastrophes.org*.

(1) De ce point de vue, on peut regretter que le site d'information du gouvernement s'appelle : *www.risques.gouv.fr*, et non : *www.resilience.gouv.fr*. Cette seconde appellation permettrait de mettre en avant un objectif sociétal positif, et non pas des menaces, comme l'actuelle.

(2) FOGEL (J.-F.) & PATINO (B.), *Une presse sans Gutenberg*, Paris, Grasset, 2005.

(3) GLENN (E. Richardson), "The Metatheory of Resilience and Resiliency", *Journal of clinical psychology*, vol. 58, 3, pp. 307-321, 2002.

(4) ANTHONY (E. J.) & COHLER (B. J.), "Risk, vulnerability and resilience: An overview", in *The Invulnerable Child*, New York, Guilford Press, 1987.

(5) CYRULNIK (B.), *Un merveilleux malheur*, Paris, Odile Jacob, 1999.

(6) TISSERON (S.), « "Résilience" ou la lutte pour la vie », *Le Monde Diplomatique*, page 21, août 2003.

(7) CYRULNIK (B.) & DUVAL (P.), *Psychanalyse et résilience*, Paris, Odile Jacob, 2006.

(8) TISSERON (S.) (2007), *La Résilience*, Paris, PUF, 2010.

(9) Comme cela est d'ailleurs exposé dans le document du Centre interarmées de concepts, de doctrines et d'expérimentations consacré à cette question (n°202/DEF/CICDE/NP du 12 décembre 2011).

## **Le soutenable et l'insoutenable** **Résilience et géostratégie**

Par Jean-Michel VALANTIN \*

**La notion de « résilience » est aujourd'hui intégrée aux débats portant non seulement sur le développement durable, mais aussi sur les questions de défense et de sécurité. Cela révèle la façon dont les sociétés contemporaines ont pris conscience de leur vulnérabilité depuis la Guerre froide. La compréhension de cette vulnérabilité a évolué avec le contexte géostratégique global, qui est resté pendant longtemps dominé par la dissuasion nucléaire et qui, depuis quelques années, est travaillé par la rencontre entre la fragilité sociétale, la crise des ressources et le changement climatique. Cet enchaînement de situations stratégiques qui mettent en jeu le destin de l'humanité alimente depuis soixante ans la notion de résilience. La configuration actuelle, où les déséquilibres humains se conjuguent à de nouveaux déséquilibres environnementaux, est devenue un enjeu majeur en termes de résilience, en raison des nouvelles tensions, mais aussi des « nouveaux avenir » qui émergent.**

L'histoire de la notion de « résilience » est indissociable du contexte géostratégique mondial qui émerge en 1945. Dès le début de la Guerre froide, celle-ci est dominée par la dissuasion nucléaire, cette « guerre suspendue » qui pourrait faire connaître à l'humanité toute entière le sort subi par Hiroshima et Nagasaki. Les interrogations sur la résilience sont dès lors intimement liées la possibilité d'un effondrement rapide et généralisé des sociétés humaines, phénomène unique dans l'histoire, dont le risque s'affirme dès le début des années 1950. La réflexion sur la résilience va dès lors accompagner étroitement l'évolution du contexte stratégique global.

### **Un nouveau contexte : la menace nucléaire globale**

Durant les années 1950, le philosophe Günter Anders s'interroge sur la façon dont il pourrait penser la guerre nucléaire et ses conséquences (1). Sa conclusion radicale est que la seule façon d'y parvenir serait de faire le deuil de l'ensemble des générations à venir, puisqu'un « échange nucléaire » ne pourrait avoir d'autre effet que l'extinction de la vie humaine.

Günter Anders mettait ainsi en évidence l'impossibilité pour la Cité humaine d'entrer en résilience dans certaines situations, à savoir dans le cas de la disparition de tous les

supports sur lesquels le travail de récupération et de reprise d'une société pourrait s'appuyer après une catastrophe d'une telle ampleur. Cette réflexion s'inscrit dans tout le courant de réflexion qu'Hermann Kahn, l'un des « straté-gistes » les plus influents aux États-Unis (qui a inspiré le personnage du « Docteur Folamour »), a accompagné en énonçant la nécessité de « penser l'impensable » afin d'évaluer la capacité des États-Unis à survivre ou non à une guerre nucléaire. Ces penseurs se sont astreints non seulement à tenter de comprendre, d'analyser et de décrire les effets de frappes nucléaires, mais aussi à décrire les conditions de vie dans « le monde d'après ». Or, cette façon d'envisager l'« après » est au centre du débat sur la possibilité ou l'impossibilité d'une continuation de l'existence de l'humanité à un niveau acceptable de qualité et de civilisation.

Le point de bascule de ce débat a certainement été l'article dans lequel Carl Sagan, le célèbre astrophysicien, a, en 1983, développé le concept d'« hiver nucléaire » (2), établissant la façon dont les immenses incendies déclenchés par un échange nucléaire, même limité, projetteraient de telles quantités de cendres et de suies dans l'atmosphère que celles-ci bloqueraient une grande part de l'ensoleillement. Cela entraînerait un effondrement des formes de vies végétales et animales terrestres et maritimes, détruisant ainsi les conditions environnementales



© Thomas J. O'Halloran. Coll. Library of Congress/WIKICOMMONS

« Hermann Kahn, l'un des "stratégistes" les plus influents aux États-Unis, énonce la nécessité de « penser l'impensable » afin d'évaluer la capacité des États-Unis à survivre ou non à une guerre nucléaire ». Photo de Hermann Kahn en 1965.

nécessaires à la vie humaine. Tout ce courant de pensée met en évidence le fait que la guerre nucléaire détruirait non seulement les sociétés humaines, mais aussi les écosystèmes, et ainsi les supports fondamentaux indispensables à toute reprise du développement biologique et sociétal.

### **Le risque industriel socio-environnemental**

Cette interrogation sur les conditions nécessaires à la pérennité des sociétés contemporaines se poursuit, durant la même période, avec les travaux du Club de Rome, qui aboutissent au célèbre rapport *The Limits to Growth*.

Les recherches menées par Dennis Meadows et une équipe multidisciplinaire du MIT font apparaître que le rythme d'extraction des ressources naturelles nécessaires à la croissance de la société industrielle, ainsi que les grandes quantités et variétés de rejets qui en découlent,

ne sont pas soutenables à un horizon au plus de quelques décennies au risque d'un délitement tant environnemental qu'économique, sociétal et démographique. Ces travaux révèlent ainsi que la « croissance » est en train de réduire rapidement les capacités de résilience des sociétés contemporaines et futures.

On réalise alors que ces deux branches de la prospective des années 1970, celle dédiée à la guerre nucléaire et celle dédiée à l'économie et à la société, se rejoignent sur un même diagnostic : la dynamique globale du monde contemporain correspond à une surexploitation des ressources, à une pollution généralisée alliée à une fragilisation du lien social (3), ainsi qu'à une destruction des potentiels géophysiques et biologiques nécessaires à la pérennité et à la capacité de résilience au XXI<sup>e</sup> siècle.

Ce sont là des interrogations stratégiques majeures qui, à cette époque, sont posées par les résultats de la recherche aux décideurs, puisqu'elles mettent en cause le



destin de tous les États, en à peine deux ou trois générations.

### **Le développement durable et la sortie de la Guerre froide**

Ce rapport tragique à l'avenir est profondément retravaillé par l'émergence d'un nouveau concept, celui du *sustainable development*, énoncé par les Nations Unies en 1987. Le rapport *Notre avenir à tous* (4) le définit comme « ... un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins ».

Deux concepts sont inhérents à cette notion :

- ✓ le concept de « besoins », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, auxquels il convient d'accorder la plus grande des priorités ;
- ✓ l'idée de limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose à la capacité de l'environnement à satisfaire à nos besoins actuels et à venir.

Le concept de *sustainable development* définit donc, en réponse au Club de Rome et à la menace nucléaire, les modalités d'une projection réussie de la civilisation humaine dans l'avenir par l'établissement de relations plus équilibrées entre les formes sociales et économiques de développement et la biosphère. Pour ce faire, le rapport Brundtland pose les principes d'une grande stratégie de coopération entre les nations et entre les générations. La finalité en est de renverser l'approche de Günter Anders, celle d'un « deuil des générations à venir », pour, au contraire, assurer une vie de qualité aux humains d'aujourd'hui, comme à leurs descendants.

Dans le violent contexte stratégique dont il émerge, à savoir le basculement du monde qui accompagne la catastrophe de Tchernobyl, la fin de la Guerre froide, cette première grande guerre pour le contrôle des ressources pétrolières qu'a été la guerre du Golfe (5) et la disparition de l'Union Soviétique, le développement durable est en soi une contre-stratégie de réussite de l'avenir. Il est diffusé tel quel, en particulier lors du Sommet de la Terre tenu à Rio-de-Janeiro en 1992. À ce titre, le *sustainable development* propose de nouveaux concepts politiques pour élaborer la notion de supports nécessaires à la projection de l'humanité dans l'avenir.

L'apparition de cette famille de concepts qui interrogent la façon dont l'humanité peut maintenir une relation équilibrée avec le milieu planétaire, rend aussi possible la compréhension de nouveaux risques socio-environnementaux. Ces concepts permettent d'appréhender la dialectique entre la complexité croissante de la civilisation planétaire et les bouleversements géophysiques et biologiques en cours, dont l'érosion rapide de la biodiversité, l'épuisement des sols, la crise de l'énergie et celle du climat. La convergence de ces crises est d'ailleurs concomitante de l'entrée dans une nouvelle ère géologique, que de nombreux géophysiciens qualifient d'*anthropocène* (6),

l'humanité étant devenue la principale force géologique sur la planète. C'est cette « méta-crise » qui sous-tend la version contemporaine du concept de résilience.

La puissance en est telle qu'aux États-Unis, les organisations en charge de la sécurité et de la Défense, comme le *Department of Homeland security* et le Pentagone, se le sont appropriées en particulier après des événements majeurs comme la destruction de la Nouvelle Orléans par l'ouragan Katrina. Cependant, la conjonction du changement climatique et de la crise généralisée des ressources et de la biodiversité fait désormais système avec l'accélération sans équivalent historique de l'accroissement de la population humaine et de son urbanisation.

Sont ainsi créés de nouveaux systèmes d'enjeux et de tensions à l'échelle planétaire. Les conflits autour des terres rares entre la Chine, le Japon et les États-Unis, la déstabilisation environnementale et géopolitique de l'Arctique, l'explosion de la piraterie somalienne comme réponse à la catastrophe politico-environnementale que ce pays connaît depuis trente ans, la multiplication des effets déstabilisateurs du changement climatique et la crise mondiale de l'eau potable sont autant de signaux et de facteurs de l'entrée de notre monde dans une configuration stratégique très particulière, celle de la « longue urgence » (7).

Cette situation globale met à l'épreuve la notion de résilience de façon inattendue. En effet, implicitement, cette notion implique une « sortie de crise », pour la personne, le collectif ou la région concernés, qui se traduit par la reprise, souvent sous des formes renouvelées ou modifiées, de leurs modes de développement. Or, la crise globale que connaît la civilisation humaine dans son rapport à elle-même et à ses conditions de vie planétaire n'en est qu'à ses débuts : il est fort à craindre que le changement climatique ne s'aggrave dans les années et les décennies à venir, de même que l'acidification de l'océan et la hausse de son niveau, et que l'extraction des ressources ne parvienne à un plateau alors que les besoins humains vont augmenter, tandis que les grandes infrastructures sont partout atteintes par l'usure et les coûts liés à leur entretien.

Se pose alors une question majeure : comment les collectivités humaines vont-elles pouvoir entrer en résilience à la suite de chocs en série se répétant indéfiniment, présentant un caractère systémique et impactant les structures sociales, économiques et politiques, et dont seuls l'intensité et le rythme varieront ? Cette interrogation commence déjà à s'imposer, entre autres, aux deux extrêmes du spectre des inégalités sociales, géographiques et politiques que sont le Bangladesh et les États-Unis.

Le Bangladesh, qui compte près de 151 millions d'habitants, est largement constitué de plaines inondables se situant au niveau de la mer. Sa population, une des plus pauvres au monde, subit de plein fouet la multiplication des tempêtes et des inondations à de très larges échelles, qui touchent directement des millions voire même des dizaines de millions de personnes. Cette situation, qui s'aggrave d'année en année, est un facteur majeur de



© Shehzad Noorani/STILL PICTURES-BIOSPHOTO

« Il est difficile d'envisager comment la rencontre toujours plus intense et complexe entre le changement climatique et la terrible pauvreté du Bangladesh pourrait ne pas avoir des conséquences toujours plus graves ». Hommes s'efforçant de renforcer une digue avec des sacs de sable au Bangladesh, septembre 1998.

l'exode rural, de la radicalisation politique des populations urbaines dont la précarité empire et des flux migratoires, en particulier vers l'Inde. Dans le même temps, l'État indien est d'ailleurs en train d'achever l'édification d'une gigantesque barrière (de 4 000 kilomètres) tout au long de ses frontières terrestres avec le Bangladesh. En raison de ces conditions, il est difficile d'envisager comment la rencontre toujours plus intense et complexe entre le changement climatique et la terrible pauvreté de ce pays pourrait ne pas avoir des conséquences toujours plus graves. La capacité de résilience collective du Bangladesh se réduit ainsi de façon dramatique. Se pose alors la question de ces dizaines de millions de réfugiés climatiques, dont la masse pourrait avoir des effets stratégiques très déstabilisateurs pour l'ensemble du sous-continent indien.

À l'opposé, l'appareil de défense et de sécurité nationale américain s'approprie les principes du développement durable (8) afin, en particulier, de s'adapter aux changements socio-environnementaux planétaires, pour faire entrer le *leadership* US en état de « résilience permanente », constituant une réponse stratégique à l'entrée dans l'ère de la « longue urgence ». C'est ainsi que l'armée américaine, les grandes agences de renseignement, les *thinks tanks* et les nombreux réseaux de pouvoir américains en arrivent à concevoir le développement durable comme le nouveau moyen de la dominance stratégique des États-Unis.

Ce croisement de la question de la dominance et du développement durable trouve aussi une nouvelle acception en Chine, dont le développement est devenu la clé de l'économie mondiale, mais dont le rapport aux ressources et les émissions de polluants de toutes natures atteignent déjà un point critique. Le développement durable est compris par les responsables politiques chinois comme un moyen d'injecter des démarches de résilience dans les processus mêmes de l'expansion économique, sociétale et urbaine de leur immense pays.

### Vers d'autres supports de résilience

Cependant, les capacités de résilience, aux différentes échelles des sociétés, risquent d'être insuffisantes pour compenser et/ou enrayer les risques globaux induits par les dynamiques socio-environnementales actuellement engagées (9). Ce genre de constat pourrait aisément amener à penser qu'à court ou moyen terme, l'humanité serait condamnée à vivre dans un monde où le contrôle social et les tensions stratégiques se radicaliseraient en raison de l'inadéquation entre l'industrialo-consumérisme et la raréfaction des ressources fondamentales, comme l'énergie, l'eau et de nombreux minéraux, et le changement climatique.

Mais une autre voie commence à apparaître, une voie inattendue mais aux immenses possibilités, celle d'une

nouvelle révolution industrielle et sociétale fondée sur une mise en valeur, enfin responsable, de l'océan mondial (10).

Alors que la surpêche, l'acidification, la pollution et le réchauffement menacent les océans, de nouvelles filières énergétiques, alimentaires et sanitaires apparaissent en lien avec l'océan.

En effet, l'océan, qui recouvre 70 % du globe, peut être le support d'un autre développement de l'humanité fondé politiquement sur de nouvelles formes de coopération transcendant les différents conflits existants et permettant de concevoir un « vivre ensemble » terrestre, compris en fonction de ce milieu naturel essentiel.

La gestion responsable de la tranche d'eau, de la vie marine comme des fonds sous-marins, peut faire bifurquer l'histoire humaine et la sortir ainsi de la voie de la longue urgence.

Si l'océan devenait un authentique « Bien public mondial », la conjugaison de ce potentiel et de cette nouvelle approche politique inclusive globale rendrait possible bien autre chose qu'une simple résilience globale, à savoir l'adoption de la première « stratégie globale de développement durable ».

### Notes

\* Docteur en études stratégiques, spécialiste de Géostratégie environnementale.

(1) ANDERS (Günter), *Hiroshima est partout*, Paris, Seuil, 2008.

(2) SAGAN (Carl), *Nuclear war and climatic catastrophe: some policy implications*, in *Foreign affairs*, winter 1983-1984.

(3) BECK (Ulrich), *La société du risque*, Paris, Flammarion, 2001.

(4) *Notre avenir à tous*.

[http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/sites/odyssee-developpement-durable/files/5/rapport\\_brundtland.pdf](http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/sites/odyssee-developpement-durable/files/5/rapport_brundtland.pdf)

(5) KLARE (Michael), *Blood and oil, the dangers and consequences of America's growing petroleum dependency*, New York, Penguin, 2005.

(6) LORIUS (Claude) & CARPENTIER (Laurent), *Voyage dans l'anthropocène, cette nouvelle ère dont nous sommes les héros*, Arles, Actes Sud, 2010.

(7) KUNSTLER (James Howard), *The Long Emergency, Surviving the Converging Catastrophes of the Twenty-First Century*, Londres, Atlantic Books, 2005.

(8) VALANTIN (Jean-Michel), *Guerre et Nature, l'Amérique se prépare à la guerre du climat*, Paris, Prisma Media, 2013.

(9) HOMER-DIXON (Thomas), *The Upside of Down, Catastrophe, Creativity and the Renewal of Civilization*, Londres, Souvenir Press, 2007.

(10) JACQUET (Pierre), PACHAURI (Rajendra) & TUBIANA (Laurence), *Regards sur la Terre 2011 : Océans, la nouvelle frontière*, Paris, Armand Colin, 2011.

# L'après-Fukushima : la résilience des centrales nucléaires doit être renforcée

Par Jean-Christophe NIEL \*

**Malgré toutes les précautions prises en matière de conception, de construction et de fonctionnement des installations nucléaires, un accident ne peut jamais être exclu ; il convient donc de prévoir, de tester et de réviser régulièrement les dispositions permettant de faire face à une situation d'urgence radiologique, même la plus improbable.**

**L'Autorité (française) de Sécurité Nucléaire (ASN) veille à la mise en œuvre d'une démarche d'amélioration continue du niveau de sûreté des installations nucléaires pour mieux prévenir les accidents et en limiter les conséquences éventuelles. À la suite de l'accident nucléaire de Fukushima, l'ASN a imposé un renforcement significatif des marges de sûreté notamment par la mise en place d'un « noyau dur » de mesures visant à renforcer la robustesse des installations face à des situations extrêmes.**

## La défense en profondeur pour prévenir les accidents et en limiter les conséquences éventuelles

Le principal moyen de prévenir les accidents nucléaires et de limiter leurs conséquences éventuelles est la « défense en profondeur ». Celle-ci consiste à mettre en œuvre des dispositions matérielles et/ou organisationnelles (parfois appelées « lignes de défense ») organisées en niveaux consécutifs, indépendants les uns des autres et capables de s'opposer au développement d'un accident. En cas de défaillance d'un niveau de protection donné, le niveau suivant prend le relais. Un élément important dans l'indépendance de ces niveaux de défense est la mise en œuvre de technologies de nature différente (on parle de « systèmes diversifiés »).

Pour les réacteurs nucléaires, cinq niveaux de défense en profondeur sont définis :

- ✓ *Premier niveau : la prévention des anomalies de fonctionnement (voire des défaillances) des systèmes de sûreté*

Il s'agit, en premier lieu, de concevoir et de réaliser l'installation nucléaire d'une manière robuste et prudente en intégrant des marges de sûreté et en prévoyant une résistance suffisante au regard des propres défaillances de

l'installation ou contre des agressions extérieures. Cela implique de mener une étude aussi complète que possible des conditions de son fonctionnement normal pour déterminer les contraintes les plus sévères auxquelles ses systèmes risquent d'être soumis. Un premier dimensionnement de l'installation intégrant des marges de sûreté peut alors être établi. L'installation doit ensuite être maintenue dans un état de fonctionnement sûr au moins équivalent à celui prévu lors de sa conception, et ce, grâce à une maintenance adéquate. L'installation doit être exploitée d'une manière éclairée et prudente.

- ✓ *Deuxième niveau : le maintien de l'installation dans le domaine de sûreté autorisé*

Il s'agit de concevoir, d'installer et de faire fonctionner des systèmes de régulation et de limitation qui permettent de maintenir l'installation concernée dans un domaine de sécurité qui reste très éloigné des limites de sûreté. Ainsi, par exemple, si la température d'un circuit augmente, un système de refroidissement doit se mettre automatiquement en route avant que la température n'atteigne la limite autorisée. La surveillance du bon état des matériels et du bon fonctionnement des systèmes fait partie de ce deuxième niveau de défense.

- ✓ *Troisième niveau : la maîtrise des accidents sans fusion du cœur*



© Baptiste Fenouil/REA

« L'installation doit ensuite être maintenue dans un état de fonctionnement sûr au moins équivalent à celui prévu lors de sa conception, et ce, grâce à une maintenance adéquate ». Employé en combinaison de protection, lors d'une visite de contrôle d'agents de l'Autorité de sûreté nucléaire, Le Blayais (France), mars 2012.

Il s'agit ici de postuler le fait que certains accidents choisis pour leur caractère d'« enveloppe » (c'est-à-dire les plus pénalisants à l'intérieur d'une même famille) peuvent se produire, et de dimensionner des systèmes de sauvegarde permettant d'y faire face.

Ces accidents sont en général étudiés en retenant des hypothèses pessimistes, c'est-à-dire en supposant que les différents paramètres les gouvernant sont les plus défavorables que possible. En outre, on applique le critère de la défaillance unique, c'est-à-dire que, dans la situation accidentelle étudiée, on postule en outre la défaillance d'un composant quelconque ; cela conduit à ce que les systèmes intervenant en cas d'accident (systèmes dits de sauvegarde, qui assurent notamment l'arrêt d'urgence et l'injection d'eau de refroidissement dans le réacteur) soient constitués d'au minimum deux voies technologiques différentes à effet redondant.

✓ *Quatrième niveau : la maîtrise des accidents avec fusion du cœur*

Ces accidents ont été étudiés à la suite de celui survenu à Three Mile Island (dans l'État de Pennsylvanie), en 1979. Ils sont désormais pris en compte dès la conception des nouveaux réacteurs, tels que l'EPR. Il s'agit soit d'exclure ce type d'accident, soit de concevoir des systèmes permettant d'y faire face. À la lumière du retour d'expé-

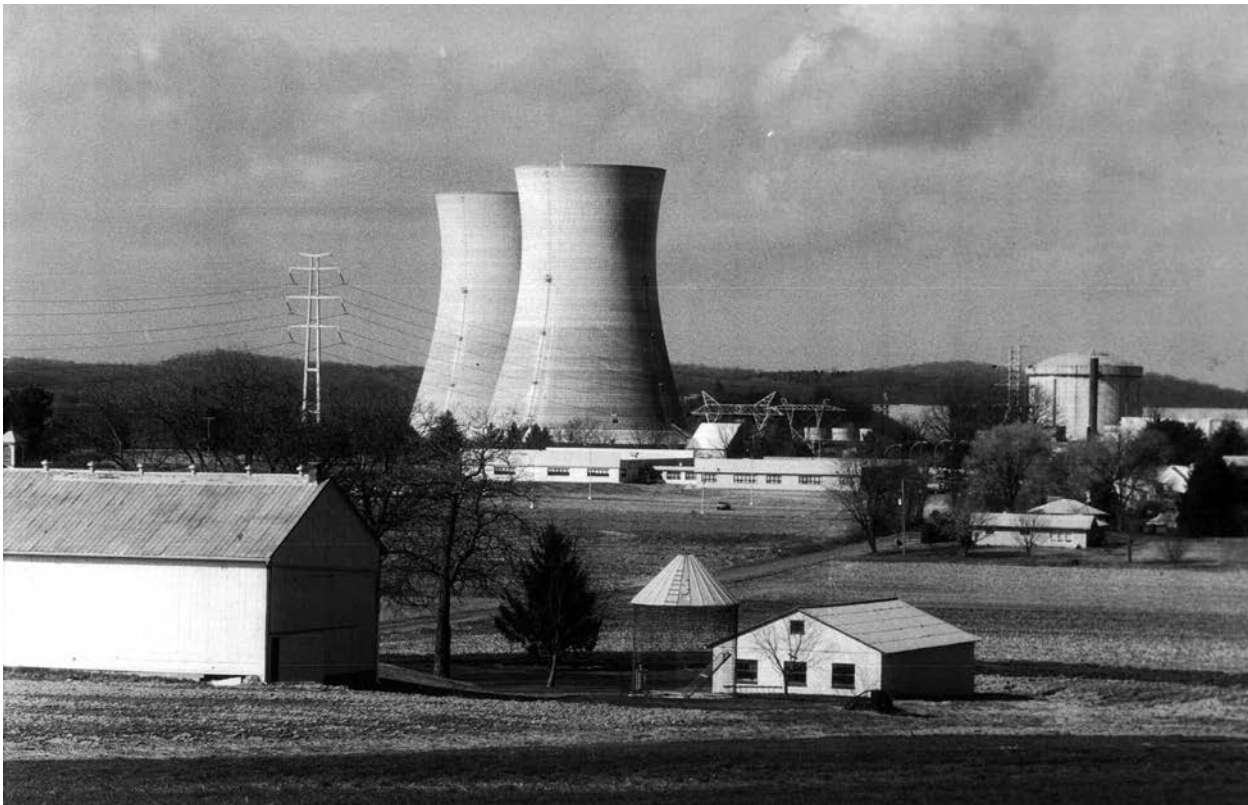
rience de l'accident de Fukushima, l'ASN a prescrit un ensemble de mesures visant à renforcer la prévention et la maîtrise des accidents avec fusion du cœur.

✓ *Cinquième niveau : la limitation des conséquences radiologiques en cas de rejets radioactifs importants*

Il s'agit là de la mise en œuvre de mesures prévues dans les plans d'urgence incluant des mesures de protection des populations : mise à l'abri ; ingestion de comprimés d'iode stable pour saturer la thyroïde et éviter que celle-ci ne fixe l'iode radioactif véhiculé par le panache radioactif ; évacuation ; restriction de consommation d'eau ou de certains produits agricoles ; etc.

### **Le retour d'expérience de l'accident de Fukushima**

Le retour d'expérience participe de la défense en profondeur. Il consiste en la mise en œuvre d'un système fiable de détection des anomalies qui peuvent survenir, telles que des défaillances de matériels ou des erreurs dans l'application de certaines procédures. Ce système doit permettre de détecter de manière précoce tout fonctionnement anormal et d'en tirer les conséquences (notamment en termes d'organisation) afin d'éviter que ces anomalies ne se reproduisent. Le retour d'expérience



© Keith Meyers/The New York Times-REDUX-REA

« Les accidents avec fusion du cœur ont été étudiés à la suite de celui survenu à Three Mile Island (dans l'État de Pennsylvanie), en 1979. Ils sont désormais pris en compte dès la conception des nouveaux réacteurs, tels que l'EPR ». La centrale nucléaire de Three Mile Island (États-Unis), qui a subi un grave accident le 28 mars 1979.

englobe les événements, incidents et accidents qui se produisent tant en France qu'à l'étranger dès lors qu'il est pertinent de prendre ceux-ci en compte pour renforcer la sûreté nucléaire ou la radioprotection dans notre pays.

L'analyse du retour d'expérience approfondi de l'accident de Fukushima (survenu au Japon à la suite du séisme et du tsunami du 11 mars 2011) pourrait prendre une dizaine d'années, comme cela a été le cas pour les accidents de Three Mile Island et de Tchernobyl. Le traitement des suites de tels accidents représente en effet un travail considérable non seulement pour les exploitants d'installations nucléaires, mais aussi pour l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et son appui technique, l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN).

Dès mars 2011, des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) ont été engagées en France, et ce, dans un double cadre : d'une part, dans un cadre européen, avec l'organisation de tests de résistance des centrales nucléaires réalisés par dix-sept pays européens conformément aux souhaits du Conseil européen des 24 et 25 mars 2011, et, d'autre part, dans un cadre national, avec la réalisation (à la demande du Premier ministre, le 23 mars 2011) d'un audit de la sûreté des installations nucléaires civiles françaises au regard des événements de Fukushima Daiichi.

### Les tests de résistance demandés au niveau européen

Le Conseil européen réunissant les chefs d'États et de gouvernements a demandé à la Commission européenne et aux autorités de sûreté nucléaire européennes la réalisation de tests de résistance (en anglais : *stress tests*) consistant à vérifier la robustesse des centrales nucléaires face à des situations exceptionnelles du type de celles ayant conduit à l'accident de Fukushima. Les résultats de ces tests de résistance ont ensuite été examinés au cours d'une revue par les pairs (*Peer review*) menée à l'échelle européenne sous la supervision du Groupe des autorités de sûreté européennes (ENSREG) (1). Cette revue a mobilisé quelque 80 experts (travaillant auprès de 24 États et de la Commission européenne).

Trois domaines ont été définis pour structurer cette revue : a) les événements naturels initiateurs (séisme, tsunami ou conditions climatiques extrêmes), b) la perte des systèmes de sûreté de l'installation (notamment les alimentations électriques et les moyens de refroidissement) et, enfin, c) la gestion d'un accident nucléaire grave.

**Une démarche ouverte et transparente**

L'ASN a été très attentive à ce que l'ensemble de la démarche des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) et des inspections menées à la suite de l'accident de Fukushima soit effectuée de manière ouverte et transparente.

Des représentants du Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN) (2), des Commissions Locales d'Information (CLI) (3) et de plusieurs autorités de sûreté étrangères ont été invités à assister (en tant qu'observateurs) aux réunions techniques et à participer aux inspections ciblées conduites par l'ASN. Ces diverses parties prenantes ont également été destinataires des rapports des exploitants. Certains observateurs ont transmis des contributions à l'analyse des rapports des exploitants, que l'ASN a pris en compte dans ses conclusions.

À chaque étape du processus, qu'il soit européen ou français, l'ASN a rendu publics, sur son site Internet ([www.asn.fr](http://www.asn.fr)), les différents documents produits.

Enfin, l'ASN a publié plusieurs notes d'information et a organisé quatre conférences de presse spécifiquement consacrées à ce sujet. La présentation à la presse (le 28 juin 2012) du rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2011 a également été l'occasion de faire le point sur les suites des ECS.

**Au niveau national, il a été réalisé une étude de sûreté étendue par rapport aux préconisations du cahier des charges européen**

En cohérence forte avec la démarche engagée à l'échelle européenne, l'ASN a réalisé une étude de la sûreté des installations nucléaires françaises (et, en priorité, des centrales nucléaires) au regard de l'accident survenu dans la centrale de Fukushima.

Cette étude a été menée en suivant le cahier des charges élaboré au niveau européen, mais avec deux extensions :

- ✓ d'une part, l'étude menée en France concerne l'ensemble des installations nucléaires, y compris les installations de recherche et les usines du cycle du combustible. Les 150 installations nucléaires françaises ont ainsi été réparties en trois groupes de priorités décroissantes au regard des évaluations complémentaires de sûreté : 80 installations prioritaires (dont toutes les centrales nucléaires et l'usine de retraitement de La Hague) ont été examinées

en 2011 ; un deuxième lot d'installations a fait l'objet, en 2012, de rapports des exploitants (des rapports qui sont en cours d'instruction par l'ASN et par son appui technique, l'IRSN) ; le troisième lot sera examiné au fur et à mesure, notamment à l'occasion des réexamens de la sûreté des installations ;

- ✓ d'autre part, le cahier des charges a été complété par des demandes sur la prise en compte des facteurs sociaux, organisationnels et humains (notamment dans le cadre de la sous-traitance).

**La demande d'un renforcement significatif des marges de sûreté des installations nucléaires françaises**

Dans son rapport sur les évaluations complémentaires de sûreté des installations françaises prioritaires publié le 3 janvier 2012, l'ASN indique que les installations examinées présentent un niveau de sûreté suffisant pour qu'elle ne demande l'arrêt immédiat d'aucune d'entre elles.

**Un exemple de démarche pluraliste : le Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains**

Les facteurs sociaux, organisationnels et humains – ces éléments essentiels de la sûreté –, ont fait l'objet d'une attention particulière lors des évaluations complémentaires de sûreté nucléaire réalisées en France.

À la suite des évaluations complémentaires de sûreté, l'ASN a mis en place un groupe de travail pluraliste sur ces questions, le Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains (CoFSOH). Outre l'ASN, ce comité comprend des représentants institutionnels, des associations de protection de l'environnement, des personnalités choisies en raison de leur compétence scientifique, technique, économique, sociale ou en matière d'information et de communication, des responsables d'activités nucléaires, des fédérations professionnelles des métiers du nucléaire et des organisations syndicales représentatives de salariés.

L'ASN souhaite le développement de ce type de démarche pluraliste qui permet à des parties prenantes de contribuer notamment à l'élaboration de doctrines, à la définition de plans d'actions et au suivi de leur mise en œuvre.

### **Les « noyaux durs », une des principales demandes de l'ASN pour renforcer la robustesse des installations nucléaires face à des situations extrêmes**

Ces noyaux durs doivent permettre de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté des installations nucléaires dans des situations extrêmes. Ainsi, tous les sites devront disposer d'une organisation et de locaux de crise robustes résistant à la survenue d'un événement de grande ampleur touchant plusieurs installations.

Pour les centrales d'EDF, le noyau dur devra comporter des moyens électriques « bunkerisés », qui doivent être en place partout avant 2018. Dès la fin 2013, des groupes diesel de secours supplémentaires devront être installés. Pour ce noyau dur, les exploitants ont remis à l'ASN, à la mi-2012, un dossier détaillé présentant les matériels à ajouter et les échéances associées. L'ASN prendra position sur ces dossiers avant 2014 sur la base des conclusions de l'examen réalisé par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire et par les groupes permanents d'experts pour les réacteurs et les usines nucléaires.

Dans le même temps, l'ASN considère que la poursuite de leur exploitation nécessite d'augmenter, dans les meilleurs délais, leur robustesse face à des situations extrêmes en allant bien au-delà des marges de sûreté dont elles disposent déjà.

L'ASN a donc imposé aux exploitants un ensemble de mesures devant permettre de doter les installations de moyens leur permettant de faire face :

- ✓ à une accumulation de phénomènes naturels d'ampleur exceptionnelle surpassant les phénomènes retenus lors de la conception des installations considérées (ou lors du réexamen de leur sûreté) ;
- ✓ à des situations d'accident grave consécutives à la perte prolongée des sources électriques ou de l'eau de refroidissement, et susceptibles d'affecter l'ensemble des installations d'un même site.

Le 26 juin 2012, l'ASN a ainsi adopté 32 décisions fixant chacune une trentaine de prescriptions complémentaires. Ces décisions visent l'ensemble des installations examinées en 2011 (dont les centrales nucléaires d'EDF, l'ensemble des installations des sites Areva du Tricastin et de La Hague, et certaines installations de recherche exploitées par le CEA et l'Institut Laue-Langevin). Ces mesures vont conduire à un renforcement significatif des marges de sûreté de ces installations au-delà de leur dimensionnement ; en particulier, les exploitants vont devoir mettre en place un « noyau dur » (voir l'Encadré ci-dessus). Ces décisions imposent ainsi aux exploitants la réalisation de travaux considérables impliquant notamment un investissement particulier en matière de ressources humaines et de compétences. Ces travaux, qui ont déjà débuté, s'étendront sur plusieurs années. En ce qui concerne les mesures les plus complexes, dont les échéances sont les plus lointaines, les décisions prises par l'ASN imposent l'adoption de mesures transitoires. L'ASN contrôlera la mise en œuvre de l'ensemble des prescriptions qu'elle a édictées.

S'agissant des installations du deuxième lot (celles jugées moins prioritaires), les rapports des évaluations

complémentaires de sûreté ont été remis à l'ASN par les exploitants en septembre 2012. Les installations concernées comprennent notamment des installations d'EDF en cours de démantèlement, l'installation ITER de recherche sur la maîtrise de la fusion thermonucléaire et l'installation nucléaire de CISBio pour la production de radiopharmaceutiques. L'instruction de ces rapports a été engagée par l'ASN et son appui technique, l'IRSN. L'ASN se prononcera après leur examen par les groupes permanents d'experts, avant la fin de l'année 2013.

Le plan d'action national préparé par l'ASN à la suite de l'accident de Fukushima a fait l'objet, en début d'année 2013, d'une revue croisée (revue par les pairs) au niveau européen. Le rapport de cette revue souligne notamment la caractère complet du plan d'action, l'importance que l'ASN a attachée à la transparence du processus des évaluations complémentaires de sûreté, le caractère ambitieux du contenu et des délais de mise en œuvre des mesures d'amélioration de la sûreté des centrales nucléaires décidées après l'accident de Fukushima, ainsi que la prise en compte, dans le cadre des ECS, des facteurs organisationnels et humains, y compris des conditions de recours à la sous-traitance.

### **Notes**

\* Directeur général de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN).

(1) Créé en mars 2007, l'ENSREG (*European Nuclear Safety Regulators Group*) réunit les responsables d'Autorités de sûreté de l'Union européenne ainsi que la Commission européenne.

(2) Créé par la loi du 13 juin 2006 sur la transparence et la sécurité en matière nucléaire, le Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN) est une instance nationale d'information, de concertation et de débat sur les risques liés aux activités nucléaires. Il est composé d'élus, d'experts et de représentants de la société civile.

(3) Installées auprès des principales installations nucléaires, les CLI (commissions locales d'information) sont des instances locales d'information et de concertation.



## La résilience territoriale : un premier diagnostic

Par Jean-Michel TANGUY \* et Anne CHARREYRON-PERCHET \*\*

**Alors que les territoires sont de plus en plus vulnérables face à des risques d'ordres naturel, technologique ou sanitaire, et que l'on se trouve dans un contexte de mutations économiques et sociales, la résilience territoriale s'impose comme le moyen de dépasser les situations de crise et d'engager les territoires dans une vision à plus long terme qui intègre le risque et s'appuie sur les forces et les potentialités locales. En réactivant les dynamiques territoriales, en impliquant tous les acteurs concernés (élus, acteurs économiques, citoyens) et en faisant preuve d'anticipation, les stratégies de résilience peuvent remettre le territoire en mouvement et lui ouvrir des perspectives de développement. Elles nécessitent au-delà des approches sectorielles de prendre en compte le territoire dans toutes ses dimensions – économiques, sociales et environnementales – à travers une démarche intégrée.**

Le monde change : les territoires sont aujourd'hui soumis à des contraintes variées (sociales, économiques, climatiques, notamment) et souvent difficiles à prévoir, qui conduisent les décideurs à anticiper, mais aussi souvent à agir et à réagir dans l'urgence. Parmi la palette des approches mises en œuvre par les acteurs du territoire pour aborder et structurer leur réflexion stratégique, la recherche de la résilience constitue une démarche récente à la fois innovante, intégratrice et fédératrice.

Une organisation, en l'occurrence un territoire, est dite résiliente si elle est en mesure d'atteindre un état de fonctionnement acceptable lorsqu'elle est soumise à un ensemble de sollicitations qui l'obligent à se transformer. La recherche de la résilience correspond à une démarche intégrée qui couvre l'anticipation de la crise, sa gestion en cas de survenue, ainsi que celle de la post-crise.

Ce n'est pas nécessairement une réponse de résistance ou de remise en état face à un événement ponctuel : la démarche peut en effet s'inscrire dans le cadre d'une transformation progressive due aux forces internes ou externes au système, comme l'effet structurant des réseaux intelligents sur un territoire ou la désindustrialisation d'un site. La résilience peut également résulter d'une stratégie d'adaptation suite à des sollicitations qui peuvent s'exercer sur le court terme (comme la survenue d'une crue exceptionnelle), sur le moyen terme (déprise urbaine, perte de biodiversité) ou sur le long terme (raréfaction de certaines ressources, changement climatique). La

résilience combine donc la robustesse (faite de constance et de résistance face aux évolutions) à l'adaptation (capacité d'accepter et d'intégrer le changement).

Des villes européennes de toutes tailles sont aujourd'hui confrontées à des mutations dont les conséquences se situent tant au plan économique et social (chômage, précarité,...) qu'environnemental (pollution des sols, friches industrielles,...) ou démographique (vieillesse de la population). Face à ces évolutions, les territoires doivent et devront, de plus en plus, à l'avenir, faire preuve de capacités d'anticipation, d'adaptation et de rebond.

Nous présentons ci-après quelques préconisations qui résultent de travaux engagés au Commissariat général au Développement durable allant dans deux directions complémentaires :

- ✓ l'analyse intégrée de stratégies de résilience territoriale : ces travaux visent à mettre en place une approche à la fois transversale et pluridisciplinaire pour élaborer des outils de diagnostic intégrés et dynamiques des sources de vulnérabilité et de résilience d'un territoire donné liées à des risques de natures diverses (naturels, technologiques, sanitaires) et parfois cumulatifs.
- ✓ la résilience urbaine. Il s'agit de proposer des approches, des outils destinés à aider les collectivités à mettre en œuvre des stratégies permettant de faire face à des situations de vulnérabilité économique, sociale ou environnementale.

Ces travaux, pour lesquels nous avons bénéficié de l'apport du CERTU (1) et des CETE (2), s'appuient sur l'analyse d'études de cas (3) présentant des caractéristiques très diverses, sur l'organisation d'ateliers territoriaux (4) et la conduite de nombreux entretiens. L'exploitation de ces matériaux (5) permet de dégager quelques fondamentaux de la résilience territoriale, que nous présentons ci-après.

### Le territoire de résilience

S'agissant des risques naturels, une des premières remarques qui ressort des entretiens est que le territoire de résilience est en général beaucoup plus vaste que le territoire impacté directement par une catastrophe. Cela est bien perceptible pour une crue du type de celle de 1910 qui, bien que se produisant dans la région parisienne, impacterait l'ensemble du territoire national. Le coût des dommages directs, estimé à 20 milliards d'euros, devrait être doublé pour tenir compte de la dégradation des réseaux et des pertes d'exploitation des entreprises sinistrées. De la même manière, si 850 000 personnes seraient en zone inondable, 2 millions subiraient des coupures d'électricité, 2,7 millions rencontreraient des problèmes d'alimentation en eau potable et 5 millions pâtiraient des dysfonctionnements de réseaux.

La résilience doit également être prise en compte à différentes échelles de territoire, et l'emboîtement entre ces différentes échelles est un enjeu essentiel en termes de cohérence territoriale. L'exemple de la région Nord-Pas-de-Calais est particulièrement intéressant : cette région conjugue en effet des initiatives locales prises par certaines collectivités confrontées à des situations de déclin économique, social et démographique, à une démarche portée au niveau régional, puisque la région identifie dans son schéma régional de développement durable du territoire (SRADDT) la résilience territoriale comme l'un des éléments de la vision régionale à l'horizon 2040.

### Les ressources à mobiliser

Pour les villes ou les territoires qui amorcent une sortie de crise, les opérations de relance doivent reposer sur les *capabilités* (6) du territoire, celles-ci relevant de ses capacités de réactivité, de rebondissement, de dynamisme, mais aussi de ses potentialités.

Les travaux menés par le réseau européen URBACT (7), qui regroupe plusieurs villes en déprise, insistent fortement sur la nécessité non seulement de s'appuyer sur les forces locales (en mobilisant les réseaux de solidarité existants et en soutenant les initiatives portées par les acteurs du territoire), mais aussi d'exploiter les potentialités



© AULAB

« L'exemple de la région Nord-Pas-de-Calais est particulièrement intéressant : cette région conjugue en effet des initiatives locales prises par certaines collectivités confrontées à des situations de déclin économique, social et démographique, à une démarche portée au niveau régional ». Vue de la base de loisirs (stade de glisse) aménagée sur le terril de Nœux-les-Mines.

locales en termes de ressources naturelles, de patrimoine (culturel, industriel, paysager) et de réhabilitation de la mémoire collective des habitants.

En réactivant les dynamiques territoriales, les projets de résilience territoriale peuvent favoriser la mise en réseau des acteurs, remettre les territoires en mouvement, retrouver des modes de fonctionnement oubliés et ouvrir des perspectives de développement en se rapprochant de leurs habitants.

Autre élément important, la souplesse de l'adaptation. Il semble important de ne pas figer les transformations urbaines sous prétexte de la réalisation d'un projet : il faut laisser leur place à des évolutions imprévues, à l'inconnu, à la possibilité de saisir de bonnes opportunités pour rebondir, y compris dans des situations qui semblent désespérées. Il faut également aller vers une plus grande « mutabilité » des villes, celle-ci passant par une planification stratégique souple, par des bâtiments davantage modulables et par des infrastructures présentant un caractère réversible.

### Au cœur de la résilience, le citoyen

Quels que soient les cas étudiés, la nécessité de placer le citoyen au centre du dispositif de résilience ressort de manière récurrente. Les politiques publiques ciblent le citoyen souvent au travers des collectivités territoriales, elles ne s'adressent directement à celui-ci que rarement. Ainsi, dans le domaine de la prévention des risques, de l'organisation de la gestion de crise ou de celle de la post-crise, les organismes publics sont en première ligne et le citoyen est dans la plupart des cas considéré comme passif, il est celui que l'on met à l'abri, que l'on indemnise... En conséquence, il n'est pas rare que ce même citoyen se démobilise, s'en remettant totalement aux pouvoirs publics.

Pour rendre le citoyen acteur de sa sécurité, il faut lui donner les moyens de comprendre et d'agir, en le formant, en l'informant et en lui communiquant les informations nécessaires pour qu'il puisse comprendre la situation et agir en conséquence. En France, l'approche « vigilance » (en matière météorologique et de crues) va dans ce sens, et d'autres initiatives sont à souligner. À titre d'exemple, le maire de Figanières, une commune du Var qui a subi de graves inondations en 2010, place l'éducation de ses jeunes citoyens au centre de son dispositif local de prévention. Cette démarche originale d'Information Préventive aux Comportements qui Sauvent (IPCS) vise à sensibiliser la communauté scolaire à une culture partagée du risque reposant sur la responsabilité individuelle.

Le retour d'expérience de la préfecture de Paris suite à l'ouragan Sandy a démontré par ailleurs l'importance des réseaux sociaux (8), qui témoigne d'une évolution culturelle : durant cet épisode cyclonique, 20 millions de tweets et 500 000 photos ont été échangés. Ainsi que le font remarquer les responsables de la préfecture de Paris, « il y avait une gestion de crise, avant Sandy, il y en aura une autre, après Sandy ». Des applications sur téléphones por-

tables sont en cours de développement afin d'informer individuellement les citoyens situés dans des zones à risques, et, réciproquement, d'exploiter les informations publiées par les internautes pendant une crise.

Au-delà de la gestion de crise, l'implication des citoyens dans une stratégie de résilience territoriale est fondamentale. Pour des villes ou des régions en situation de déprise, une des conditions de la réussite des stratégies de résilience tient dans la capacité des habitants à changer de regard, à sortir d'une spirale de déclin pour avoir au contraire une vision positive du futur. C'est également la condition *sine qua non* pour mobiliser les capacités locales et transformer les vulnérabilités en opportunités.

### Une gouvernance partagée

Les interviews réalisées sur le territoire impacté par l'ouragan Xynthia ont montré que l'instauration d'une gouvernance sereine entre tous les acteurs est indispensable pour l'élaboration d'un projet de territoire qui soit pensé dans sa globalité.

Les catastrophes environnementales se produisent de manière aléatoire et ponctuelle. Même si des traces mémorielles sont conservées dans les sites touchés, les capacités d'oubli renvoient le retour de ce type d'événement à un passé révolu. Sur les sites de risque de catastrophe avéré qui n'ont pas encore subi de catastrophe, les enquêteurs ont mis en évidence un fort sentiment de déni ; leurs recommandations s'orientent donc vers une intégration du risque très en amont, dès la phase de planification du territoire concerné.

Une culture du risque partagée doit être construite en recourant à un vocabulaire commun intégrant la connaissance des outils mobilisables.

Le rôle de chacun des acteurs mérite également d'être précisé pour renforcer la résilience du territoire : le maire, qui est proche de ses concitoyens, doit se placer en animateur, en facilitateur, en gestionnaire du risque dans sa commune afin d'encourager le développement des capacités de réactivité et d'initiative de ses administrés. Des exercices réguliers doivent être organisés pour maintenir une bonne implication des citoyens.

Les acteurs économiques comme les acteurs sociaux ont également un rôle majeur à jouer. Pendant la phase de reconstruction consécutive à une catastrophe, c'est eux qui vont favoriser un retour à une situation acceptable. Il convient ainsi de travailler avec les opérateurs des infrastructures (routes, eau, électricité, gaz, téléphone...) de manière à ce qu'ils puissent continuer leurs activités, évitant ainsi la dégradation de leur patrimoine et leur permettant ainsi de poursuivre leurs missions de service auprès de la population.

De manière générale, la gouvernance partagée apparaît clairement comme une des conditions de la réussite d'une stratégie de résilience territoriale. Dans des sites particulièrement touchés par le déclin démographique et/ou par des difficultés économiques et sociales, l'implication de tous les acteurs concernés dans la vie locale est



© Bruno Landreau

« Les interviews réalisées sur le territoire impacté par l'ouragan Xynthia ont montré que l'instauration d'une gouvernance sereine entre tous les acteurs est indispensable pour l'élaboration d'un projet de territoire qui soit pensé dans sa globalité ». Inondations subies par le village de Port des Barques suite à la tempête Xynthia, Charente-Maritime.

parfois le seul moyen d'assurer la permanence de certains services (commerces, poste, éducation,...). Leur mobilisation autour d'un projet de redynamisation locale et leur contribution à sa mise en œuvre sont déterminants, comme le montrent bien les travaux d'URBACT portant sur des villes européennes en déprise, que nous avons cités précédemment.

### **La nécessité de mettre en place des stratégies intégrées**

Il ressort très nettement des études de cas que nous avons menées que la gestion des risques (prévention, gestion des crises et celle des post-crisis) doit s'inscrire dans un projet de dynamique territoriale qui dépasse le risque. Cette constatation s'applique également à tous les sites confrontés à des situations de vulnérabilité économique, sociale ou environnementale.

Il s'agit, en premier lieu, de changer de regard, c'est-à-dire de considérer le risque ou la déprise non plus comme une fatalité, mais comme une opportunité, un atout de développement, en misant sur les potentialités de rebond de la population. C'est ce qui a été fait à Altena, en

Allemagne, où la rivière Lenne (affluent de la Ruhr et sous-affluent du Rhin), perçue comme une menace suite à de nombreuses inondations, a été réaménagée pour en faire une aménité urbaine contribuant à l'attractivité de cette ville (9). C'est la même démarche qui est engagée aujourd'hui à Bruay-La-Buissière, dans le Nord-Pas-de-Calais, avec la restructuration de cette cité minière récemment classée au Patrimoine mondial de l'humanité par l'Unesco, en la dotant d'équipements touristico-culturels.

Face à la complexité des systèmes territoriaux, et en particulier en zone urbaine, ces projets nécessitent de mettre en place des approches intégrées, c'est-à-dire de dépasser les approches sectorielles traditionnelles pour favoriser les interactions et les synergies entre les différentes politiques. Ainsi, des projets de territoire peuvent être mis en œuvre qui combinent des actions en matière d'occupation des sols, de gestion des ressources, de prévention des risques, de construction, de développement économique local et d'accessibilité sociale.

Ainsi, le dispositif PAPI (10), qui permet la mise en œuvre d'une politique globale de prévention des inondations pensée à l'échelle du bassin, est-il articulé avec les

documents de planification stratégique à l'échelle locale (PLU, PPR, PLH, PDU...). Comme cela a été mentionné précédemment, ces projets nécessitent d'avoir une vision du futur et d'associer toutes les parties prenantes.

Dans ce cadre, la résilience s'impose aujourd'hui comme un axe fort des politiques menées au niveau territorial. Elle permet certes de faire face aux chocs et aux imprévus, mais aussi d'anticiper sur des transformations qui affecteront les territoires du fait de dérèglements climatiques, de la mondialisation de l'économie et du vieillissement démographique.

La recherche de la résilience oblige les territoires à se doter d'une gouvernance qui associe toutes leurs forces vives afin de mettre en œuvre des stratégies intégrées autour de projets fédérateurs. Elle leur permet de s'engager dans des approches tournées vers l'avenir et constitue de ce fait un levier important de la future stratégie de transition écologique.

### Notes

\* Conseiller du directeur de la Recherche et de l'Innovation au ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

\*\* Chargée de mission stratégique Ville durable – Commissariat général au Développement durable – Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE/CGDD).

(1) Centre d'étude sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques.

(2) Centre d'études techniques de l'Équipement.

(3) S'agissant de l'action « Analyse intégrée de résilience territoriale (AIRT) », les cas étudiés répondaient aux quatre thématiques ci-après :

- ✓ celle des sites ayant subi des catastrophes naturelles et/ou technologiques,
- ✓ celle des sites sous surveillance en raison d'un risque avéré,
- ✓ la région parisienne avec la probable survenue d'une crue du type de celle de 1910,
- ✓ celle du territoire impacté par la tempête Xynthia en Charente-Maritime.

L'action portant sur la résilience urbaine s'est centrée sur des cas de villes moyennes en déclin, où les vulnérabilités se conjuguent, par exemple, suite à des mutations économiques (Roanne, Saint-Étienne) ou à la fermeture de casernes (Laval).

(4) Ateliers organisés par la DGALN (Direction générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature – Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie).

<http://www.territoires.gouv.fr>

(5) Disponibles sur WIKHYDRO pour la partie AIRT  
<http://wikydro.developpement-durable.gouv.fr> « AIRT ».

(6) Le terme de « capabilité », adapté de l'anglais *capability*, est issu des travaux de l'économiste indien Amartya Sen (qui a reçu le prix Nobel d'Économie en 1998).

(7) Voir SCHLAPPA (Hans) & NEILL (William JV), "From crisis to choice: re-imagining the future in shrinking cities", *document URBACT*, mai 2013.

(8) Voir WIKHYDRO : <http://wikydro.developpement-durable.gouv.fr> "Sandy".

(9) SCHLAPPA (Hans), "Shrinking cities: challenges for Policy and practice", *The URBACT Tribune*, novembre 2012.

(10) Programmes d'Actions de Prévention contre les Inondations.

# Vulnérabilité et résilience des réseaux face aux risques naturels

Par Laurent WINTER \*

**Plusieurs grandes catastrophes naturelles survenues récemment en Europe et dans le monde ont mis en lumière la vulnérabilité des sociétés modernes aux phénomènes naturels de grande intensité, le développement technologique et l'interdépendance entre réseaux pouvant constituer à cet égard des facteurs aggravants. Les pouvoirs publics, qui ont jusqu'ici privilégié une approche par la limitation des droits à construire, et les opérateurs de réseaux ont pour mission d'assurer dans les situations de crise la satisfaction des besoins essentiels de la population et la reprise la plus rapide possible de l'activité économique, éventuellement en mode dégradé. Or, si certains risques « classiques » (comme les inondations et les séismes) sont maintenant bien pris en compte par les acteurs, des perturbations climatiques croissantes en fréquence et en intensité (tempêtes, précipitations abondantes, températures extrêmes) constituent autant de risques émergents face auxquels les stratégies de résilience restent à être affinées. En outre, l'évaluation socio-économique des programmes de résilience appelle des approfondissements.**

Les grandes catastrophes récentes – séisme de Kobé (Japon, janvier 1995), ouragan Katrina (Louisiane, États-Unis, août 2005), tsunami et accident nucléaire de Fukushima (Japon, mars 2011), ouragan Sandy (New York et New Jersey, États-Unis, octobre 2012)... – ont mis en lumière la vulnérabilité des grandes agglomérations et des technologies modernes pourtant réputées les mieux sécurisées vis-à-vis des aléas naturels, et ont suscité un regain d'intérêt de la part du public pour les notions de « vulnérabilité » et de « résilience », au-delà des cercles étroits des seuls experts.

Aussi, est-il surprenant que les conséquences de ce type d'événements (ou d'événements de moindre gravité, comme les tempêtes de décembre 1999 en Europe occidentale) sur les réseaux de transport et de distribution d'énergie, d'eau, de transports de personnes et de marchandises... n'aient toujours pas donné lieu, à ce jour, à une revue d'ensemble, en France en tout cas.

Les quelques études réalisées jusqu'ici n'ayant porté que sur des réseaux particuliers (télécommunications, distribution électrique), il est apparu utile au Conseil général de l'Environnement et du Développement durable (CGEDD) de procéder à une revue plus large (sans prétendre à l'exhaustivité) portant sur un ensemble de réseaux « structurants », tant du point de vue de l'activité économique que

de celui des services essentiels à apporter à la population et relevant du périmètre de compétence du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE). En outre, une telle démarche plus globale doit permettre de faire apparaître des interactions croisées entre réseaux différents et des risques de défaillances en cascade. Bien que cette revue ne soit pas totalement finalisée au moment de la rédaction du présent article, il est toutefois possible d'en tirer d'ores et déjà quelques enseignements.

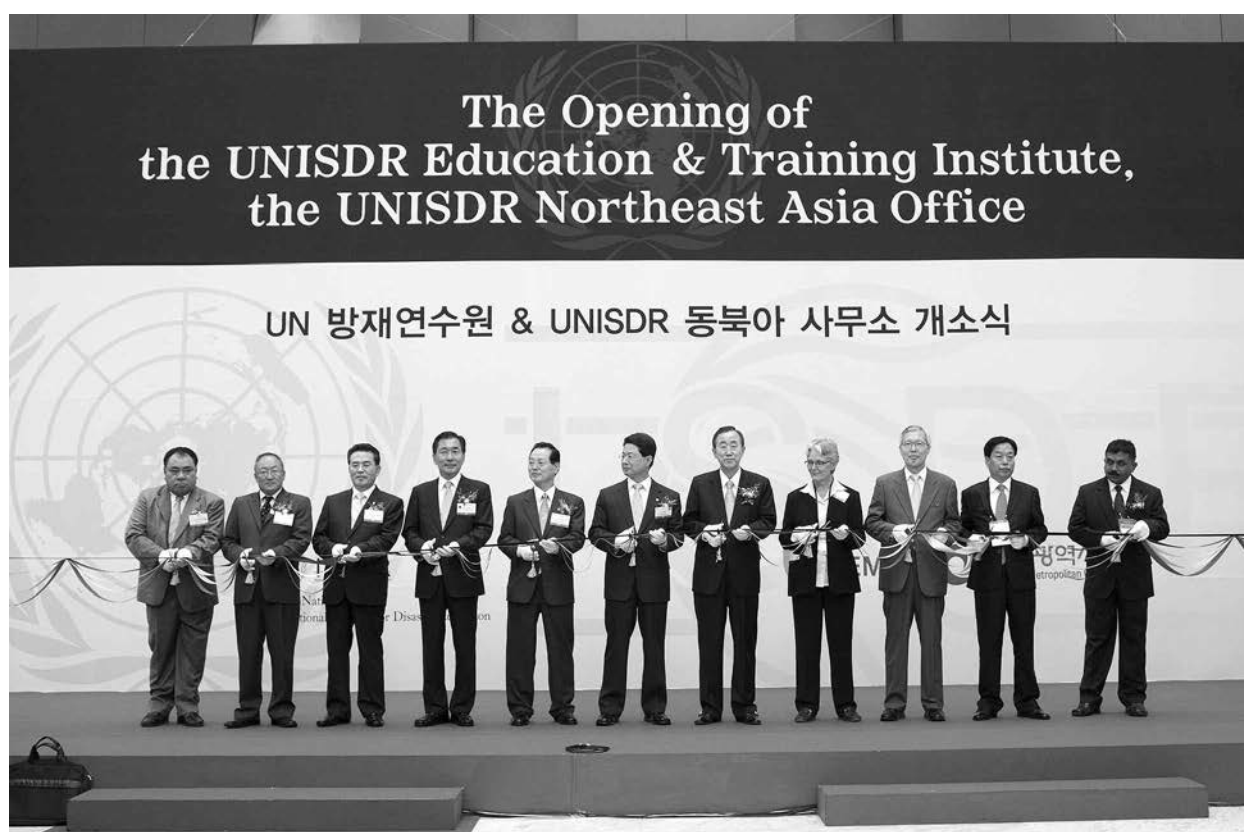
## La variété des définitions des concepts de vulnérabilité et de résilience

En premier lieu, les concepts de vulnérabilité et de résilience ont reçu différentes définitions. Les définitions les plus fréquemment utilisées de ces concepts sont celles qu'en donne la norme ISO 73 :

« Vulnérabilité : propriété intrinsèque de quelque chose constituant une source de risque pouvant induire une conséquence ».

« Résilience : capacité d'adaptation d'un organisme dans un environnement complexe et changeant ».

Plus récemment (2009), l'UNISDR (1) a donné de nouvelles définitions de ces concepts.



© Eskinder Debebe / UN Photo

« Plus récemment (2009), l'UNISDR a donné d'autres définitions des concepts de vulnérabilité et de résilience ». Le Secrétaire général de l'ONU, Ban Ki-Moon, inaugurant l'Institut de formation de l'UNISDR pour l'Asie du Nord-Est, Incheon (Corée du Sud), août 2009.

### Le droit applicable en la matière émane de sources juridiques nationales et communautaires

Alors que les catastrophes naturelles et leurs effets sur les territoires et sur les réseaux d'infrastructures ont longtemps été considérés comme des fatalités, les crues de très grande ampleur de l'Elbe et du Danube (en août 2002), qui ont affecté plusieurs pays d'Europe centrale ou orientale, ont fourni à la Commission européenne l'occasion de se saisir de la question et de proposer un nouveau paradigme face à un risque d'inondation dépassant les frontières nationales.

Selon ce paradigme énoncé dans la directive « inondations » 2007/60/CE du 23 octobre 2007, qui est, depuis mars 2011, entièrement transposée dans le droit français (Code de l'environnement et Code de l'urbanisme), il appartient à chaque État membre d'élaborer une stratégie nationale contre les inondations et de conduire une démarche préventive en trois étapes (évaluation préliminaire des risques d'inondation, établissement de cartes de risques et de plans de gestion des risques) qui conduit à un zonage des territoires à risque identifié. L'engagement de la solidarité de l'Union européenne envers un État membre touché par une inondation est conditionnée par la mise en œuvre progressive par celui-ci de cette stratégie de résilience.

Dans les zones à risques, qui doivent à terme être couvertes exhaustivement par des plans de gestion des risques d'inondation (PGRI), les autres documents d'urbanisme (ScoT (schéma de cohérence territoriale), PLU (plan local d'urbanisme)) doivent être mis en conformité avec ces PGRI. Toutefois, la transposition de la directive précitée dans le droit national français a porté prioritairement sur l'urbanisme et la construction, les réseaux d'infrastructures n'ayant pas fait l'objet de dispositions spécifiques.

De la même manière, le Code de l'environnement prescrit pour l'ensemble des risques naturels prévisibles (dont il donne une liste non exhaustive) l'établissement de plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR). Il s'agit là encore d'un zonage assorti de règles d'urbanisme restrictives en fonction des risques identifiés ; les réseaux et les ouvrages ne font pas davantage l'objet d'un traitement particulier. La liste des risques naturels (2) ne mentionne pas certains risques pourtant récurrents et à forte incidence sur le fonctionnement de certains réseaux, comme les chutes de neige ou les températures extrêmes.

Le Code de la sécurité intérieure, dans ses articles L. 732-1 et L. 732-2, fait une mention explicite des réseaux répondant aux besoins prioritaires de la population qu'il est impératif de satisfaire en temps de crise. La loi cite ainsi « les exploitants d'un service, destiné au public, d'assainissement, de production d'eau pour la consommation humaine, d'électricité ou de gaz, ainsi que les opérateurs de

réseaux de communications électroniques ouverts au public », auxquels elle enjoint de prendre les mesures nécessaires afin de faire face aux besoins prioritaires de la population dans des situations de crise. On relèvera que les réseaux de transport de personnes (routes, réseaux ferrés, voies d'eau, ports et aéroports) ne figurent pas dans cette liste.

### **L'organisation des pouvoirs publics en cas de crise répond au principe de subsidiarité**

Chaque échelon territorial gère la crise à son niveau, ne faisant appel à l'échelon immédiatement supérieur que lorsque l'envergure de la crise excède les limites de son territoire. Cette organisation *bottom up* vise, en priorité, à protéger les populations et à satisfaire leurs besoins essentiels et, secondairement, à assurer la continuité des activités économiques. Elle part de la commune, dont le maire établit le plan communal de sauvegarde (PCS), et remonte dans les échelons territoriaux successifs :

- ✓ le préfet, à l'échelon départemental, qui s'appuie sur son directeur de cabinet et sur le Service interministériel des Affaires civiles et économiques de défense et de la Protection civile (SIACEDPC),
- ✓ le préfet de zone de défense et de sécurité (ZDS), qui s'appuie sur le délégué ministériel de zone (la Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement – DREAL),
- ✓ le niveau gouvernemental, avec le Secrétariat général de la Défense et de la Sécurité nationale (SGDNS), et avec, dans chaque ministère, le Haut fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS), qui est également le secrétaire général ministériel. Au MEDDE, le directeur général de la Prévention des risques (DGPR) définit la stratégie de résilience de l'État à l'égard de l'ensemble des risques naturels et technologiques, et en impulse la mise en œuvre sur le territoire en liaison avec les opérateurs de réseaux et leurs tutelles techniques.

### **Le réseau scientifique et technique (RST) du MEDDE apporte son concours aux pouvoirs publics et aux opérateurs de réseaux dans la prévention et dans la gestion des crises**

Un ensemble d'organismes du RST (3) ministériel (qui seront regroupés à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2014 au sein du Centre d'études et d'expertises sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement – CEREMA), ainsi que le Bureau des recherches géologiques et minières (BRGM), l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR) et l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), ont développé, chacun dans un domaine qui lui est propre, une expertise sur l'évaluation des aléas, sur la vulnérabilité des réseaux et sur les solutions de réduction de cette vulnérabilité.

Ainsi, par exemple, le CETE (Centre d'Étude Technique de l'Équipement) Méditerranée (qui sera prochainement intégré dans le CEREMA – voir plus haut) est un pôle de compétence dans les domaines de la vulnérabilité des ouvrages et des réseaux aux risques sismiques et hydrauliques, et de la gestion des situations d'urgence. L'INERIS s'intéresse plus particulièrement aux installations industrielles, notamment aux installations classées pour la protection de l'environnement – ICPE (y compris les réseaux de canalisations enterrées ou aériennes), ainsi qu'aux interactions entre risques naturels et risques technologiques.

L'INERIS peut, en vertu d'une convention spécifique, apporter son appui aux DREAL dans la gestion de situations d'urgence sur simple demande de celles-ci. Il paraît souhaitable, dans un souci d'efficacité, qu'un tel dispositif soit étendu à l'ensemble du RST, ce qui n'est pas le cas actuellement.

### **Quelques enseignements de la mission du CGEDD sur la résilience**

La mission a procédé à des auditions des administrations concernées, ainsi qu'à celles d'un certain nombre d'opérateurs de réseaux présents sur l'ensemble du territoire national (réseaux routier et autoroutier, réseau ferré national, voies navigables, aéroports, ports maritimes, transport et distribution d'électricité) ou à l'intérieur de l'agglomération parisienne (réseau métropolitain), en raison de l'importance économique et du poids démographique de cette dernière. Sans prétendre à l'exhaustivité, on trouvera ci-après quelques points importants qui sont ressortis de ces différents entretiens.

*L'approche des risques naturels et technologiques par les pouvoirs publics (notamment par la direction de la Sécurité civile et par la DGPR) a légitimement privilégié la sécurisation des populations ; cela se traduit essentiellement par des restrictions de droits à construire dans les documents d'urbanisme. Un traitement adéquat des risques affectant l'intégrité des réseaux d'infrastructures et les services qu'ils assurent appelle l'apport de compléments à cette politique.*

Ainsi, par exemple, le récent cadre d'actions pour la prévention du risque sismique (publié en début d'année 2013) ne mentionne que très ponctuellement les réseaux dans son Action 22b, qui s'intitule : « Poursuivre le recensement et le diagnostic des bâtiments, ponts et équipements nécessaires à la gestion de crise ».

La liste (non exhaustive) des risques identifiés par le portail Internet de la DGPR se rapproche de celle figurant en annexe de la loi prescrivant les plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR), sans complètement coïncider avec elle. Or, cette liste paraît mal adaptée à la problématique de la résilience des réseaux : ainsi, par exemple, le risque de tempête (non mentionné) est plus significatif que le risque des feux de forêts qui lui n'a jamais été cité, et le risque de tsunami en France métropolitaine y apparaît marginal et localisé. De même, les



températures extrêmes (notamment des périodes caniculaires prolongées) auxquels sont pourtant sensibles les équipements électroniques dont l'usage se généralise dans les réseaux, ne sont pas répertoriés comme risques dans la loi précitée relative aux PPR.

*Le risque d'inondation est celui qui concerne la plus grande surface du territoire national, et c'est aussi celui qui est le mieux pris en compte dans les zonages et dans la planification de la mobilisation des opérateurs en cas de crise. Toutefois, les conséquences d'une crue centennale de la Seine sur l'agglomération parisienne seraient profondes et inévitables, et le retour à une situation normale prendrait plusieurs mois. Il en irait de même, mais avec des effets plus limités, d'une crue centennale du Rhône et de la Saône.*

Les risques « classiques » bien cartographiés, notamment le risque d'inondation et le risque sismique, sont pris en compte par les pouvoirs publics (dans leur planification spatiale à travers les PPR) et par les opérateurs (dans leurs plans de mise en sécurité) d'une manière qui apparaît satisfaisante. Toutefois, la gestion d'une crue « centennale » de la Seine (*a fortiori*, d'une crue de type 1910) aurait des conséquences profondes pour la vie quotidienne des habitants et la continuité des activités économiques dans une partie importante de l'agglomération allant bien au-

delà des seules zones submergées. Certes, la crue serait annoncée par avance à la population et la montée des eaux serait lente. Mais la décrue le serait également et les effets de l'inondation seraient longs à résorber.

*La prise en compte de l'émergence de nouveaux risques liés au changement climatique et/ou à l'évolution technologique et celle de l'intensification de risques connus restent à approfondir.*

À cet égard, on peut citer :

- ✓ le risque de submersions marines lié à l'élévation continue du niveau de la mer qui impose de reconsidérer le dimensionnement des ouvrages côtiers (notamment des digues de protection) ;
- ✓ des phénomènes de plus en plus récurrents, comme les températures extrêmes prolongées (fortes chaleurs, vagues de froid, gel), qui affectent plus particulièrement la fiabilité des composants électroniques, voire provoquent leur défaillance, alors même que les infrastructures (transmissions, *smart grids*, signalisation, équipements de sécurité...) et les matériels de transport recourent de plus en plus massivement à ces composants ;
- ✓ les tempêtes et les cyclones (ces derniers ne concernant pour l'instant que les DOM), dont l'incidence



© World's Graphic Press/ BHVP-ROGER-VIOLLET

*« La gestion d'une crue « centennale » de la Seine (a fortiori, d'une crue de type 1910) aurait des conséquences profondes pour la vie quotidienne des habitants et la continuité des activités économiques dans une partie importante de l'agglomération allant bien au-delà des seules zones submergées ». Soldats sauveteurs lors de la crue de la Seine en 1910, Paris.*

concerne toutes les infrastructures « hors sol » et dont la fréquence comme l'intensité semblent croître ;

- ✓ enfin, les chutes de neige importantes, notamment dans des régions mal pourvues en moyens matériels d'intervention, peuvent, même si elles n'altèrent pas les infrastructures proprement dites, paralyser pour une période plus ou moins longue le fonctionnement des réseaux, comme l'a démontré l'épisode neigeux de décembre 2010 en région parisienne.

*Les réseaux de transport et de distribution d'énergie (électricité, gaz, hydrocarbures) comme ceux de communications électroniques (opérateurs de téléphonie fixe, de téléphonie mobile et Internet) apparaissent structurants pour la résilience de l'ensemble des autres réseaux, (notamment des réseaux de transport, d'eau et d'assainissement, de santé) et pour satisfaire les besoins essentiels de la population en conditions dégradées.*

Ce point, qui fait l'objet d'un consensus de la plupart des acteurs rencontrés, a été mis en évidence tant à l'occasion d'exercices « sur table » (comme l'exercice « En Seine » organisé par la Préfecture de Police de Paris en 2010) que lors de crises réelles (comme l'ouragan Sandy, en 2012, dans l'agglomération new-yorkaise). Par ailleurs, ce même point fait actuellement l'objet de travaux menés sous l'égide du Secrétariat général de la Défense et de la Sécurité nationale (SGDSN). Pour un opérateur de réseau, le recours à un opérateur de téléphonie mobile unique risque de le fragiliser en cas de crise : la redondance en la matière doit donc être encouragée.

*Si chaque opérateur a pris la mesure de la problématique risques (et notamment des risques naturels) pour ce qui le concerne et s'il améliore en permanence la sécurité de ses opérations, en revanche, la coopération entre opérateurs différents ne s'établit pas naturellement, comme en témoignent les simulations de crises et les crises réelles. Des exercices de simulation, mettant en jeu les pouvoirs publics ainsi que l'ensemble des opérateurs de réseaux, devraient être organisés plus systématiquement, et leurs retours d'expérience devraient être partagés entre les divers acteurs et être largement diffusés.*

Les interdépendances entre les divers réseaux sont encore insuffisamment perçues et les pouvoirs publics seront amenés à affirmer leur rôle de coordination dans la gestion des crises. Par ailleurs, les retours d'expérience tant des exercices que des crises réelles ne semblent pas faire l'objet d'une diffusion ni d'une capitalisation suffisantes. Le CGEDD pourrait jouer un rôle plus affirmé dans cette double mission de diffusion et de capitalisation (entendue respectivement comme la mise en commun d'expériences et la constitution d'un corps de doctrine en constante évolution).

*La réflexion sur les enjeux économiques de la résilience des réseaux reste à approfondir tant par les opérateurs eux-mêmes que par leurs tutelles respectives.*

Cette problématique, étonnamment peu présente actuellement, repose tout autant sur les pouvoirs publics (l'étude d'impact d'une nouvelle réglementation en matière de sécurité devrait comporter un bilan prévisionnel de ses coûts et de ses bénéfices attendus) que sur les opérateurs de réseaux, qui se sentent pour l'instant assez peu concernés par cette réflexion, se considérant avant tout comme des exécutants d'une stratégie impulsée par l'État. En outre, ces derniers doivent élargir leurs évaluations prévisionnelles au-delà de leur périmètre propre, afin de permettre une prise en compte des coûts directs et indirects, pour la collectivité prise dans son ensemble, d'une défaillance (voire d'une rupture) de leur réseau entraînée par la concrétisation d'un aléa naturel.

## Notes

\* Ingénieur général des Ponts, des Eaux et des Forêts (IGPEF), Conseil général de l'Environnement et du Développement durable, ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

(1) *United Nations International Strategy for Disaster Reduction.*

(2) Inondations, mouvements de terrain, avalanches, incendies de forêts, séismes, éruptions volcaniques, tempêtes, cyclones.

(3) Le SETRA (Service d'Études techniques des Routes et Autoroutes), le CERTU (Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les Constructions publiques), le CETMEF (Centre d'Études Techniques Maritimes et Fluviales) et les huit CETE (Centres d'Études Techniques de l'Équipement).

## La résilience des sociétés vue au travers du prisme des assurances : une comparaison internationale

Par Roland NUSSBAUM \*

**L'assurance est le principal outil financier à la portée des ménages et des entreprises pour renforcer leur résilience aux catastrophes (UNISDR, 2013). Pourquoi, à niveaux de vie et à profils de risque équivalents, les habitants, les acteurs économiques et les territoires se trouvent-ils néanmoins placés dans des situations de capacité de résilience aussi différentes ? Peut-on expliquer ces écarts par les caractéristiques locales de l'assurance (par le degré de pénétration du marché, notamment) ? L'histoire se répète : désormais, après chaque catastrophe d'envergure, ces questions ravivent, au plan national, mais aussi, désormais, au niveau de l'Union européenne, un débat de société qui vise à rendre ce service financier accessible et abordable pour tous, mais aussi capable d'inciter à une prévention plus adaptée. Quelques pistes de comparaisons internationales sont proposées ici, avant de conclure sur la capacité de l'action internationale à faire bouger les lignes en matière de partage des risques.**

Pour un enjeu vulnérable, il est certes souhaitable de réduire d'abord son exposition aux aléas, avant de chercher à en transférer le risque résiduel. Toujours est-il que presque partout dans le monde le service d'assurance est consommé à l'instar d'un « produit de résilience » face aux désastres.

Dans les pays les plus déshérités de la planète, ce service fait son apparition pour amortir les conséquences économiques des pertes de revenus liées aux aléas climatiques ou à d'autres facteurs aléatoires pesant sur les récoltes, le cheptel et la santé des exploitants agricoles eux-mêmes (GFDRR-UNISDR, 2010).

Dans les sociétés plus développées, la couverture assurancière portera aussi sur les dommages directs causés aux habitations ou aux locaux dans lesquels s'exerce une activité économique.

*A fortiori*, les garanties « pertes d'exploitation » et « carences de fournitures » (ou « carences de clients »), comme les couvertures « homme clé » ou de « bonne fin » d'un projet sont des exemples emblématiques (bien que peu souscrits encore, même par les acteurs économiques les plus aisés) de cette gamme de produits conçus par construction pour améliorer la capacité de résilience, avant même que cette notion, prise dans cette acception, ne se soit imposée à la gestion des risques.

L'offre d'assurance s'inscrit dans une palette de financements *ex-ante* ou *ex-post* de la reconstruction. Les

financements *ex-ante* autres que l'assurance sont globalement minoritaires en volume, qu'ils proviennent de sources gouvernementales (telles que les fonds d'indemnisation nationaux (1), lorsqu'il en existe) ou intergouvernementales (tel que le fonds de solidarité de l'Union européenne (FSUE), doté d'un milliard d'euros par an pour les dépenses non assurées de remise en état des dommages dans les secteurs de l'éducation, de la santé, de l'eau, de l'énergie des transports et des télécommunications). Les financements *ex-post* de sources privées proviennent d'abord, et, dans tous les cas, de l'auto-assurance, c'est-à-dire de la prise en charge par la victime elle-même de tout ou partie du coût du dommage (franchises, limitations d'indemnités), mais ils proviennent aussi de dons ou d'aides en nature apportés par la Croix Rouge, par d'autres ONG et, en dernier ressort, par des crédits bancaires.

Enfin, l'histoire a montré à quel point les victimes comptent, dans ce domaine, sur les sources publiques, assimilées dans leur esprit à la Providence ou à la solidarité nationale, territoriale, clanique ou familiale : allocation de ressources budgétaires exceptionnelles de l'État levées par l'impôt ou par la voie d'emprunts, financements intergouvernementaux (tels que les fonds structurels de l'Union européenne), prêts et cautionnements d'aide à la reconstruction accordés à des États et à des collectivités territoriales par des institutions de financement interna-

tional de la reconstruction, telles que la Banque Mondiale et les Banques régionales de développement.

Mais la répétition des crises financières s'ajoutant à celle des événements catastrophiques font que les États et ces institutions sont devenus des promoteurs de systèmes d'assurance, au même titre que celles-ci promeuvent le renforcement de la capacité de résilience des pays bénéficiaires (IPCC, 2011).

### Un service financier vertueux

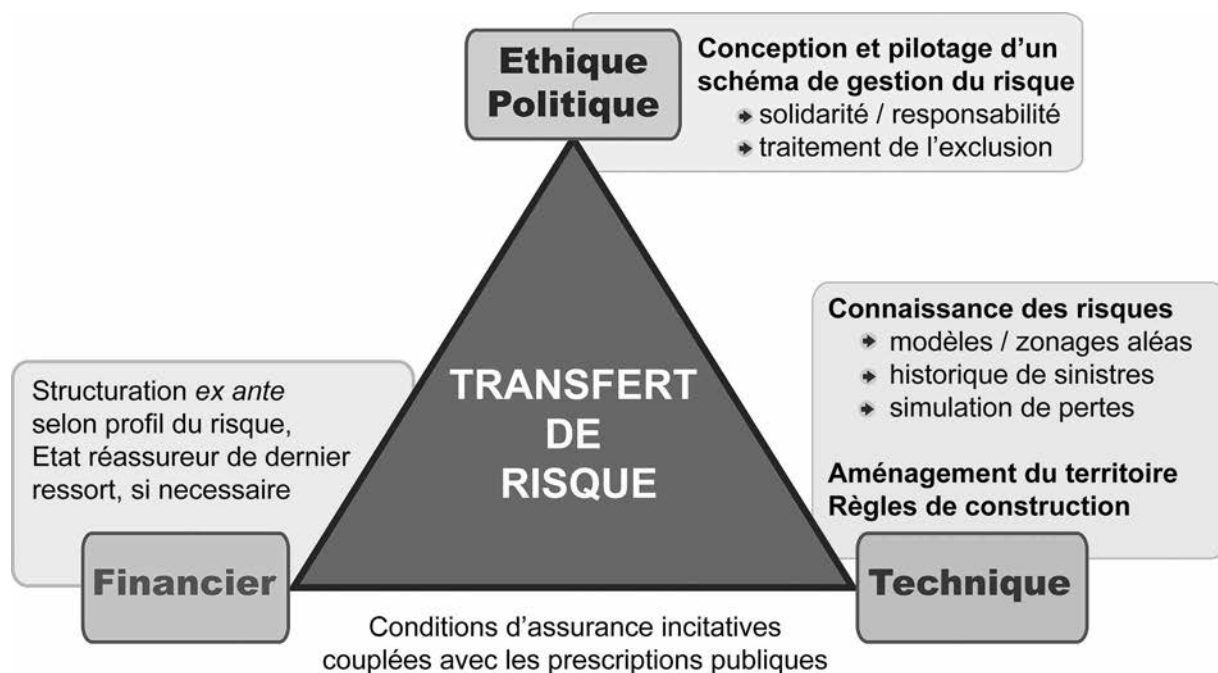
Dans ses garanties les plus courantes (comme celle des biens à usage d'habitation contre les risques d'inondation ou de séisme, par exemple), l'assurance catastrophes peut revêtir différentes formes telles que l'assurance de marché (en Allemagne ou au Royaume-Uni, notamment), le régime de « partenariat public-privé » (en Belgique, en Espagne, en France...), la micro-assurance (en Roumanie, en Algérie) ou un système étatique (au Danemark ou aux États-Unis).

Elle peut aussi s'articuler avec des pools de capacité et/ou de gestion de sinistres (en Norvège, en Nouvelle Zélande, en Turquie...) ou encore à de la (ré)assurance paramétrique destinée à renflouer en trésorerie de première nécessité les États affectés par un désastre (comme le *Caribbean Catastrophe Risk Insurance Fund* ou son pendant des îles du Pacifique Sud).

Les comparaisons internationales sont difficiles à effectuer. Certaines ont été entreprises notamment entre des pays sinistrés récemment (NUSSBAUM, 2011). L'annuaire des systèmes avec intervention de l'État, dont l'élaboration a été entreprise par le *Consortio de Compensacion de Seguros*, ne se pose pas explicitement la question de la résilience (World Forum of Catastrophe Programmes, 2008).

Les spécificités du service d'assurance exprimées dans le pré-requis de l'« assurabilité » font pourtant des assurances un moyen de financement vertueux de la résilience. Ces spécificités résident dans la maîtrise des asymétries d'information (anti-sélection (2) et aléa moral (3)) et dans sa fonction d'incitation économique à la prévention des risques des acteurs individuels (par les tarifs et les franchises) et des collectifs (le cas échéant, par d'éventuelles voies de recours que peuvent engager les compagnies à l'encontre d'une collectivité responsable d'un sinistre). Pour concilier ces diverses exigences, pays et marchés s'accordent à reconnaître la nécessaire ingénierie de partenariats public-privé (PPP), qui peut s'articuler en trois composantes (voir le schéma ci-dessous) :

- ✓ a) une composante éthique ou politique relative aux principes, aux objectifs et aux politiques de gestion économique, sociale et financière au regard de critères nationaux qui maximisent la pénétration de l'assurance, notamment en minimisant les exclusions,
- ✓ b) une composante financière (notamment par l'engagement de l'État en tant que réassureur de dernier ressort), lorsque celle-ci s'avère nécessaire en raison d'un profil de risque du pays considéré supérieur aux capacités cumulées des marchés de l'assurance et de la réassurance privée, chacune des entreprises devant d'ailleurs en permanence gérer, sous surveillance publique, le risque de ne plus être en mesure d'honorer la totalité de ses engagements (les règles prudentielles « Solvabilité 2 » agissent en prévention contre la non résilience sectorielle),
- ✓ c) une composante technico-organisationnelle, qui régit l'incitation économique, réglementaire et/ou normative à la prévention (règles d'urbanisme et de construction), ainsi que les instances, les procédures



Les trois composantes de l'ingénierie de partenariats public-privé.

et les programmes d'implication des acteurs dans la gouvernance de la gestion des risques.

Ce n'est que récemment que des marchés anglo-saxons (tels que le marché australien suite aux inondations catastrophiques de l'hiver 2010-2011 et le marché britannique suite à une série d'inondations majeures durant la décennie 2000) ont ainsi, chacun à sa manière, négocié avec les pouvoirs publics des évolutions vers des systèmes de partenariat public-privé qui présentent de plus en plus d'analogies avec le système générique décrit schématiquement ci-dessus. Les composantes éthique et financière se rejoignent avec l'objectif d'assurer la fonction de résilience dans des communautés défavorisées pour lesquelles la souscription d'assurances au prix réel du risque s'avère inabordable. En Australie, il s'est agi d'un plan spécifique pour « adresser la résilience aux catastrophes » (*Insurance Council of Australia*, 2008 et 2011). Au Royaume-Uni, un projet de pool réassurance pour des risques d'inondation aggravés, le *Flood Re*, devrait se concrétiser à la mi-2015, d'après certaines déclarations communes faites en juillet 2013 par le gouvernement britannique et l'*Association of British Insurers (ABI)*, 2013).

### Les conditions de l'assurance peuvent contribuer à l'objectivation de la capacité de résilience

Aux États-Unis, depuis l'instauration du *National Flood Insurance Act* (1968), les services d'assurance inondation sont fournis dans le cadre d'un programme public appelé *National Flood Insurance Program (NFIP)* à destination des communautés locales (4). Celui-ci facilite l'accès à l'assurance en contrepartie de l'adoption de mesures visant à réduire les conséquences potentielles des inondations. Le *Flood Insurance Reform Act of 2012* affirme la volonté de contribuer à une meilleure résilience des communautés (FEMA, 2013).

Ainsi, en cas de non-conformité avec les exigences en vigueur en matière de prévention, la communauté déficiente est soumise à une période de « probation » durant laquelle les primes d'assurance sont augmentées pour l'ensemble de ses membres. Si aucune mesure collective n'est engagée, cette période peut aboutir à une radiation du programme et, par conséquent, à l'impossibilité de souscrire une assurance inondation auprès du NFIP.

Cette dimension incitative est encore renforcée dans le cadre du *Community Rating System (CRS)*. Créé en 1990 et basé sur le volontariat, ce système d'évaluation encourage les communautés à dépasser les exigences du NFIP (FEMA, 2006).

Pour participer au CRS, la communauté adhérente au NFIP doit rendre compte d'un certain nombre d'actions individuelles et collectives participant à une meilleure résilience de son territoire. La mise en place de ces actions lui permet d'obtenir une réduction pouvant aller jusqu'à 45 % de la prime de base. Cette démarche conventionnelle repose sur une notation attribuée après évaluation de critères, dont les poids relatifs correspondent aux diffé-

rentes composantes de la réduction de la vulnérabilité résumées par les quatre axes suivants (eux-mêmes déclinés en actions) qui représentent une fraction de la note totale : l'information du public (6 %), la cartographie et la réglementation (40 %), la réduction des dommages (45 %) et la préparation à la crise (9 %). Un contrôle des actions est fait tous les trois à cinq ans en fonction du score obtenu au titre de la précédente évaluation (FEMA, 2012 ; GERIN, 2011).

### Les effets d'une reconnaissance internationale de l'assurance en tant qu'outil financier de résilience économique

L'étude des conventions, accords et programmes internationaux pour la prévention des catastrophes naturelles (NUSSBAUM, 2008, actualisé) permet d'établir une grille de lecture du champ couvert par les principaux axes des politiques publiques associées à la gestion des risques majeurs (prévention/urbanisme/construction, sécurité civile, résilience économique), en fonction des périmètres retenus (ONU, Union européenne, pays).

Comme nous l'avons déjà évoqué ci-dessus, le niveau français fait preuve d'une situation somme toute assez exemplaire sur l'état de la contribution effective de l'assurance à l'amélioration de la résilience.

À l'échelle de la coopération internationale la plus large, le Cadre d'action de Hyogo adopté par les Nations Unies en 2005 (5) pour améliorer la résilience des nations et des communautés face aux effets des catastrophes naturelles recommande, dans sa priorité n°4, de « réduire les facteurs de risque sous-jacents », de s'appuyer notamment sur des pratiques de développement économique et social parmi lesquelles le fait de promouvoir la mise en place de mécanismes de partage des risques financiers, notamment [celle] de régimes d'assurance et de réassurance contre les catastrophes.

Contrairement à l'approche adoptée au niveau onusien, l'approche de la résilience économique coordonnée au niveau de l'Union européenne se limite, pour l'heure, au Fonds de solidarité de l'Union européenne (FSUE), qui est du ressort de la politique régionale (REGIO). Dans sa révision de Nice (2001), le Traité des communautés européennes a pourtant introduit, dans une disposition de politique économique (Art. 122.2 du traité de Lisbonne), une référence explicite aux « catastrophes naturelles » (et, implicitement, à la résilience macroéconomique d'un État membre) qui n'a pas encore été explicitée depuis, ni *a fortiori* mise en œuvre. Ainsi, contrairement au risque d'accident de la route couvert par l'assurance de responsabilité civile des véhicules terrestres à moteurs (VTM) (6), dans un scénario d'inondation transfrontière au sein de l'Union européenne, à niveaux de dommages potentiels équivalents, il reste un grand nombre de pays membres où le profil de risque ou le degré d'avancement de la politique de prévention des risques n'ont pas encore permis de développer des couvertures assurancielles qui soient économiquement abordables pour les acteurs économiques, et où

Domaine	Cadre UN	Cadre UE	Cadre France
Prévention	CAH* SREX (2011)	Dir. inondation (2007) EUROCODES 8 et 20 Stratégies ACC et DRP (2009)	Codes environnement, urbanisme et construction-habitat
Sécurité civile	OMD/CAH CICRCR/IDRL	Instrument Financier (2007) Mécanisme Communautaire (2007), MIC	Loi de modernisation de la sécurité civile (2004)
Résilience économique dont transfert de risque	OMD/CAH SREX (2011)	Art. 2 et 153 TL(1) Art. 122.2 TL (2) FSUE (3) 2013 : Livre vert Assurances CatNat, Stratégie européenne ACC (Action 8)	Code environnement : Fds Barnier (1995) ; Code des assurances : CatNat (1981), TGN (1990)

Comparaison entre cadres juridiques de la gestion des risques naturels (Nations Unies, Union européenne, France).

(\*) Autres domaines de conventions des Nations Unies faisant référence à la prévention des risques naturels : patrimoine, droits humains, cours d'eau et lacs transfrontaliers, arc alpin, ACC.

Références aux articles du traité de Lisbonne (TL, 2007) :

(1) L'article 2.2 dispose, notamment, que l'UE « œuvre pour le développement durable de l'Europe fondé sur une croissance économique équilibrée et sur la stabilité des prix, une économie sociale de marché hautement compétitive, qui tend au plein emploi et au progrès social, et un niveau élevé de protection et d'amélioration de la qualité de l'environnement. Elle promeut le progrès scientifique et technique (...) Elle promeut la cohésion économique, sociale et territoriale, et la solidarité entre les États membres ».

L'article 169 dispose, notamment, que « la Communauté contribue à la protection de la santé, de la sécurité et des intérêts économiques des consommateurs ».

*Il peut être associé à cet ensemble d'objectifs généraux une finalité de résilience économique des territoires et des acteurs économiques, face aux catastrophes.*

(2) Art. 122.2 : « Lorsqu'un État connaît des difficultés ou une menace sérieuse de graves difficultés en raison de catastrophes naturelles ou d'événements exceptionnels échappant à son contrôle, le Conseil, statuant à la majorité qualifiée sur proposition de la Commission, peut accorder (sous certaines conditions) une assistance financière communautaire à l'État membre concerné ». *Il peut être associé à cette disposition de politique monétaire une finalité de résilience macroéconomique des États membres, face aux catastrophes.*

(3) Règlement (CE) 2012/2002 du Conseil du 11 novembre 2002 instituant le Fonds de solidarité de l'Union européenne (FSUE).

la pénétration de l'assurance reste faible (voir l'encadré de la page 46 et NUSSBAUM, 2008).

Cette situation pourrait évoluer en raison de la répétition et de la conjonction de nouveaux événements majeurs, comme les inondations de grande ampleur survenues le printemps dernier en Europe centrale (parfois à la veille d'échéances électorales).

À ces débats nationaux font écho deux nouvelles initiatives européennes coordonnées entre elles (Commission européenne, 14 avril 2013) : le Livre vert sur l'assurance des CatNat et la Stratégie européenne d'adaptation au changement climatique. Cette dernière comporte une action spécifique (l'Action N° 8) en faveur de l'assurance contre les aléas climatiques extrêmes.

Ainsi, la coopération internationale et l'action européenne pourraient-elles venir se conjuguer à des échéances électorales nationales post-catastrophes, sur fond de crise financière, pour activer les dialogues nécessaires entre les gouvernements nationaux et les marchés de l'assurance.

Telle semble bien être la condition nécessaire de l'instauration de systèmes intégrés d'assurance et de prévention en partenariat public-privé au bénéfice d'une meilleure résilience.

## Notes

\* Directeur (depuis sa création en 2000) de la Mission des sociétés d'assurance pour la connaissance et la prévention des risques naturels ([www.mrn.asso.fr](http://www.mrn.asso.fr)).

(1) Le Fonds Barnier (alimenté par un prélèvement sur la surprime d'assurance CatNat) n'est pas un fonds d'indemnisation : il agit en subventionnement d'actions de prévention individuelles ou collectives (il n'y a pas de « fondsCatNat » en France, contrairement à certaines idées reçues, mais bien un système particulier d'assurance et de réassurance, avec des spécificités d'ordres législatif et réglementaire qui lui font déroger au droit commun de l'assurance).

(2) Propension d'un candidat à l'assurance à souscrire un contrat en fonction de son aversion au risque.

(3) Inclination des assurés et de leurs communautés à moins réduire leur vulnérabilité.

(4) Municipalité, partie d'un comté ou paroisse.

(5) *Hyogo Framework for Action (HFA) 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities*, adopté en janvier 2005 par 168 pays à la conférence mondiale de l'ONU dans le cadre de la stratégie internationale pour la prévention des catastrophes (UN-ISDR) – [www.unisdr.org](http://www.unisdr.org) – priorité 4.

(6) Assurance de responsabilité civile des véhicules à moteur : seule garantie d'assurance faisant l'objet d'une harmonisation minimale,

### La pénétration de l'assurance CatNat, indicateur d'une capacité de résilience

Si la définition retenue pour la pénétration de l'assurance est celle du taux de couverture par les indemnités d'assurance du montant total des dommages économiques liés aux catastrophes naturelles, dans les situations les plus favorables au monde (dont la situation française), ce taux de pénétration de l'assurance n'excède pas 50 à 60 % du total des dommages économiques subis. En effet, les dommages économiques non pris en charge par l'assurance peuvent être de plusieurs catégories :

- ✓ l'État reste son propre assureur ;
- ✓ les dommages subis par des collectivités et des infrastructures collectives (telles que les routes et un certain nombre d'autres infrastructures) ne sont pas assurés, dans la plupart des systèmes d'assurance. La même observation vaut pour les secteurs de services d'intérêt général (eau, énergie, transports, télécommunications, santé, éducation), dont la remise en état entre dans le champ d'éligibilité au FSUE, dès lors qu'ils ne font pas l'objet d'une couverture d'assurance (voir l'historique des indemnisations du FSUE) ;
- ✓ la part résiduelle des dommages assurables, qui n'ont pas été pris en charge en raison du déficit de pénétration de l'assurance au sens strict, c'est-à-dire la non couverture intégrale du marché potentiel, que ce soit :
  - à l'initiative volontaire ou involontaire d'assurés qui ne sont pas couverts à la hauteur de l'offre d'assurance accessible sur le marché, tels les particuliers défavorisés, qui ne souscrivent pas d'assurance dommages aux biens (non obligatoire) ou des entreprises de petite et moyenne tailles, qui ne souscrivent pas (ou insuffisamment) les garanties perte d'exploitation, carences de fournitures et carences clients (notamment),
  - à l'initiative des assureurs, par l'application de franchises (réglementaires, en France) ou de limitations contractuelles du champ des garanties ou des indemnités.

En raison de l'extrême variabilité du champ couvert par les garanties d'assurance en fonction des cadres juridiques et des profils de risque entre les pays, l'approche s'avère toutefois source de nombreux biais lorsque l'on veut réaliser une comparaison internationale.

Ainsi, par exemple, en France :

- ✓ plus de 95 % du nombre des acteurs, particuliers et professionnels, sans distinction notable entre segments, y compris entre les collectivités, sont couverts par une couverture d'assurance étendue contre les catastrophes naturelles (CatNat, tempêtes et feux de forêt) ;
- ✓ les dommages aux biens (bâtiments et contenus) sont couverts à plus de 90 % pour les particuliers et pour les entreprises (à hauteur de près de 95 %, pour le segment des particuliers) ;
- ✓ les dommages matériels aux véhicules terrestres à moteur (VTM) ne sont couverts qu'à 75% en volume (c'est le niveau de pénétration de la garantie incendie des VTM sur lequel sont adossées les extensions de garantie CAT) ;
- ✓ la pénétration des garanties pertes d'exploitation après CAT ne concerne qu'environ 50 % des assurés professionnels, également pour une raison d'adossement de cette extension de garantie après sur la garantie pertes d'exploitation après incendie, dont la pénétration est de l'ordre de 50 % en volume.

de la protection des citoyens et acteurs économiques, fondée sur les libertés CE de circulation des personnes, des marchandises et des services (sous l'effet de cinq générations de directives « motor »)

### Bibliographie

Association of British Insurers (ABI) and UK Government, *Memorandum of Understanding on scheme to safeguard UK flood insurance*, 2013.

Banque Mondiale (GFDRR) – Nations Unies (UNISDR), *NATURAL HAZARDS, UNNATURAL DISASTERS – The Economics of Effective Prevention*, 2010.

[www.gfdr.org/gfdr/nhud-home](http://www.gfdr.org/gfdr/nhud-home)

Commission européenne, 14 avril 2013, Livre vert sur les assurances contre les catastrophes d'origine naturelle et humaine et *An EU Strategy for adaptation to Climate Change*.

FEMA, *Flood Insurance Manual (Effective May the 1<sup>st</sup>, 2013) et Community Rating System Fact Sheet*, 2013.

GERIN (Sarah), *Une démarche évaluative des Plans de Prévention des Risques dans le contexte de l'assurance des catastrophes naturelles : Contribution au changement de l'action publique de prévention*, thèse de doctorat, 2011. [http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/58/26/92/PDF/ThA\\_se\\_S.GERIN\\_janvier2011.pdf](http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/58/26/92/PDF/ThA_se_S.GERIN_janvier2011.pdf)

Insurance Council of Australia, *Improving community resilience to extreme weather events*, 2008.

IPCC – *Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (SREX)*, 2011. <http://ipcc-wg2.gov/SREX/report/>

Nations Unies (UNISDR), *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction, from Shared Risk to Shared Value: the Business Case for DRR*, 2013.

NUSSBAUM (Roland), « Les coûts humains et financiers des catastrophes naturelles et technologiques », in *Atlas des risques en France, Faire face aux aléas naturels et aux dangers technologiques*, sous la direction de Richard Laganier et Yvette Veyret, Éditions Autrement, 2013.

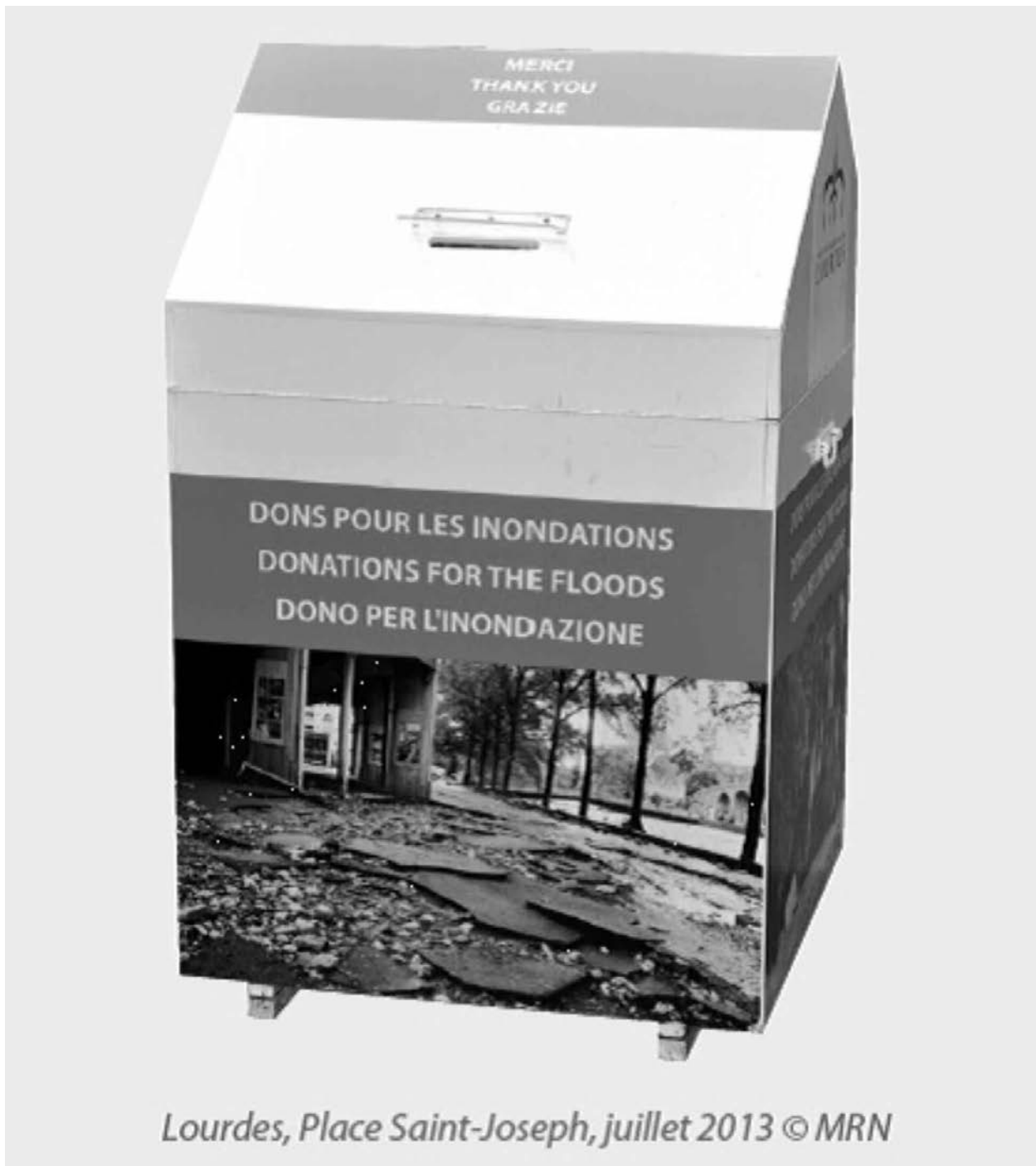
NUSSBAUM (Roland), *Géographie de l'assurance des risques sismiques*, Actes des 5<sup>es</sup> rencontres « Géographes et assureurs face aux risques naturels », MAIF – Université de Poitiers, 7 avril 2011.

NUSSBAUM (Roland), « Conventions, accords et programmes internationaux pour la prévention des catastrophes naturelles », in *La Prévention des Risques Naturels, Bilan et nouvelles perspectives en*

*droit national et droit comparé*, sous la direction de BILLET (Ph.) et SOUMASTRE (S.), Actes du colloque national 2008 de la Société Française pour le Droit de l'Environnement (SFDE), 2008. [www.prim.net/catalogue](http://www.prim.net/catalogue).

NUSSBAUM (Roland), « Articuler assurance et solidarité dans le financement de la réparation des dommages causés par les catastrophes naturelles : un objectif pour l'Union européenne du 21<sup>e</sup> siècle ? », in *Solidarité et assurance. Les sociétés européennes face aux catastrophes (17-21<sup>es</sup> siècles)*, sous la direction de René Favier et Christian Pfister, Presses Universitaires de Grenoble, 2008.

World Forum of Catastrophe Programmes – Consorcio de Compensacion de Seguros, 2008, *Natural Catastrophes Insurance Cover – A Diversity of Systems*, 201 pages (en espagnol et en anglais).



© David Bourguignon



## Résilience et adaptation climatique : une question globale ou une problématique sectorielle ?

Par Nicolas BÉRIOT \*

**Le changement climatique désormais avéré et son accentuation prévue rendent nécessaire une démarche d'adaptation. Celle-ci donne lieu à des analyses sectorielles, mais aussi à des analyses plus générales, à différentes échelles d'espace. Dans un contexte d'incertitudes pesant sur le climat futur et de fragilités systémiques, ces études conduisent au développement de la résilience, c'est-à-dire à des actions ne se limitant pas à des mesures déterministes, mais visant plutôt le développement d'une « aptitude à s'adapter » à divers futurs possibles. La société peut sortir renforcée d'un tel processus de préparation à l'adaptation au changement climatique, en étant plus robuste, plus avertie de ses marges d'action et de ses dépendances, plus apte à tirer parti de contextes nouveaux. L'adaptation des systèmes naturels et humains connaît cependant des limites ; la protection du système climatique par l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre reste donc la plus haute des priorités.**

### Les définitions que donnent les Nations Unies de la résilience et de l'adaptation climatique

Les notions de « résilience » et d' « adaptation au changement climatique » ne sont couramment employées que depuis quelques années, et leur définition n'est donc pas encore stabilisée. Voici les définitions que nous en retenir, lesquelles sont issues de deux documents des Nations Unies :

- ✓ Résilience : aptitude d'un système, d'une collectivité ou d'une société potentiellement exposés à des aléas à s'adapter en opposant une résistance ou en se modifiant afin de parvenir ou de continuer à fonctionner convenablement avec des structures acceptables. La résilience d'un système social est déterminée par la capacité de celui-ci à s'organiser de façon à être davantage à même de tirer les enseignements des catastrophes passées pour mieux se protéger et à réduire plus efficacement les risques (ONU, Secrétariat inter-institutions de la Stratégie internationale de prévention des catastrophes, Genève, 2004).
- ✓ Adaptation : ajustement des systèmes naturels ou humains en réaction à des *stimuli* climatiques (actuels ou attendus) ou à leurs effets pour réduire

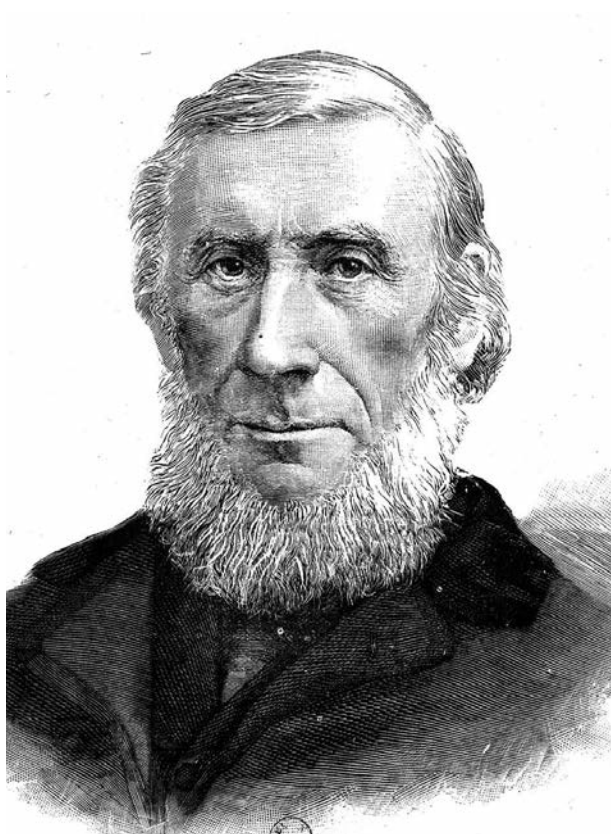
les dommages induits ou exploiter les opportunités de gains (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 4<sup>e</sup> Rapport d'évaluation, 2007).

*NB : Dans la suite de cet article, nous emploierons indifféremment le terme « adaptation » ou l'expression « adaptation climatique ».*

### L'apparition des notions d'adaptation climatique et de résilience

La théorie du changement climatique et de sa prévision naît entre la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et le début du XX<sup>e</sup> avec les travaux de John Tyndall et de Svante Arrhenius. Puis se développent les moyens d'observation météorologique et climatique, les disciplines constituant la science du climat et les moyens permettant de traiter l'information afférente. Les années 1980 apportent une abondance d'informations scientifiques sur le réchauffement climatique global d'origine anthropique et sur ses impacts potentiels.

La première conférence mondiale sur le climat se tient, à l'initiative de l'Organisation Météorologique Mondiale, en 1979. Le GIEC, groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, est créé en 1988 et produit son premier rapport d'évaluation en 1990.



© Albert Harlingue/ROGER-VIOLLET

« La théorie du changement climatique et de sa prévision naît entre la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et le début du XX<sup>e</sup> avec les travaux de John Tyndall et de Svante Arrhenius ». Portraits du physicien irlandais, John Tyndall (1820-1893), et du physicien et chimiste suédois, Svante Arrhenius (1859-1927).

La négociation climatique mondiale commence en 1992 avec la Convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC), qui prévoit l'adoption d'éventuelles mesures d'adaptation climatique.

Dans les années 1990, la préoccupation qui domine est celle de l'atténuation du changement climatique : les actions envisagées consistent à lutter contre le changement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre. Les dommages potentiels du réchauffement climatique global sont perçus comme affectant principalement les pays en développement.

Globalement, l'adaptation au changement climatique est alors peu évoquée. Cela tient sans doute au fait que l'aborder revient à supposer un échec mondial dans la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre ; elle semble encore être, pour beaucoup, une vue défaitiste ou, à tout le moins, une question prématurée.

À la fin des années 1990, à l'aube du XXI<sup>e</sup> siècle, les travaux sur l'adaptation concernent surtout les pays en développement et portent avant tout sur les efforts marginaux et additionnels qu'il va falloir consentir pour relever certains des défis du développement, tels que les questions agricoles, de sécheresse ou de sécurité alimentaire. La hausse du niveau marin notamment – un risque avéré qui est susceptible de concerner très bientôt de nombreuses

îles et les deltas de plusieurs fleuves – suscite la réalisation d'études sur cette adaptation.

La création de l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC), en 2001, témoigne de la prise en compte de l'adaptation en France ; c'est une initiative pionnière qui a peu d'équivalents dans le reste du monde.

Le cadre d'action de Hyogo pour 2005-2015, sous l'intitulé « Pour des nations et des collectivités résilientes face aux catastrophes », fait mention à trois reprises de l'adaptation climatique en la reliant à la résilience. Il s'agit d'établir un pont entre la correction des déficits actuels d'adaptation au climat présent et l'adaptation au changement climatique à venir.

Le terme de « résilience » figure à quatre reprises dans la Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique (ONERC, 2007), et à neuf reprises dans le rapport sur les coûts des impacts et les pistes de l'adaptation (ONERC, 2009).

Les deux lois du Grenelle sur l'Environnement (adoptées en 2009 et en 2010) n'évoquent, pour chacune d'elles, qu'une seule fois la résilience (respectivement au sujet des forêts et au sujet des risques d'inondations).

Plus récemment, en 2011, la notion de « résilience » semble faire irruption : à l'issue d'un chantier de dix-huit mois incluant une concertation nationale, ce terme appa-

raît vingt-quatre fois dans le premier Plan national d'adaptation au changement climatique de l'ONERC.

### **Rapidement, aux premiers pas vers l'adaptation...**

Au début des années 1990, la communauté mondiale avait pour ambition de réussir à atténuer le changement climatique. Puis l'atténuation apparut comme un objectif difficile à remplir, voire même peut-être hors d'atteinte, alors même que les impacts du changement climatique se manifestaient déjà. L'adaptation s'avéra donc être une nécessité.

Ouvrir la réflexion sur l'adaptation équivaut à un renoncement partiel à exercer une emprise sur les milieux naturels, c'est reconnaître que l'activité anthropique a eu un effet sérieux sur ces milieux et que ceux-ci, chacun selon leurs propres échelles de temps, produisent à présent un choc en retour qui n'est plus seulement un inconvénient marginal par rapport aux enjeux économiques, ni une simple externalité que nous pourrions ignorer, mais bien une réaction à nos activités courantes qui est pondérable et qui est susceptible de les affecter à un degré majeur, voire même de les compromettre.

Les experts qui s'engagent dans l'étude de l'adaptation climatique découvrent vite la richesse de cette démarche. Se poser la question de l'adaptation au climat de demain, c'est d'abord se poser la question de savoir si telle ou telle activité est encore adaptée au climat actuel. Et plus précisément, de s'intéresser aux questions suivantes : quelle est la sensibilité de telle ou telle de nos activités aux paramètres du climat ? Quelle est sa sensibilité aux extrêmes météorologiques et climatiques ? Quelle est sa consommation de ressources potentiellement affectées (eau, espace, accès au littoral, biodiversité...) ? Quel est le degré de sa dépendance systémique ?

Une étude d'adaptation révèle rapidement certaines contraintes limitant les modifications envisageables des activités et des infrastructures afférentes.

Ces contraintes sont constituées par les incertitudes découlant, d'une part, de la dispersion des scénarios technico-économiques pour le XXI<sup>e</sup> siècle, et, d'autre part, des limites de la modélisation informatique, qu'il s'agisse de l'ensemble Terre-océan-atmosphère ou de l'économie. Comment prendre une décision lourde et à longue portée temporelle – en matière, par exemple, d'exploitation forestière ou de retrait d'une route côtière –, quand les scénarios possibles sont divergents à l'échéance de 50 ou de 80 ans ?

Ces contraintes sont d'ordres multiples et cumulatifs :

- ✓ Les contraintes de coût : les contremesures de « résistance » ou de protection (comme, par exemple, la construction de digues sur de grandes longueurs de littoral, ou la transformation de millions de logements pour les adapter thermiquement) s'avèrent bornées par la disponibilité des capacités d'investissement nécessaires. Si certaines infrastructures peuvent être transformées ou

défundues, d'autres ne pourront pas l'être et devront donc subir des conditions naturelles nouvelles, avec éventuellement une part de « risque accepté » s'accompagnant de l'adoption de mesures d'accompagnement ou de compensation, telles que l'installation de systèmes d'alerte et de gestion de crise. Dans d'autres cas, on sera conduit à abandonner un investissement (un terrain agricole, un terroir, une activité, un bâtiment, un site industriel,...) faute de disposer de la capacité financière nécessaire pour le réaliser.

- ✓ Limites physiques : par exemple, dans telle station de ski, une saison touristique dont la durée se réduit du fait du climat ne pourra qu'être momentanément et marginalement préservée par le recours à des canons à neige, tel terroir viticole ne pourra pas nécessairement être adapté, ou bien tel écosystème de rivière ne pourra pas survivre à de futurs étiages encore plus sévères.
- ✓ Limites techniques : l'optimisation poussée des systèmes techniques n'est pas simultanément possible sur un jeu de valeurs actuelles et sur un jeu de valeurs futures des paramètres d'environnement.
- ✓ Limites de l'espace disponible : sur un littoral, on peut opérer le retrait stratégique vers l'intérieur des terres de quelques villas ou de hameaux complets, mais pas celui d'une ville.
- ✓ Limites, enfin, des solutions alternatives concernant certaines ressources naturelles (en eau, biodiversité), la fragilité des écosystèmes, l'accès au littoral, etc.

### **... Succède l'orientation vers la résilience**

Après les premières études sur l'adaptation menées durant la décennie 2000-2010, après les premiers tours d'horizon généraux de tout ce que l'adaptation implique, vient le moment d'un nouveau renoncement dû à une nouvelle prise de conscience, celle du fait que tout n'est pas prévisible et que tout n'est pas gérable par les méthodes habituelles. Adapter ne peut se résumer à modifier à la marge, mais nécessite un autre regard, un changement de perspective.

L'environnement futur paraît de moins en moins déterminé et de plus en plus probabiliste. La part d'inconnu semble nettement accrue. Nous sortons du paradigme d'une supposée maîtrise pour entrer dans un paradigme de conditions plus floues, plus incertaines.

N'est-ce pas précisément à cette étape que renonçant à l'ambition d'une maîtrise usuelle, la notion de résilience s'impose comme le nouvel objectif ?

La réflexion engagée s'avère en effet conduire non pas directement à l'adaptation, mais plutôt au développement d'une aptitude à l'adaptation. À la démarche courante selon laquelle un problème doit recevoir une réponse de même niveau, se substitue une nouvelle démarche qui vise à se hisser à un niveau d'analyse supérieur, à un niveau où



© Bas Beentjes/HH-REA

« Les contremesures de « résistance » ou de protection (comme, par exemple, la construction de digues sur de grandes longueurs de littoral, ou la transformation de millions de logements pour les adapter thermiquement) s'avèrent bornées par la disponibilité des capacités d'investissement nécessaires ». Navire spécialisé dans la lutte contre la hausse du niveau de la Mer du Nord, injection de sable le long des côtes hollandaises, Pays-Bas, septembre 2008.

l'on se dote de la capacité de traiter non plus un unique scénario, mais un ensemble de scénarios.

Ainsi, l'adaptation climatique s'avère passer par la création d'une résilience, c'est-à-dire non pas par la création directe d'une adaptation, mais par l'accroissement d'une aptitude à s'adapter.

### Du sectoriel au global

En France, des prises de conscience de la nécessité de l'adaptation climatique ont d'abord été observées dans certains secteurs sensibles ou particulièrement vigilants vis-à-vis des conditions climatiques ou des risques naturels, comme par exemple la viticulture, la foresterie, la santé ou le secteur des assurances.

En France, les premières réflexions et les premières réunions de travail intersectorielles sur l'adaptation au changement climatique ont été conduites dans le cadre de la Mission interministérielle sur l'effet de serre (MIES) et de l'ONERC lors de l'élaboration de la première stratégie nationale d'adaptation (en 2006), puis de la réalisation d'études sur les coûts des impacts.

Le chantier du premier Plan national d'adaptation au changement climatique, de la fin 2009 à la mi-2011, a

donné lieu à une concertation nationale dans un format du type du « Grenelle ». On y a abordé des thèmes transversaux comme l'eau, la santé, la biodiversité, les risques naturels, ainsi que de multiples thèmes sectoriels.

Les travaux sur l'adaptation réalisés dans le cadre d'une concertation multisectorielle ont permis de mettre en lumière les problèmes d'ordre systémique.

Ainsi, par exemple, les usages de l'eau dans certaines régions et/ou durant certaines saisons font déjà l'objet d'une concurrence, et donc d'arbitrages. Le changement climatique va accentuer fortement ces contraintes et le moment viendra où des questions structurelles s'imposeront. Il se peut, par exemple, qu'il faille, dans telle ou telle région, s'orienter vers des pratiques agricoles adaptées, cela reviendra alors à créer de la résilience pour le secteur agricole ou la région concernés moyennant des interventions différenciées selon des sous-secteurs d'activité plus fins.

Mais plus encore, les problématiques de l'adaptation croisent différents thèmes.

Ainsi, l'adaptation dans le secteur de l'énergie ne peut se concevoir sans envisager simultanément la problématique de l'adaptation dans le domaine de l'eau. La ressource hydroélectrique, moyen d'ajustement en cas de pointes

de consommation électrique, pourra être affectée à la baisse par le changement climatique. Le refroidissement des centrales électriques thermiques (notamment nucléaires) nécessitant des prélèvements et des rejets d'eau dans les rivières, peut se trouver limité par des enjeux d'équilibre éco-systémique et de biodiversité.

À l'échelle nationale, la migration, dans le long terme, d'une partie des centrales de production d'énergie vers le littoral n'est pas exclue, mais elle se heurte aussi à des contraintes qui doivent être gérées. Ainsi, par exemple, la conception de centrales électriques à longue durée de vie devra tenir compte de la hausse du niveau marin pour certains de leurs composants (comme, par exemple, les stations de pompage de l'eau de refroidissement).

L'adaptation des secteurs de l'eau et de l'énergie devra donc, dans une certaine mesure, se concevoir d'une manière intégrée : accroître la résilience sectorielle n'est pas suffisant, il faut viser l'accroissement de la résilience globale et nationale.

À Antigua et Barbuda, suite au passage du cyclone Luis (1995) qui a dévasté les infrastructures touristiques, d'importants transferts de main-d'œuvre se sont opérés du secteur du tourisme vers celui de la pêche, le second amortissant pour un temps la crise qui frappait le premier (ONERC, 2012) : il s'agit là d'un exemple de résilience intersectorielle, nécessitant un cadre réglementaire adéquat mais aucun investissement lourd.

### Du local au national et à l'international

L'adaptation ou la création de résilience suscitent aussi la création de nouvelles relations entre territoires et entre échelles territoriales.

Ainsi, par exemple, la création de trames verte et bleue visant à favoriser l'adaptation de certaines espèces et de certains écosystèmes est un service rendu au territoire à l'échelle de quelques dizaines de kilomètres (voire davantage), et ce service sera pris en charge par quelques communes au bénéfice de toutes. Dans cet exemple, on crée de la résilience à une certaine échelle moyennant des mesures différenciées aux échelles inférieures.

Dans l'aménagement du littoral, la création de résilience à l'échelle de la région (de l'ordre de la centaine de kilomètres) se traduira par des mesures différenciées selon les caractéristiques des portions de littoral : ce sera parfois l'adoption de mesures de résistance (comme la création de digues), parfois le retrait de certaines installations côtières vers l'intérieur des terres, parfois l'acceptation d'un risque de submersion accru, ou encore, la conservation d'espaces naturels tampons.

Alors que la France s'est dotée d'un Plan national d'adaptation pour 2011-2015, d'autres plans existent ou voient le jour au niveau des régions administratives et des collectivités locales. Pour la plupart d'entre elles, les certaines de mesures qui naissent de ce chantier national ne représentent pas une couche supplémentaire de planification plaquée sur l'existant, mais bien plutôt l'incorporation d'un supplément de méthode et de vision dans des plans

ou des politiques préexistants. En effet, là encore, une approche trop planificatrice, trop centralisée, trop déterministe eût été sans doute vouée à l'échec, et donc vaine. Ce qui est principalement introduit et acquis au travers de ces multiples processus décentralisés, c'est la prise en compte par un grand nombre d'acteurs d'une diversité de scénarios possibles et de la nécessité d'assurer de la robustesse et de l'adaptabilité. Il s'agit concomitamment d'un accroissement de la résilience nationale et d'une évolution sociétale.

Aux Pays-Bas, l'adaptation à la hausse du niveau marin est pensée dans une perspective se situant au-delà de la fin du XXI<sup>e</sup> siècle. La stratégie retenue distingue différentes zones et divers enjeux économiques, pour ne protéger physiquement – par des rehaussements de digues – que les enjeux les plus forts, et en acceptant donc certains risques ou inconvénients ailleurs, moyennant des modes d'organisation palliatifs *ad hoc*. La résilience nationale se traduit localement par l'adoption de mesures contrastées.

À New York, après la tempête Sandy, il est apparu difficile de protéger l'ensemble de la ville par des digues. L'idée que l'acceptation de la possibilité d'une neutralisation temporaire d'une partie des activités d'une grande ville peut être le meilleur compromis économique pour l'adaptation climatique, est en train de faire son chemin. La résilience s'est avérée très forte dans ce cas particulier d'une ville et d'un pays riches : les dégâts de Sandy auront été quasiment effacés, en termes de restauration des activités, en seulement quelques mois.

Au niveau international, les premières migrations climatiques sont d'ores et déjà envisagées, comme par exemple pour certains États insulaires du Pacifique dont certaines îles seraient menacées de submersion : ce serait là un abandon local d'un habitat, un retrait-migration vers d'autres territoires, ce qui peut être vu comme un élément d'une résilience planétaire.

La stratégie d'adaptation climatique de l'Union européenne (publiée en mars 2013) traite des questions transfrontalières posées par l'adaptation, ce qui accroît la résilience à l'échelle dudit continent.

Les États-Unis délivrent des visas dits TPS (pour *Temporary Protection Status*) à certains ressortissants de pays inscrits sur une liste dans certaines circonstances (comme, par exemple, à la suite d'une catastrophe naturelle) afin de soulager momentanément les pays ainsi identifiés et de permettre, par l'emploi temporaire de leurs ressortissants, une certaine reconstitution des ressources économiques desdits pays. C'est là encore un élément de résilience à l'échelle planétaire.

### Conclusion

L'adaptation au changement climatique est l'un des aspects d'une politique de développement durable et de transition écologique.

L'existence d'incertitudes importantes sur les évolutions climatiques conduit à s'adapter non pas à un futur possible, mais à plusieurs scénarios de futur possible du

climat. En outre, l'adaptation doit prendre en compte de nombreuses contraintes (le poids de l'existant, les limites physiques ou économiques, des dépendances intersectorielles, systémiques, territoriales à différentes échelles).

Plus que l'addition de mesures déterministes qui seraient conçues de manière marginale dans le prolongement de l'existant ou de manière trop centralisée, l'adaptation climatique nous conduit à changer de niveau d'analyse et de méthode, à envisager de multiples scénarios, à retrouver des marges de manœuvre, à éviter toute saturation dans l'emploi des ressources naturelles, à rétablir une certaine flexibilité, à accroître notre aptitude à gérer un futur incertain.

La meilleure adaptation consiste finalement en un développement de notre aptitude à nous adapter au changement, ce qui coïncide avec l'accroissement de la résilience environnementale.

Au terme de cette communication, où l'adaptation est abordée comme un processus potentiellement vertueux augmentant la résilience, ne laissons surtout pas naître l'illusion que la question climatique serait réglée. Nous entendons souvent dire : « l'homme s'est toujours adapté, il continuera à le faire ». Or, dire cela, c'est ignorer les heurts échappant à nos sens que subissent actuellement les équilibres naturels dont la vie humaine dépend. C'est aussi ignorer la fragilité de nos infrastructures sophistiquées et la vulnérabilité des populations les moins nanties.

Le choc subi par le système climatique et la biosphère au cours des dernières décennies du fait de certaines activités anthropiques s'assimile globalement à une grave dégradation de notre environnement et des conditions de survie de notre espèce.

L'adaptation climatique que nous avons évoquée dans cet article a des limites. La lutte pour la réduction des émissions anthropiques de gaz à effet de serre reste donc la plus haute des priorités. S'il est bon de déployer les ressources, l'imagination, les initiatives (publiques et privées) pour développer l'adaptation climatique, ce serait encore mieux que de toute urgence la société humaine s'unisse et déploie autant (et même davantage) de créativité, de libération des savoirs et de circulation des connaissances pour respecter des objectifs d'atténuation qui sont dès à présent vitaux.

Ne nous trompons pas de priorité : protégeons d'urgence la biosphère, plutôt que de nous satisfaire d'une simple adaptation à sa dégradation.

*Remerciements à : Vincent Bourcier, Jérôme Duvernoy, Sylvain Mondon et Bertrand Reyssat.*

### Note

\* Secrétaire général de l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC).

### Extraits du Plan national d'adaptation au changement climatique

Voici une dizaine d'exemples tirés des 84 mesures du Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) pour la période 2011-2015 :

- **Actions transversales** : prendre en compte de manière systématique le changement climatique dans les contrats de service public conclus par l'État.
- **Santé** : création d'un groupe de veille santé-climat au sein du Haut conseil de la santé publique.
- **Eau** : économiser 20 % de l'eau prélevée (hors stockage d'eau d'hiver) d'ici à 2020.
- **Agriculture** : promouvoir une agriculture efficiente en eau.
- **Forêt** : conserver, adapter et diversifier les ressources génétiques forestières.
- **Énergie et industrie** : favoriser le recours à des équipements de refroidissement plus efficaces ou utilisant des sources d'énergies renouvelables ou de récupération.
- **Infrastructures et services de transport** : passer en revue et adapter les référentiels techniques pour la construction, l'entretien et l'exploitation des réseaux de transport (infrastructures et matériels) en métropole et outre-mer.
- **Urbanisme et cadre bâti** : renforcer les spécifications assurant des conditions de confort dans les bâtiments par fortes chaleurs.
- **Recherche** : mettre en place un *wiki* « Adaptation au changement climatique ».
- **Littoral** : développer les réseaux d'observation du littoral.
- **Montagne** : intégrer dans les schémas de massif un volet « Adaptation au changement climatique ».

Le PNACC comprend vingt thèmes transversaux ou sectoriels : à ceux de la liste ci-dessus, s'ajoutent les thèmes de la biodiversité, des risques naturels, de la pêche et de l'aquaculture, du tourisme, de l'information, de l'éducation et de la formation, des financements et des assurances, de l'action européenne et de l'action internationale de la France et de la gouvernance.

Le texte intégral du PNACC est consultable en ligne :

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ONERC-PNACC-complet.pdf>

# Résilience et adaptabilité des écosystèmes

Par Robert BARBAULT \*

Science des interactions entre les êtres vivants et leur milieu, l'écologie (qui s'est développée au début du XX<sup>e</sup> siècle) fut marquée par le rêve de l'équilibre. L'idée de l'adaptabilité des organismes, des espèces et des systèmes qu'elles constituent avec leur environnement, introduite par Darwin, ouvrait dès lors la voie à l'émergence progressive du concept de résilience (HOLLING, 1973).

L'émergence du concept de biodiversité, après le Sommet de la Terre de Rio-de-Janeiro (1992), puis les préoccupations actuelles relatives aux changements globaux et à l'érosion de la biodiversité, ont renouvelé l'intérêt pour la propriété de résilience attribuée aux communautés d'espèces ou aux écosystèmes, avec une attention toute particulière portée aux phénomènes de basculement brutal d'un état d'équilibre à un autre.

## Introduction

L'écologie a pris naissance à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle dans le contexte de l'industrialisation des puissances occidentales avec, en arrière-plan, les inquiétudes d'un Malthus (1798) sur le déséquilibre entre des besoins humains croissants et des ressources naturelles limitantes. Charles Darwin n'y échappa pas : son principe de lutte pour la vie en porte la marque, et cela vaut du même coup pour l'écologie, même si ce terme lui est postérieur.

Science des interactions entre les êtres vivants et leur milieu, l'écologie qui s'est développée au début du XX<sup>e</sup> siècle, fut ainsi marquée par le rêve de l'équilibre. L'idée de l'adaptabilité des organismes, des espèces et des systèmes qu'elles constituent avec leur environnement y fut présente, dès son origine. En fait, dès la parution de *L'Origine des espèces* de Charles Darwin, si l'on veut bien admettre que c'est cette œuvre qui campe historiquement le cadre fondamental et les bases de l'écologie moderne.

L'émergence du concept de résilience fut plus tardive, que l'on en situe l'origine explicite chez Holling (1973), ou qu'on en relève l'esprit, sous le vocable de stabilité, avec la naissance du concept d'écosystème chez Tansley (1935). Depuis celle-ci, il n'a pas cessé d'habiter la pensée écologique, avec des hauts et des bas, et sous des formes changeantes.

Les préoccupations actuelles relatives aux changements « globaux » et à l'érosion de la biodiversité ont

renouvelé l'intérêt pour l'idée de résilience appliquée aux communautés d'espèces ou aux écosystèmes – avec une attention toute particulière accordée aux *tipping points*, ces points de basculement soudain d'un état d'équilibre à un autre (LEADLEY et *al.*, 2010 ; BARNOSKY et *al.*, 2012).

## Un rêve d'équilibre ?

La formulation du concept d'écosystème par Tansley (1935) a joué un rôle majeur dans le développement de l'écologie post-naturaliste (LÉVÊQUE, 2001). Celui-ci s'impose à une époque où l'écologie américaine, alors en construction, est déchirée entre les idées d'un Gleason (pour qui les communautés végétales ne sont que de simples collections d'individus) et la proposition de Clements (selon lequel, ces communautés, ces groupements (végétaux ou autres) ont une réalité propre, qui est assimilable à celle d'un organisme) (LÉVÊQUE, 2001).

Derrière ce débat de spécialistes, on trouve la quête d'un supposé équilibre de la nature, la recherche des conditions de stabilité, de constance des systèmes écologiques (populations, communautés ou écosystèmes). Mais il s'agit toujours d'un équilibre dynamique qui est un compromis entre une (ou la résultante d'une) multitude d'interactions de compétition, de prédation, de parasitisme et de coopération (BARBAULT, 2008).

Ainsi, Charles Elton, le fondateur de l'écologie animale, écrit-il, en 1930 : « L'équilibre de la nature n'existe pas, et

n'a probablement jamais existé. Les effectifs des animaux sauvages varient constamment à un degré ou à un autre, et ces variations sont habituellement irrégulières dans leur périodicité, toujours dans leur amplitude. Chaque variation dans les effectifs d'une espèce a des répercussions directes et indirectes sur les effectifs des autres, et parce que beaucoup de ces dernières fluctuent elles-mêmes de manière indépendante, il en résulte un désordre remarquable ».

Mais cette vision dynamique conduit néanmoins, au vu de la relative permanence des espèces et des écosystèmes, à s'interroger sur les mécanismes de stabilisation ou de régulation : les effectifs des espèces varient dans le temps, mais leurs fluctuations ne sont généralement pas aussi amples que leur potentiel de croissance le permettrait. Darwin avait déjà souligné cette interrogation (BARBAULT, 2006).

Avec le concept d'écosystème, c'est plutôt l'idée de stabilité structurelle qui domine et concentre l'attention : sur dix, cent, mille ans ou plus, la savane reste une savane, la toundra une toundra et la forêt tropicale une forêt tropicale, et ce, en dépit des changements environnementaux ou des catastrophes qui peuvent les affecter, voire y imposer des remaniements internes : les prémisses du concept de résilience sont déjà là.

### Stabilité et résilience

De fait, parmi les caractéristiques communément attribuées aux communautés et aux autres systèmes écologiques revient, à côté de leur *structure* et de leur *productivité*, leur *stabilité* dans le temps (BEGON et al., 2006).

Qu'entendent ces auteurs, par « stabilité » ? Ils énoncent divers aspects ou types de stabilité, et soulignent d'abord la nécessité de distinguer la *résilience* de la communauté (ou du système) de sa *résistance*. Ils définissent la *résilience* par la vitesse avec laquelle la communauté



PROF. A. G. TANSLEY.

© MARY EVANS./RUE DES ARCHIVES

« La formulation du concept d'écosystème par Tansley (1935) a joué un rôle majeur dans le développement de l'écologie post-naturaliste ». Photo du Professeur Arthur Tansley, botaniste anglais (1871-1955).

considérée retourne à son état antérieur après avoir été perturbée et déplacée de cet état de référence. Quant à la *résistance*, c'est l'aptitude qu'a la communauté, au premier chef, d'éviter d'être affectée. C'est une mesure de sa permanence – que l'on apprécie celle-ci en termes de *structure* ou de *composition taxonomique*.

Selon Lévêque (2001), qui souligne l'ambiguïté des termes utilisés dans ce domaine, « la résilience ou homéostasie (...) traduit la capacité d'un système à retrouver sa structure primitive après avoir été affecté par une perturbation. Cette résilience est fonction de l'intensité et de la fréquence des perturbations ».

Quant à la stabilité des communautés, elle est généralement vue comme étant liée à la diversité des espèces – même si cette hypothèse a été remise en cause, sur la base

d'exercices de modélisation (MAY, 1973) que les écologues « de terrain » ont jugés très peu représentatifs de la réalité particulièrement complexe des écosystèmes et de leur biodiversité.

De fait, le développement des recherches sur la dynamique de la biodiversité – avec en arrière-plan la problématique de la sixième extinction en masse des espèces – a relancé l'intérêt pour l'étude de la relation entre la diversité des espèces présentes dans une communauté et la stabilité de celle-ci (LOREAU et al., 2002 ; THIBAUT et CONNOLLY, 2013). Nombre de travaux expérimentaux démontrent que « la biodiversité confère aux assemblages d'espèces deux traits essentiels à leur capacité de résilience : la *redondance*, facteur d'atténuation des dommages occasionnés par les événements extrêmes, et la *flexibilité*, facteur de réponse rapide et appropriée au caractère imprévisible de ces événements » (DÉCAMPS et SCHMIDLAINÉ, 2010).

Mais à la différence de l'approche traditionnelle, qui se bornait à louer la diversité comme gage de stabilité et de résilience, on s'intéresse aujourd'hui davantage aux



ruptures d'équilibre et à l'analyse des transitions critiques, ainsi qu'à la détection des signes précoces de tels basculements (LEADLEY et al., 2010). S'il est vrai que l'irruption des changements globaux dans l'agenda politique a contribué à cette évolution des recherches, il faut rappeler que l'idée selon laquelle des changements mineurs peuvent conduire à des ruptures brutales dans les écosystèmes et à de nouveaux états stables a été avancée par Holling dès 1973. Divers modèles mathématiques ont été proposés, dès cette époque, pour explorer la survenue possible de transitions abruptes entre états stables au sein d'un même écosystème (MAY, 1977 ; SCHEFFER, 1998).

Carpenter (2001), ainsi que Scheffer et Carpenter (2003), en rapportent des exemples concrets à propos des savanes et de lacs peu profonds.

### Derrière la résilience, une ouverture interdisciplinaire

Depuis l'émergence du concept de résilience (HOLLING, 1973), l'écologie est sortie du bois – du bois d'une nature où l'homme ne mettait pas les pieds.

Voir les écosystèmes comme des socio-écosystèmes, voilà qui rompt avec les approches classiques : on s'ouvre, d'une part, aux dimensions sociales et humaines des systèmes analysés, et, d'autre part, aux effets des changements globaux (BARBAULT, 2008 ; DÉCAMPS, 2010 ; MOONEY et al., 2013).

La résilience est toujours définie de la même manière : « *Resilience is the capacity of a system to absorb disturbance and still retain its basic function and structures* » (WALKER et SALT, 2006). Mais dès lors que les systèmes dont on parle, auxquels on s'intéresse, sont devenus des socio-écosystèmes, cela ouvre de nouvelles perspectives – même si leur appréhension écologique n'a pas radicalement changé.

Cette évolution a traversé l'histoire d'un réseau international de chercheurs constitué autour de Buzz Holling, la *Résilience Alliance* (GUNDERSON et HOLLING, 2002 ; WALKER et SALT, 2006). On y reconnaît l'incertitude et l'imprédictibilité inhérentes à la nature évolutive des interactions, que ce soit entre éléments de la nature ou entre les hommes et la nature. On s'y intéresse à l'existence d'états stables multiples, à la possibilité que la lente érosion de processus de contrôle clés puisse faire basculer, d'une « chiquenaude soudaine », un écosystème ou une économie dans un état différent, éventuellement irréversible. Dans un écosystème, ce basculement peut se produire suite à la régression d'une espèce clé de voûte (GUNDERSON et HOLLING, 2002), par exemple un grand prédateur.

### Résilience et changements planétaires

La mobilisation en faveur de la biodiversité, la sensibilisation aux impacts possibles des changements climatiques, l'émergence du concept de services rendus par les écosystèmes ont contribué à un regain d'intérêt pour la

résilience des systèmes écologiques et pour leur adaptabilité.

Mais cette capacité de résilience accordée aux écosystèmes, voire aux socio-écosystèmes, est appréhendée sur une échelle de temps plus courte et dans une perspective de pressions externes croissantes qui met au premier plan la survenue de basculements soudains (*tipping points*). Ces points de basculement sont caractérisés sur la base de quatre critères :

- ✓ a) le fait qu'un facteur du changement global soit amplifié par des boucles de rétroaction positive ;
- ✓ b) l'existence d'un seuil au-delà duquel survient un changement abrupt conduisant à un nouvel état stable ;
- ✓ c) le fait que des modifications provoquées par un facteur du changement global soient de longue durée et difficiles à inverser ;
- ✓ d) enfin, l'existence d'un délai de réaction significatif entre la dynamique des facteurs globaux et la matérialisation de leurs impacts.

À titre d'illustration, on peut reprendre l'exemple donné par Leadley et al. (2010), qui touche à la perspective d'un dépérissement généralisé de la forêt amazonienne suite à deux points de basculement liés entre eux :

- ✓ D'une part, la conversion de la forêt en terres agricoles et le brûlis modifient le régime des précipitations dans la région considérée, et en augmentent la sécheresse, fragmentation de la forêt et sécheresse contribuant à accroître la vulnérabilité de la forêt au feu et son dépérissement, amorçant ainsi un cercle vicieux évident.
- ✓ D'autre part, divers modèles climatiques prévoient des réductions significatives des pluies en Amazonie. Associé à une élévation des températures, ce phénomène entraînerait un dépérissement de la forêt, une diminution consécutive de l'émission de vapeur d'eau dans l'atmosphère, et donc un climat plus sec favorisant une végétation de substitution dominée par des arbustes et des plantes herbacées.

Une étude récente sur les impacts cumulés de ces deux processus suggère que certaines parties de l'Amazonie seraient déjà proches d'un tel basculement (LEADLEY et al., 2010). La multiplication de ce type de rupture, d'un écosystème à l'autre, pourrait s'étendre à la planète tout entière. C'est en tout cas la récente mise en garde (2012) formulée par Anthony Barnosky et par l'équipe internationale de chercheurs qu'il a réunie : ce pourrait être le risque d'une transition critique à l'échelle de la biosphère tout entière, marquée par un basculement irréversible et généralisé des écosystèmes terrestres et océaniques vers un état inconnu pour l'*Homo sapiens* depuis l'apparition de celui-ci, il y a de cela quelque 200 000 ans, et celle-ci pourrait survenir avant la fin du XXI<sup>e</sup> siècle !

Dans un tel contexte, comme le soulignent Henri Décamps et Claudine Schmidt-Lainé (2010), « la question fondamentale est de savoir comment maintenir les capacités de résilience et d'adaptation des systèmes écolo-



© Claude Jarde/BIOSPOTO

« Divers modèles mathématiques ont été proposés pour explorer la survenue possible de transitions abruptes entre états stables au sein d'un même écosystème. Scheffer et Carpenter en rapportent des exemples concrets à propos des savanes et de lacs peu profonds ». Arbre mort sur le lac asséché du Dead Vlei, désert du Namib (Namibie).

giques et sociaux face à certains événements climatiques extrêmes, de manière à éviter des dérèglements supérieurs ».

### Conclusion

Les concepts d'équilibre dynamique, de stabilités multiples, de résilience et d'adaptabilité sont au cœur de l'écologie depuis son développement moderne, à partir des premières décennies du XX<sup>e</sup> siècle. Holling et le réseau *Résilience-Alliance* ont contribué à les porter au plus haut à partir des années 1970, et ils trouvent aujourd'hui une pleine actualité.

Soutenir ou promouvoir la flexibilité des systèmes écologiques en s'appuyant sur la *diversité* des éléments, des structures et des pratiques pour réduire leur vulnérabilité et accroître leur résilience, tel est désormais l'objectif central. On le voit dans les divers champs de l'écologie « impliquée » – l'agro-écologie (ALTIERI, 1995), l'écologie de la restauration (ARONSON et al., 2007), ou encore, la biologie de la conservation (PRIMACK et al., 2012).

Nul doute que ces questions seront à l'ordre du jour de l'« *Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem services* » (IPBES) qui vient d'être créée, mais

aussi à celui du nouveau programme international de recherche sur la soutenabilité à l'échelle du globe, *Future Earth* (MOONEY et al., 2013).

Les efforts n'ont jamais cessé, depuis les années 1980, pour accéder à une compréhension globale du fonctionnement de la Terre. Il s'agissait tout d'abord de rapprocher entre elles les sciences physiques et les sciences biologiques. Le regard des sciences humaines et sociales en était quasi-totalement absent. Avec le *Millennium Ecosystem Assessment* (2005), un pas décisif fut franchi vers un rapprochement entre les sciences de la nature et les sciences de l'Homme et de la Société, dans une entreprise d'évaluation de la situation actuelle du Système Terre et des tendances qui se dessinent pour tous ses écosystèmes.

C'est cette ouverture interdisciplinaire tendant vers la constitution d'une science de la soutenabilité de la planète qui permet de lancer une nouvelle initiative internationale, la *Future Earth Research for Global Sustainability* (MOONEY et al., 2013) qui devrait mettre au premier plan, comme objectif stratégique, la sauvegarde ou la restauration de la *résilience* et de l'*adaptabilité* des systèmes écologiques, plutôt que celle de tel ou tel de leurs éléments (GALLOPIN, 2002).

**Note**

\* Professeur émérite à l'Université Pierre et Marie Curie, Paris.

**BIBLIOGRAPHIE**

ALTIERI (M.A.), *Agroecology. The science of sustainable agriculture*, Oxford, Westview Press, 1995.

ARONSON (J.), MILTON (S.I.) & BLIGNAUT (J.N.) (eds), *Restoring natural capital. Science, business, and practice*, Washington, Island Press, 2007.

BARBAULT (R.), *Un éléphant dans un jeu de quilles. L'homme dans la biodiversité*, Paris, Seuil, 2006.

BARBAULT (R.), *Écologie générale* (6<sup>e</sup> édition), Paris, Dunod, 2008.

BARNOSKY (A.D.) et al., "Approaching a state shift in Earth's biosphere", *Nature*, 486, pp. 52-58, 2012.

BEGON (M.), TOWNSEND (C.R.) & HARPER (J.L.), *Ecology. From individuals to ecosystems*, Oxford, Brackwell Publishing Ltd, 2006.

CARPENTER (S.R.), "Alternate states of ecosystems: evidence and some implications", pp. 375-383, in *Ecology: Achievement and Challenge*, Press, M.C., N.J. Huntly & S. Levin (eds), Oxford, Blackwell Science Ltd, 2001.

DÉCAMPS (H.), *Éléments climatiques extrêmes. Réduire les vulnérabilités des systèmes écologiques et sociaux*, Les Ulis, EDP Sciences (éd.), 2010.

DÉCAMPS (H.) & SCHMIDT-LAINÉ (C.), « Écosystèmes et événements climatiques extrêmes », in DÉCAMPS (H.) (éd), *Éléments climatiques extrêmes. Réduire les vulnérabilités des systèmes écologiques et sociaux*, Les Ulis, EDP Sciences, 2010.

ELTON (C.), *Animal Ecology*. New York, Macmillan & Co, 1972.

GALLOPIN (G.C.), "Planning for resilience: scenarios, surprises, and branch points", pp. 361-392, in *Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems*, GURDERSON (L.H.) & HOLLING (C.S.) (eds), Washington, Island Press, 2002.

GUNDERSON (L.H.) & HOLLING (C.S.) (eds), *Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems*, Washington, Island Press, 2002.

HOLLING (C.S.), "Resilience and stability of ecological systems", *Annual Review of Ecology and Systematics* 4, pp. 1-24, 1973.

HOLLING (C.S.), GUNDERSON (L.H.) & LUDWING (D.), "In quest of a theory of adaptive change", pp. 3-22, in *Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems*, GURDERSON (L.H.) & HOLLING (C.S.) (eds), Washington, Island Press (eds), 2002.

LEADLEY (Paul) et al., « Scénarios de biodiversité : projections des changements de la biodiversité et des services écosystémiques pour le XXI<sup>e</sup> siècle », *Cahier technique n°50 de la CDB*, Montréal, 2010.

LÉVÊQUE (C.), *Écologie. De l'écosystème à la biosphère*, Paris, Dunod, 2001.

LOREAU (M.), NAEEM (S.) & INCHAUSTI (P.), *Biodiversity and ecosystems functioning. Synthesis and perspectives*, New York, Oxford University Press (eds), 2002.

MALTHUS (T.-R.), *Essai sur le principe de population*, Paris, Éditions Gonthier, 1963.

MAY (R.), *Stability and complexity in model ecosystems*, Princeton, Princeton University Press, 1973.

MAY (R.), "Thresholds and breakpoints in ecosystems with a multiplicity of stable states", *Nature*, 209, pp. 471-477, 1977.

Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, Washington (D.C.), Island Press, 2005.

MOONEY (H.A.), DURAIAPPAH (A.) & LARIGAUDERIE (A.), "Evolution of natural and social science interactions in global change research programs", *PNAS* 110, pp. 3665-3672, 2013.

PRIMACK (R.B.), SARRAZIN (F.S.) & LECOMTE (J.), *Biologie de la conservation*, Paris, Dunod, 2012.

SCHEFFER (M.), *Ecology of Shallow lakes*, New York, Chapman & Hall, 1998.

SCHEFFER (M.) & CARPENTER (S.R.), "Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observations", *TREE*, 18, pp. 648-656, 2003.

TANSLEY (A.G.), "The use and abuse of vegetational concepts and terms", *Ecology*, 16, pp. 284-307, 1935.

THIBAUT (L.M.) & CONNOLLY (S.R.), "Understanding diversity-stability relationships: towards a unified model of portfolio effects", *Ecology Letters*, 16, pp. 140-150, 2013.

WALKER (B.) & SALT (D.), *Resilience thinking. Sustaining ecosystems and people in a changing world*, Washington, Island Press, 2006. <http://www.resalliance.org>

## Résilience et identité : que nous apprend l'approche ethnologique sur la résilience économique des sociétés actuelles ?

Par Hervé JUVIN \*

**L'ethnologie interroge les certitudes généralement partagées par les sociétés développées parce qu'elle établit la résilience des sociétés « autres » et en décrit les conditions. Certains de ses constats contredisent les dogmes économiques en vigueur. D'autres viennent plus durement accuser les conséquences politiques et sociales de ces dogmes pour nous mettre en garde. Et si notre quête de la croissance infinie se payait d'une destruction accélérée de nos sociétés, de leurs cultures et des civilisations en général ?**

Répondant, le 8 mars 1972, aux questions de Raymond Bellour pour la revue *Les Lettres Françaises*, Pierre Nora affirmait :

« L'ethnologie est à mon sens la science humaine qui, aujourd'hui, après l'économie, a le plus fondamentalement délogé l'histoire de ces certitudes traditionnelles ».

Sommes-nous à la veille de voir l'ethnologie déloger à son tour l'économie de ses certitudes ? Peut-on rêver de voir l'ethnologie tordre le cou aux affirmations aussi péremptoires qu'infondées de cette économie financière qui a tué l'économie politique ?

La question est actuelle. La crise de l'histoire vient de l'impossibilité, apportée par l'ethnologie, de tracer une ligne d'accumulation heureuse partant des origines et conduisant au progrès. Cette vision linéaire, enchantée, de l'histoire n'est plus : l'économie l'a remplacée.

L'économie fournit les certitudes, les croyances, les mythes, que ni les religions, ni la politique, n'assurent plus. Nous sortons de l'enchantement économique pour en découvrir les coûts cachés : le regard éloigné de l'ethnologue, qui nous rend conscient de tout ce que nous avons abandonné pour en arriver là, n'est pas étranger à cette découverte. Le sentiment que l'économie n'assure pas la résilience de nos sociétés, que ce qu'exige l'économie est de plus en plus clairement hostile à l'encontre de nos

sociétés, de leurs cultures, de leurs singularités remarquables. Plus encore, le sentiment que l'économie a passé le point à partir duquel elle se détruit elle-même et ceux qui ont placé leur foi en elle, incite à regarder ailleurs tant qu'il en est encore temps. Ils nous invite à prendre « la leçon des sauvages », comme l'écrivait Pierre Clastres, à ouvrir le grand livre des Autres et à porter sur nos propres histoires le regard éloigné que l'ethnologue porte sur ces Autres qui sont les Siens, pour un terrain, une thèse, ou pour toute une vie.

1 – Sociétés résilientes/sociétés non résilientes ; sociétés froides/sociétés chaudes ; sociétés ouvertes/sociétés fermées ; sociétés développées/sociétés sous-développées ; ... : le jeu des oppositions peut se poursuivre, il brouille les pistes et conduit vite à la perplexité, sinon au paradoxe.

Le premier apport de l'ethnologue est de mettre en doute les évidences. Il n'y a que dans les rapports du « Millenium Challenge », ou dans les pages de *The Economist* proclamant « *The end of poverty* », que l'on peut lire que la pauvreté matérielle des sociétés dites « primitives » condamne celles-ci à la disparition, ou bien que les membres des sociétés « sans histoire », en marge de la modernité, de la technique et du développement, vivent dans la misère et la peur du lendemain.

Arbitraire, le lien entre abondance matérielle et bonheur ; arbitraire, aussi, le lien entre croissance, revenu par tête et progrès.

La réalité, attestée par les travaux de terrain, comme par les témoignages transmis par les membres de tribus ou de sociétés pré-modernes, invalide les clichés généreusement prodigués par les Croisés du développement, ceux qui flairent les marchés à venir.

Ces sociétés, au contact étroit de la nature, et même, dans une dépendance quotidienne à l'égard de la nature, ont été résilientes, si résilientes que certaines viennent mourir sur les murailles de la modernité après plusieurs siècles, voire plusieurs millénaires d'existence. Elles ne survivent pas à grand-peine dans l'attente des sauveurs venus d'ailleurs qui leur ouvriraient les portes de l'abondance et du progrès. Leurs membres, loin d'être condamnés à une vie courte, brutale et misérable, disposent d'un temps (pour nous inconcevable) pour ne rien faire : parler, jouer, danser, s'aimer, regarder le ciel, se féliciter d'être ce qu'ils sont.

Et le sentiment qui naît du compagnonnage des pêcheurs nomades vézos de Madagascar, des Muria du Chattisgarh, ou des San du Bostwana, est plutôt celui d'une considérable résilience aux transformations de leur milieu, de laquelle l'accumulation financière est absente, à laquelle la technique est indifférente et à laquelle la satisfaction de soi et la connaissance intime de son écosystème sont étroitement liées.

Considérable est leur résilience dans leur relation avec la nature, mais faible est leur résilience face aux agressions extérieures. Les sociétés « froides » caractérisées par Claude Lévi Strauss comme des sociétés très économes en énergie et en violence interne, sont fort démunies face à nos sociétés chaudes, qui dépensent et produisent beaucoup d'énergie, avec, en contrepartie, une violence considérable : violence de la technique, violence de l'économie, violence du monopole du bien que nous nous attribuons, violence plus encore d'un système qui ne veut voir que du Même devant lui ; l'homme du regard éloigné, ethnologue, passeur, est bien placé pour douter de la résilience d'une modernité qui détruit tout ce qui n'est pas elle, à commencer par la plénitude identitaire des peuples du soi et du sien.

2 – La résilience des sociétés qui font l'objet du travail des ethnologues, et dont le seul point commun est qu'elles ont vécu hors de la modernité occidentale, qu'elles sont tournées sur elles-mêmes et leur plénitude, est généralement attribuée à quelques traits communs :

- ✓ L'adaptation au milieu. La facilité qui tend à localiser les sociétés sans histoire sur les terres bénies des dieux, où la chaleur du climat, la profusion de la nature, l'abondance végétale et animale assurent une vie douce, remplit les rêves de Tropiques : elle est tout simplement fautive. Faut-il évoquer les Fuégiens, les Eskimos, les Touaregs ? L'oekoumène humain est extraordinairement étendu ; les sociétés de la tradition ont développé des pratiques dont la

diversité traduit d'abord leur adaptation aux conditions climatiques, géographiques, alimentaires.

Un Canadien ou un Américain, pour vivre au Nunavut ou au nord de l'Alaska, consomment cent fois plus d'énergie que les Eskimos. Là où ceux-ci s'adaptaient, nous nous séparons. Là où ils acceptaient des vies rudes, le risque de l'accident individuel, nous les refusons en nous coupant de notre milieu par la technique, le droit, l'argent. Cette séparation a un prix, et ce pourrait être le prix de notre résilience.

- ✓ La démographie. Les peuples « autres » vivent à effectifs constants ou en très faible augmentation. La peur de la surpopulation explique des pratiques aujourd'hui incompréhensibles de limitation du nombre d'enfants appelés à atteindre l'âge adulte, y compris par une étonnante indifférence au sort des plus jeunes ; vivront ceux qui doivent vivre ! La résilience des sociétés primitives s'explique par la régulation naturelle de la population, par une sélection rigoureuse des individus appelés à survivre (famines, accidents, maladies, éliminent les plus faibles). Une relative, et parfois choquante, indifférence au sort individuel est la clé de la survie collective. Nous refusons de voir que la croissance démographique est la première menace qui pèse sur la résilience de nos sociétés. Ce n'est pas là le plus petit des effets de notre dévotion à la croissance économique, pour laquelle le grand nombre des consommateurs est la première ressource.
- ✓ La relation directe avec la nature : ces sociétés disposent de peu de leviers techniques (comme le moteur), et moins encore de capital financier pour modifier leur environnement, prélever plus de ressources qu'elles n'en disposent. La force humaine, quelquefois relayée ou multipliée par celle de l'animal, est le levier principal, sinon unique, de l'action de l'homme sur la nature. Les techniques qui assureraient un levier incomparablement supérieur sont ignorées ou interdites (à l'exception notable du feu, employé pour la culture sur brûlis). Et quand elles en disposent, l'histoire montre que les sociétés primitives ont toutes les chances de perdre leur résilience ; qui parlerait encore des habitants de l'Île de Pâques, s'ils n'avaient pas su dresser leurs dieux de pierre !
- ✓ L'emploi des services gratuits de la nature. Des siècles d'observation de la nature, une pensée symbolique et mimétique qui associe des formes ou des couleurs à des effets déterminés fondent une pharmacopée, un garde-manger, voire un rayon cosmétique étonnamment fournis, sans presque d'intermédiation technique. Chez les Muria du Chattisgarh, il n'existe rien – ni racine, ni feuille, ni fruit, ni fleur, ni animal, ni insecte – qui n'ait son utilité, qui ne soit employé en cas de besoin et dont l'usage ne se transmette de génération en génération. Avec une faible intensité de la mobilisation des ressources, mais une extension considérable du recours à la

diversité, les sociétés sans histoire se nourrissent, se soignent, se parent et s'embellissent dans une relation inverse à la nôtre, nous qui tendons à réduire la diversité pour industrialiser le vivant et intensifier son exploitation, nous qui rêvons de nous séparer de la nature pour accomplir le rêve caché de l'indétermination.

3 – Des éléments, plus politiques, sont tout aussi remarquables, et posent davantage de questions à notre modernité sûre d'elle-même.

- ✓ Le hors-marché. Les économistes de l'École de Chicago sont bien les seuls à avoir vu dans les relations de marché, l'état naturel des rapports humains ! Comme l'établit, par exemple, Maurice Godelier, après Mauss, toute société traite des biens qui se donnent, des biens qui se transmettent, des biens qui s'échangent contre d'autres (et ces derniers sont les moins importants). Dans une part significative des sociétés primitives, le marché n'existe tout simplement pas, les échanges étant régis par des règles associées au régime matrimonial, à la parenté, etc., et, plus généralement, à la pacification des relations à l'intérieur de la communauté. Chez d'autres, le marché existe, mais il est limité en importance, et les échanges qui y ont lieu sont accessoires – il ne s'agit que du nécessaire ! Face à cette prétention infondée qui entend faire du marché l'état naturel des rapports humains, le message de l'ethnologue est d'une brûlante actualité. L'illusion qu'il y a toujours un prix de marché, que le prix de marché est toujours le bon et, plus encore, l'illusion que tout service, tout bien et toute relation ont un prix menacent de nous faire oublier que dans nos sociétés également des biens, comme l'identité, demeurent vitaux, intransmissibles – et sans prix.

- ✓ L'épargne. Ces sociétés utilisent parcimonieusement les ressources à leur disposition. Soit que les tabous les obligent à ne pas tuer certains animaux et à ne pas cueillir certains végétaux, soit que la religion leur impose des périodes de jeûne ou d'abstinence, soit enfin que les règles de chasse, de pêche et de cueillette limitent au strict nécessaire le prélèvement sur la nature, leur consommation ne dépasse pas le rythme du renouvellement des ressources naturelles.

Nous épargnons des biens, indifférents à leur nature, et plus encore cette forme morte qu'est l'argent. Eux, ils épargnent les processus écologiques qui les ont fait naître, les font naître et les feront naître. L'exemple est donné par ces sacrifices de buffles, communs à de nombreuses sociétés, des Antandjy malgaches aux Torajas de Sulawesi, à l'occasion des funérailles d'un chef de famille : si les buffles se multipliaient, si leurs troupeaux grossissaient démesurément, la disparition des pâturages signerait la mort de ces communautés. Cette désépargne, qui choque les économistes lointains – quel gâchis de capital ! –, est en réalité une condition de la résilience. Les Antandjy n'ont pas la cupidité des Espagnols qui, au XVI<sup>e</sup> siècle,

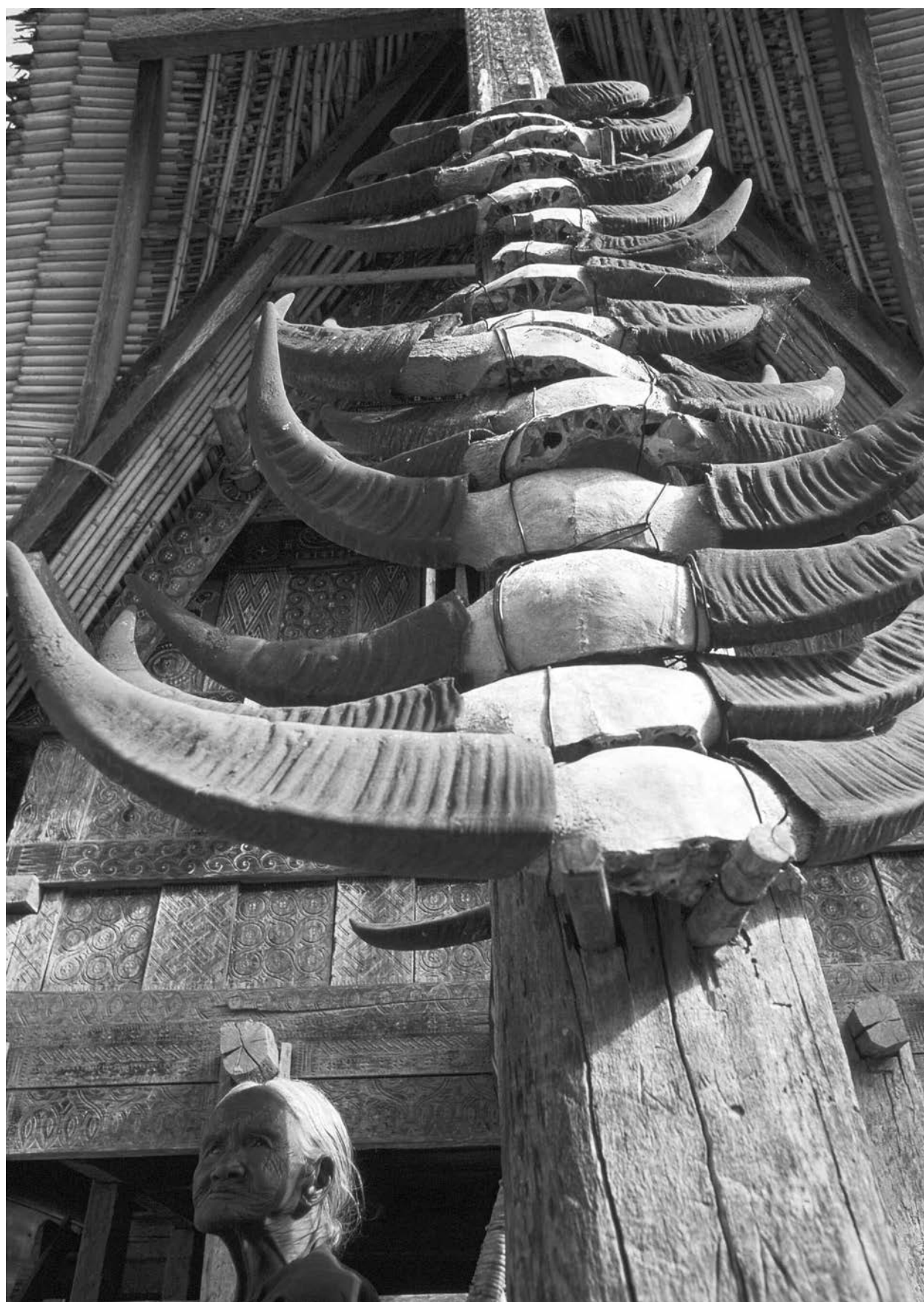
développèrent à ce point l'élevage du mouton qu'ils rava-gèrent leurs terres, comme nous le faisons aujourd'hui pour faire pousser des arbres devenant adultes en l'espace d'une vingtaine d'années ou pour maintenir à tout prix les rendements agricoles ! Le respect de la vie serait-il le meilleur des placements ?

- ✓ L'égalité. « Celui qui s'élève, on lui met le feu ». Ce dicton malgache est l'un des plus répandus dans une société où l'esprit communautaire et le partage des tâches, comme celui des plaisirs, exigent la proximité entre niveaux de vie. L'organisation sociale, le mode de production, la gestion des accès et des biens limitent, voire excluent l'accumulation privée, notamment parce que la mobilité sociale représenterait une menace pour l'ordre et l'unité. Peu de contraintes dans ce domaine, mais surtout le mépris pour l'enrichissement : alors que l'héroïsme, les capacités amoureuses, la fécondité, les aptitudes au chant ou à la danse et l'éloquence sont socialement reconnus et valorisés, la richesse est méprisée ou, à tout le moins, ignorée. Alertée par un trafiquant français sur la présence d'or dans une rivière, la reine malgache Ranavolana II fit savoir à celui-ci qu'elle interdisait l'orpaillage, parce que l'or est facteur de division au sein d'une communauté : aveuglement primitif, ou sagesse postmoderne ?

- ✓ Les biens communs. « Une tonne d'or vaut moins qu'une livre de fihavanana », dit le Malgache (le fihavanana désignant l'esprit communautaire, le bien vivre ensemble). Étudiés dans le détail à maintes reprises, notamment par Elwin Verrier et Margaret Mead, les modes de propriété associent biens communs, espaces privés et échanges rituels, sous une contrainte, la fermeture à l'extérieur ! Les tribus d'Irian Jaya gardent leurs champs jour et nuit, et l'étranger ne peut rien prendre, cueillir ou tuer sans provoquer un conflit immédiat. Rien à voir ici avec la trop connue et mal interprétée « tragédie des communs » ; cette tragédie n'existe qu'à partir du moment où des prédateurs extérieurs, sans attache au territoire et sans responsabilité à son égard, peuvent piller la ressource sans être concernés par son renouvellement. Pas de biens communs durables sans frontière et sans responsabilité sociale de ceux qui vivent à l'intérieur de cette frontière ; le modèle de la société ouverte – ouverte... d'abord à ses ennemis – condamne les biens communs en les offrant au pillage. Toute relation avec la liberté de mouvement des capitaux et la colonisation de nos sociétés par la loi du rendement maximal est naturellement fortuite – à moins qu'elle n'appelle un regard ethnologue sur le pillage que le libre échange organise ?

Au fond, tout au fond de la résilience des sociétés « autres », quelques points vont à rebours des préjugés de la modernité et de l'utopie mondialiste.

- ✓ Le don divin des origines. Une partie des peuples premiers sont persuadés d'être « les seuls vrais hommes », qu'ils descendent du dieu crocodile, d'un



© Eric Raz/HOA-QUI

« L'exemple est donné par ces sacrifices de buffles, communs à de nombreuses sociétés, des Antandjoï malgaches aux Torajas de Sulawesi, à l'occasion des funérailles d'un chef de famille : si les buffles se multipliaient, si leurs troupeaux grossissaient démesurément, la disparition des pâturages signerait la mort de ces communautés ». Exposition de cornes de buffles sacrifiés lors de cérémonies, village de Palawa, Sulawesi, Indonésie.

éclair de soleil ou d'un taureau sorti des flots ! L'origine est divine, les mythes l'établissent, et la certitude d'un lien avec le sacré est source de fierté, de confiance et de sûreté de soi. La question de l'identité ne se pose jamais puisqu'elle va de soi. Ceux qui se réjouissent de la disparition des « grands récits », du « mythe de l'identité nationale », devraient être prudents : la vraie question n'est pas celle de la vérité historique, c'est celle de l'utilité sociale. Et l'ethnologue tend à répondre que les récits comptent, pour ceux qui y croient, et que l'unité compte, pour ceux qui s'y retrouvent ! Il pourrait ajouter que la fierté identitaire est une richesse qui en vaut bien d'autres et suggérer que l'appétit convulsif pour les biens matériels est une compensation médiocre de la misère identitaire qui sévit dans le monde des Mêmes, ces individus réduits à la conformité par le droit, le contrat et l'utopie planétaire.

- ✓ La primauté de l'esprit. Les Canaques déclarèrent à un missionnaire, qui en fut très surpris, que ce qu'il leur avait apporté, c'était le corps ! Et non l'esprit, c'est-à-dire aussi bien la musique, les jeux, les danses, la conversation, le récit que le culte des ancêtres, les rites et les prières. Rien d'abstrait dans cette dimension spirituelle, mais des préférences très concrètes pour les sources de satisfaction morales, sociales, imaginaires, qui placent le monde d'ici-bas sous le regard et la domination d'un monde d'avant, devenu monde d'en haut. Ce monde-ci n'existe que par les échos affaiblis du monde d'en haut, et le chamane sibérien, le maître vaudou ou le guérisseur du tromba malgache sont d'abord les passeurs de ce monde d'en haut. L'hétéronomie affirme qu'il est un autre monde au-dessus du nôtre, qui le commande et lui donne son sens. Nous en sommes sortis : nous ne croyons plus en aucun au-delà, mais nous continuons à sacrifier ce monde-ci en dévotion à une loi des marchés qui est ni plus ni moins consistante que celle du dieu crocodile et qui, ni plus ni moins que celui-ci, ne fait pleuvoir, briller le soleil ou n'apporte le bonheur.
- ✓ L'unité interne, la diversité externe. La résilience des sociétés traditionnelles, et plus encore leur extraordinaire diversité, proviennent de leur attention à gérer ce que Claude Lévi Strauss appelait « optimum de diversité », c'est-à-dire à maintenir une unité interne qui est la clé de relations confiantes, apaisées et sereines. Sur la base d'une foi commune, d'un récit des origines distinctif et valorisant, et d'une extrême attention à se différencier des autres (voisins, rivaux, ennemis), les sociétés primitives placent l'unité à l'intérieur et la diversité à l'extérieur, là où la modernité sans-frontériste nous incite à penser la diversité à l'intérieur, individuelle, et l'unité à l'extérieur. Le capital que constituent une identité forte, une unité nationale affirmée, est proche de ce capital institutionnel, auquel Douglass North, entre

autres, a consacré son œuvre : la question n'est pas que nous le négligions, mais bien plutôt que nous le détruisions rapidement, alors que la volonté constante des sociétés primitives de se différencier et d'approfondir leur singularité est le ressort majeur de ce que nous appelons la civilisation, laquelle est en survie.

- ✓ La société contre l'économie. Le secret de la résilience des sociétés de l'ethnologie tient sans doute dans la transposition à l'économie de ce que Pierre Clastres a mis en relief dans les sociétés indiennes : de même que ces sociétés ne sont pas incapables de constituer un État et ne sont pas en attente impuissante d'État, mais sont des sociétés contre l'État, organisées et disposées pour qu'un État ne puisse advenir, pour que le pouvoir politique ne puisse pas donner naissance à l'État, de même ces sociétés sont des sociétés contre l'économie. Ce n'est pas qu'elles ne connaissent pas l'accumulation de ressources, ni qu'elles soient incapables de concevoir des techniques qui leur donnent un levier considérable (par le feu ou par le poison, par exemple), c'est qu'elles s'organisent contre, c'est qu'elles érigent des dispositifs divers (certains d'entre eux étant extraordinairement sophistiqués) pour interdire l'accumulation privée, la concurrence entre leurs membres ou une consommation excessive des ressources et, surtout, la primauté de l'économie, des choses qui se possèdent sur les choses qui se rêvent, se chantent ou se content. Les jeunes hommes Bara, au centre sud de Madagascar, doivent voler des têtes de bétail avant d'être reconnus comme des hommes par leur société. Le chef indien, dépourvu de tout pouvoir réel, est obligé de répondre avec munificence aux dons, aux échanges, et il se ruine à son poste. Les adolescents Muria étaient punis s'ils passaient plus de deux nuits avec le même partenaire dans le « gothul », le dortoir commun, et se laissaient aller à la possession ou à la jalousie. Les journées malgaches du « Bain des Reliques », où le corps de chacun, de chacune, appartient à tous et à toutes, ont pour fonction majeure de ramener chacune et chacun aux satisfactions premières, à ce que ni l'argent ni le rang social ne donnent – parlez-en à la princesse et à son jardinier ! La lutte contre l'appétit de propriété, contre l'esprit de lucre ou d'usure, est la forme commune de ces sociétés contre l'économie qui ne concèdent à la production, à l'échange et à l'épargne de biens matériels que le minimum nécessaire. Nous cherchons précisément dans l'attitude inverse un salut qui se dérobe. Et nous avons détruit sans coup férir ceux qui ne nous demandaient rien, sauf de les ignorer, au point de mettre en péril cette condition universelle de la survie de l'espèce, sa diversité.

Les sociétés « autres » ont duré dans des conditions qui semblent pour nous incroyables !

Mais elles ont disparu. Il est généralement considéré, en 2013, que plus aucun groupe humain existant n'a



maintenu un isolement tel qu'il n'ait pas eu de contact avec la civilisation technique. Il est intéressant d'examiner les raisons de la non résilience de ces sociétés, une fois rappelé cette vérité simple que les ONG et les apôtres de l'État de droit ont oubliée ; le vrai facteur de non résilience des sociétés primitives, comme l'énonçait un humaniste anglais en 1880, c'est le fait que : « nous avons les mitrailleuses Maxim's, et (eux,) ne les ont pas ! » La question est ouverte : qui aura, demain, entre ses mains, les mitrailleuses de l'Apocalypse ?

Pour qui considère la diversité comme une garantie de survie, l'épisode violent d'extinction de la diversité humaine qui s'achève est inquiétant.

Ce n'est pas un hasard si Jared Diamond va chercher dans les tribus de ses terrains d'ethnologie les leçons qui pourraient nous sauver ou nous permettre d'espérer mieux faire.

Ce n'est pas non plus un hasard si la revanche identitaire est un fait que tout dirigeant d'entreprise et tout res-

pensable politique est obligé d'intégrer ; sa survie en dépend.

Et ce n'est pas seulement un cauchemar que nous partagerons avec Claude Lévi-Strauss, si nous devinons qu'à la suite de quelque accident, pas inconcevable, pas invraisemblable, pas seulement probable, mais proche, les seuls à survivre sur une planète dévastée seront ces Antandjoy ou leurs frères des Terres australes, les Sans, qui, depuis des millénaires, savent composer avec l'une des terres les plus arides du monde irradiée par le soleil, balayée par les vents du Grand Sud, et qui survivent dans leurs maisons à demi enterrées, au milieu d'une brousse sèche aux arbres torturés, pour fêter sous le tamarin géant le simple bonheur d'être en vie.

### Note

\* Président d'Eurogroup Institute.

# **Améliorer les conditions de la résilience urbaine dans un monde pluriel : des défis et une stratégie sous contrainte**

Par Richard LAGANIER \*

**La mise en œuvre du cadre d'action de Hyogo, en 2005, se veut une réponse universelle visant à bâtir des villes résilientes aux crises multiformes qui les affectent. Ce désir de résilience urbaine, si l'on veut qu'il ne reste pas simple incantation ou pur discours théorique, nous invite à préciser les contours du concept pour mieux en saisir les défis, et donc sa portée pratique. Dès lors, comment proposer une vision commune qui soit transculturelle et universelle, c'est-à-dire qui prenne en compte la multiplicité des cultures et des comportements face aux dangers, ainsi que les multiples contraintes locales qui se font jour au moment de la traduction territoriale de la vision de Hyogo ?**

Au tournant du XXI<sup>e</sup> siècle, les villes sont confrontées à une série de crises de natures diverses (environnementale, géopolitique, financière, économique et sociale) marquées par de fortes incertitudes qui interrogent des sociétés de plus en plus soucieuses de sécurité. Dans ce contexte, la résilience semble être la réponse capable de définir des repères rassurants au regard des exigences de résistance face aux dangers et des désirs de pérennité à travers le changement et la variabilité.

La résilience évoque en effet la capacité de faire face, de rebondir, de se reconstruire après un choc, après des turbulences ou après une crise. C'est le processus qui permet aux individus, aux sociétés et aux territoires de ne pas sombrer, de se maintenir et de perdurer malgré les aléas de l'histoire ou de l'existence, malgré les épreuves, la désorganisation, les dommages et les pertes humaines. La résilience est aussi décrite comme l'état d'un système qui aurait pour caractéristique d'être en capacité d'absorber des perturbations et de surmonter des crises. Cet état permettrait audit système de résister et de revenir à une situation normale, voire, dans certains cas, à une situation améliorée, quand les retours d'expériences tirés de la catastrophe constitueraient alors une opportunité pour

reconstruire quelque chose de plus sûr, de plus juste, de plus résilient en somme.

La résilience offre donc de multiples perspectives encourageantes, au moment même où la récurrence d'événements fortement dommageables, y compris dans les pays les plus développés (comme, par exemple, les catastrophes liées au passage des ouragans Katrina à la Nouvelle-Orléans en 2005 et Sandy à New York en 2012, ou encore, les effets destructeurs en chaîne du tsunami qui a frappé le Japon en 2011), semble signer l'échec des démarches de gestion des risques urbains fondées sur des savoirs scientifiques et techniques traditionnels (CAMPANELLA, 2006 ; HERNANDEZ, 2009). La résilience ouvrirait alors un horizon enthousiasmant de par sa promesse d'une réponse idéale et universelle aux crises. Cet espoir de résilience, si l'on veut qu'il ne reste pas simple incantation ou pur discours théorique, pose toutefois question tant du point de vue conceptuel que pratique.

Que recouvre la notion de résilience (inspirée au départ des travaux de physiciens, d'écologues et de psychologues) lorsqu'on l'applique aux systèmes urbains ?

D'un point de vue opérationnel, comment faire en sorte que les villes, dont certaines ont atteint le rang de métro-

pole mondiale de par les fonctions et les enjeux de portée globale qu'elles accueillent, s'inscrivent dans un processus visant à renforcer leur résilience ?

Comment proposer une vision commune, transculturelle et universelle, tout en considérant la multiplicité des cultures et des comportements face aux dangers ?

La mise en œuvre du cadre d'action de Hyogo (préfecture japonaise dont la principale ville, Kobé, lieu de la conférence mondiale sur la prévention des catastrophes des Nations Unies de 2005, a été frappée par un tremblement de terre dévastateur en 1995) visant à bâtir des villes résilientes servira de retour d'expérience pour saisir ces questionnements.

### Les défis de la résilience urbaine

La complexité croissante d'un monde de plus en plus interconnecté et urbanisé, où chaque initiative ou catastrophe engendre des rétroactions à différentes échelles, sur des territoires distants et dans des temporalités diverses et mal maîtrisées, invite aujourd'hui les urbanistes et les décideurs à penser différemment la construction des villes et leur trajectoire.

La ville, en tant que territoire de projets et d'expérimentations, mais aussi en tant que nœud essentiel du monde maillé d'aujourd'hui, devient le terrain privilégié de la mise en œuvre du concept de résilience. La résilience constitue ainsi une clé d'analyse des processus qui contribuent à penser la ville, sa production, ses permanences et ses mutations, à des échelles spatiales et temporelles très variées (LHOMME et al., 2012). À partir de cette posture, les crises et les catastrophes urbaines peuvent être considérées à la fois comme des causes, des conséquences, des révélateurs ou encore comme des catalyseurs des transformations de l'espace urbain. Dans cette acception de la résilience, la ville est vue comme un système ouvert et interconnecté au sens où des composantes qui touchent non seulement à la matérialité du bâti, au cadre de vie et aux fonctions urbaines, mais aussi à la dimension politique de l'urbain, aux jeux d'acteurs, aux communautés et au « vivre ensemble », interagissent pour constituer le fait urbain. La résilience urbaine peut alors être définie comme la capacité de la ville, dans toutes ses composantes, à absorber une perturbation, puis à recouvrer ses fonctions à la suite de celle-ci, que cette double capacité ait été consolidée avant la crise ou qu'elle ait été mise à l'épreuve au moment des événements.

#### *La résilience urbaine au défi du décloisonnement des politiques publiques et des espaces*

Au regard de cette complexité, la mise en pratique de la résilience urbaine nécessite de décloisonner l'étude des risques naturels, des risques technologiques ou des risques géopolitiques en combinant les approches relevant des sciences du risque et des crises à celles des sciences de la ville. Il s'agit tout particulièrement de réintroduire la ville

et ses dynamiques spatiales, temporelles et culturelles dans la gestion des risques.

Cette mise en dialogue suppose aussi de considérer les catastrophes non seulement comme des révélateurs de vulnérabilités urbaines, mais aussi comme un levier de transformation de l'espace urbain pré- ou post-catastrophe. La résilience urbaine ne se résume pas dès lors à la seule capacité de faire face à l'événement majeur, elle est aussi la capacité de la ville à se renouveler en permanence et à absorber les perturbations et les crises récurrentes.

Ce décloisonnement invite également à introduire, de façon complémentaire aux approches technicistes et naturalistes, les dimensions culturelle, symbolique et mémorielle de la ville, afin de mieux prendre en considération les perceptions des populations qui fabriquent et vivent la ville, tout comme les épreuves au cours des crises naturelles ou technologiques.

Cette transversalité demande enfin de prendre en compte le caractère multiscalair des actions engagées par les acteurs du système urbain pour faire face à la catastrophe ou aux impacts associés aux crises. En effet, en réaction à une crise, la ville mobilise de multiples ressources par delà l'espace soumis à perturbations. Qui plus est, les impacts se déploient bien souvent au-delà de l'espace de l'aléa. Les cas les plus emblématiques aujourd'hui d'impacts transcalaires sont sans doute les conséquences de catastrophes endommageant de grandes métropoles mondiales, comme cela a été montré lors des attentats perpétrés contre le World Trade Center le 11 septembre 2001, ou à la suite du passage de l'ouragan Sandy, également à New York.

Les processus de la métropolisation, traduction à l'échelle urbaine du processus de mondialisation, engendrent en effet des conséquences qui se diffusent de l'échelon local jusqu'à l'échelle planétaire. M. Reghezza a ainsi souligné quelle pourrait être la portée de la perturbation liée à une crue centennale de la Seine à Paris. Non seulement l'Île-de-France serait profondément touchée par l'altération de réseaux très interdépendants (électricité, transports, télécommunications...), mais des difficultés d'approvisionnement du Marché d'Intérêt National de Rungis affecteraient aussi la France entière, et, dans le même temps, des fonctions métropolitaines de portée mondiale liées à l'implantation de sièges de grandes entreprises seraient dégradées ou déplacées vers d'autres métropoles (REGHEZZA, 2006). Par voie de conséquence, l'un des enjeux pour mieux appréhender des changements éventuels dans les politiques urbaines et les modes de vie, et leur interaction avec les politiques du risque, est de bien différencier les échelles territoriales d'intervention pour pouvoir mieux les articuler entre elles : le *quartier* (lieu d'accès à l'habitat et aux services de proximité), l'*agglomération* (lieu de cohérence entre emploi, logement et services), les *régions urbaines* ou les *métropoles* (espaces de maîtrise de l'urbanisation et de configuration des grandes infrastructures) et, enfin, l'*aménagement du territoire*, l'*extra-*

urbain (lieu des grands arbitrages en termes de modes de vie et d'aménagement du temps).

### La résilience urbaine au défi des temps passé et futur

Améliorer les conditions de la résilience urbaine et penser le futur urbain amènent aussi à considérer différents horizons temporels et divers degrés de transformation des conceptions de l'urbanisme. Dans cette perspective, il s'agit non seulement de se donner les moyens de gérer les soubresauts du système urbain soumis à de nombreuses perturbations ou de procéder à des adaptations à la marge de celui-ci (résilience de temps court), mais aussi de maintenir ce système dans une trajectoire idéale de durabilité conduisant à des transformations des formes et du tissu urbains (résilience de temps long).

J. Theys (2009) propose ainsi trois horizons temporels d'action à propos du changement climatique. Le premier horizon concerne le temps court, celui de la mise en œuvre des instruments réglementaires ou incitatifs susceptibles d'initier des adaptations progressives de l'habitat et des microprojets urbains, au moindre coût. Cette résilience de temps court correspond aussi à notre capacité de réaction face à une perturbation qui peut survenir sur la durée des mandats politiques nationaux ou locaux. Deux leviers permettent d'améliorer cette résilience urbaine de temps court :

- ✓ a) une stratégie technique visant à limiter le degré de perturbation du système au moyen d'une meilleure capacité de résistance et d'absorption (SERRE et al., 2012),
- ✓ et, b) une stratégie plus organisationnelle visant à anticiper les crises à venir et à accélérer le retour à la normale grâce à une gestion optimisée des moyens et des ressources, et au maintien d'une bonne accessibilité, même en cas de perturbation (TOUBIN et al., 2012).

Le deuxième horizon, pluridécennal, quant à lui, prendrait appui sur de grands projets d'urbanisme et des investissements massifs afin de répondre à des objectifs de grande ampleur concernant la transformation du tissu urbain et des modes de vie nécessaires par l'atteinte d'objectifs en matière de développement durable : réduction d'un facteur trois ou quatre des consommations d'énergie, modification sensible des schémas et des habitudes de transport et réduction sensible des vulnérabilités urbaines face aux risques.

Le dernier horizon, plus lointain, voire même relevant de l'utopie, est celui de la recomposition des formes et des fonctions urbaines en lien avec des ruptures technologiques majeures et une reconfiguration des systèmes politiques, des modes de vie et des relations sociales. Ce troisième scénario soulève plusieurs questions : sur quel « idéal » de structuration urbaine doit-on réinventer le futur urbain ? Est-on capable de faire évoluer des systèmes d'action extrêmement complexes mêlant politiques foncières, immobilières et de transport, stratégie de localisation des entreprises, reconfiguration du marché de

l'emploi, fiscalité, ou encore adaptation des modes de gouvernance ?

Historiciser la résilience nous invite aussi à regarder le passé des villes, à sortir d'une approche de temps court (celle de la catastrophe ou de l'adaptation *a minima*) et à nous positionner sur le temps long des trajectoires urbaines, comme nous y incitent géographes et historiens, à travers des analyses de trajectoires urbaines comparées. Il s'agit dès lors d'analyser les « turbulences » qui affectent les villes afin de saisir de façon rétrospective l'évolution dans le temps des dispositifs de préparation et de réponse à l'urgence, et celle des modalités d'une reconstruction à la fois fonctionnelle et mémorielle.

Comparer entre elles les réactions des sociétés urbaines anciennes et celle des sociétés urbaines contemporaines dans différents contextes socioculturels permet ainsi de s'interroger sur les relations entre mémoire et résilience. La pérennité de nombreuses villes sur le temps long tout comme leur récupération post-catastrophes amènent à qualifier la résilience fonctionnelle (évolution des fonctions urbaines dans le temps et impact des perturbations), la résilience urbanistique (dynamiques du tissu urbain, de l'échelle du bâti à celle de la ville dans son entièreté) et, enfin, la résilience symbolique (évolution de l'image que la ville donne à voir au monde ou à ses habitants, place des « ruines » et des vestiges traumatiques hérités de catastrophes passées dans cette reconstruction ou dans le maintien d'une mémoire du risque). Pour chacune de ces catégories, la question est de savoir si au-delà des permanences et de la continuité des villes dans le temps, les turbulences peuvent être un facteur d'innovation permettant de rebondir tout en se renforçant face à l'adversité des événements, autrement dit, de décrypter dans quelles conditions les leçons tirées des événements passés ont été prises en compte pour définir une résilience urbaine plus robuste.

En effet, la catastrophe peut être considérée sur le temps long comme une opportunité permettant de construire quelque chose de nouveau sur l'emplacement d'une ville détruite, mais aussi de reproduire une ville imitant un antérieur idéalisé. L'histoire nous enseigne qu'il y a, en effet, souvent compromis entre la volonté de conserver les traces d'une histoire et d'une identité perdues lors de la catastrophe et le désir de promouvoir une ville nouvelle tournée vers le futur.

Au final, c'est dans l'articulation entre ces temporalités et ces spatialités différentes, et les logiques d'acteurs qu'elles sous-tendent, que réside une consolidation possible des conditions de la résilience urbaine. À défaut d'un tel emboîtement, les crises pourraient mettre à nouveau à l'épreuve les villes concernées.

### La définition des conditions d'une résilience urbaine adaptée à des environnements socio-culturels et économiques divers : le cadre d'action de Hyogo à l'épreuve du terrain

En janvier 2005, à l'occasion de la Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes, 168 pays adoptent

le cadre d'action (des Nations Unies) de Hyogo pour la décennie 2005-2015 : sous l'intitulé *Pour des nations et des collectivités résilientes face aux catastrophes*, c'est un programme d'action ambitieux qui vise à réduire considérablement les risques de catastrophe (UNISDR, 2005). Trois objectifs stratégiques et cinq priorités d'action du cadre d'action de Hyogo ont été définis afin de répondre aux défis posés par l'augmentation du nombre et de l'ampleur des catastrophes à l'échelle planétaire.

La mise en avant de la résilience à l'échelle internationale et sa mobilisation par des acteurs très variés se traduisent aujourd'hui dans de nombreux pays par un surinvestissement : la résilience urbaine y est sommée d'être à la fois une réponse idéale (parfaite) et universelle (des objectifs identiques pour tous) dans des contextes toujours plus complexes, ouverts, incertains et hétérogènes des points de vue économique, culturel, sociopolitique et environnemental. Toutefois, des tensions manifestes entre les discours – la théorie – et leur mise en application nous conduisent alors à interroger la résilience urbaine dès lors que celle-ci est soumise à l'épreuve du terrain (REGHEZZA et al., 2012).

#### *La mise en scène internationale des principes directeurs de la résilience*

Chacun cherche désormais de nouvelles solutions pour créer, conforter ou améliorer la résilience des systèmes urbains et de leurs composantes (UNISDR, 2012). Dans cette perspective, la résilience promue à Hyogo renvoie à un ensemble de capacités développées en amont de la perturbation (résilience proactive), au moment de la crise (résilience réactive) et lors du processus de redressement et de calme qui suit la crise (résilience post-active).

#### *Crise et résilience*

La résilience repose sur une mise en convergence de différents facteurs d'ordres organisationnel, technique et socioculturel, qui visent à créer les conditions les plus favorables possibles pour anticiper les crises et permettre d'y faire face le moment venu. À ce titre, les efforts en matière de résilience proactive portent surtout sur la préparation aux crises, sur l'atténuation de leurs effets (capacités adaptatives) et sur le renforcement des dispositifs de gestion collective des crises et de partage des bonnes pratiques (capacités d'apprentissage) en vue de « se remettre » le plus rapidement possible des dommages subis. Dans une moindre mesure, les investissements s'orientent aussi sur les moyens alloués à l'après-crise pour favoriser le rétablissement et la reconstruction, et tirer les leçons de la survenue d'un événement.

Dans ce cadre, certains voient en la résilience un tournant, un nouveau référentiel d'action dans la gestion des catastrophes urbaines et, plus largement, dans l'aménagement et l'urbanisme. D'autres y voient un déplacement de focale vers des domaines jusque-là moins développés (auto-organisation, anticipation, atténuation...).

#### *Un effort d'apprentissage collectif est nécessaire à tous les niveaux*

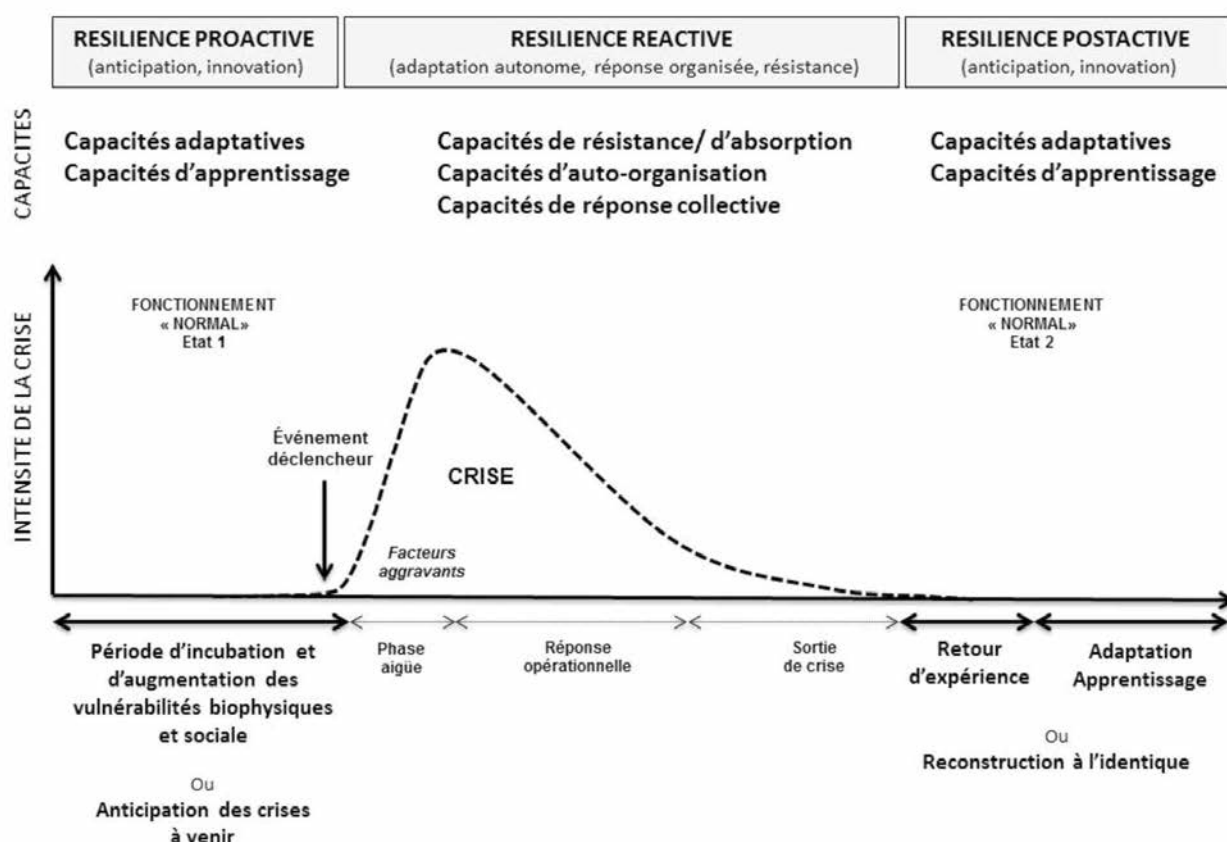
Depuis le lancement du cadre d'action de Hyogo par les Nations Unies, quatre sessions de la Plate-forme mondiale pour la réduction des risques de catastrophe ont été organisées à Genève afin d'échanger entre parties prenantes sur les progrès accomplis par les pays et les organisations en matière de modalités de réduction des risques et de mise en œuvre du cadre d'action. Ces rencontres

#### **Les trois objectifs stratégiques de Hyogo**

- a) Prendre plus efficacement en compte les risques de catastrophe dans les politiques, plans et programmes de développement durable, à tous les niveaux, en privilégiant la prévention des catastrophes, la préparation à celles-ci, l'atténuation de leurs effets et la réduction de la vulnérabilité,
- b) Mettre en place et renforcer les institutions, mécanismes et capacités qui, à tous les niveaux (en particulier au niveau des collectivités), peuvent aider systématiquement à renforcer les capacités de résistance aux catastrophes,
- c) Envisager systématiquement la réduction des risques aux stades de la conception et de l'exécution des programmes destinés à aider les collectivités frappées par une catastrophe à se préparer aux situations d'urgence, à y faire face et à se relever.

#### **Les cinq priorités du cadre d'action de Hyogo**

- a) Veiller à ce que la réduction des risques de catastrophe soit une priorité nationale et locale et à ce qu'il existe, pour mener à bien les activités correspondantes, un cadre institutionnel solide.
- b) Identifier, évaluer et surveiller les risques de catastrophe, et renforcer les systèmes d'alerte rapide.
- c) Utiliser les connaissances, les innovations et l'éducation pour instaurer une culture de la sécurité et de la résilience, à tous les niveaux.
- d) Réduire les facteurs de risques sous-jacents.
- e) Renforcer la préparation aux catastrophes en vue d'une intervention efficace à tous les niveaux.



affichaient également l'objectif d'aider les pays à identifier clairement leurs lacunes et les problèmes à résoudre. Ce processus de *monitoring* et d'établissement de rapports sur l'application du cadre d'action de Hyogo, tous les deux ans, s'inscrit dans la Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations Unies. Celle-ci est relayée dans certains pays par une stratégie de mise en relation des parties prenantes afin de prolonger l'effort à travers des démarches d'apprentissage collectif (plateformes nationales, mécanismes de coordination multisectoriels). Le cas de la France illustre cet engagement par la mise en place à l'échelle nationale du Comité d'orientation pour la prévention des risques naturels majeurs (COPRNM), du Conseil national de la sécurité civile (CNSC), de l'Association française pour la prévention des catastrophes naturelles (AFPCN) et, plus récemment, de l'Observatoire national des risques naturels (ONRN) ou, aux diverses échelles locales, de structures de dialogue (Conseil départemental de sécurité civile et des risques majeurs - CDSCRM, Comité local d'information et de coordination - CLIC) ou d'observatoires visant à mieux penser la transversalité entre les politiques sectorielles. L'apprentissage passe aussi par le renforcement du thème du risque dans les programmes de l'Éducation nationale, ainsi que par l'affichage du danger dans la sphère publique (repères de crues, accès à des informations sur les risques à l'échelle communale...).

### Les freins à la promotion de la stratégie d'action de Hyogo

Un engagement institutionnel et des garanties de la réduction des risques de catastrophe sont désormais largement affichés comme priorités nationales et locales, en particulier à travers la mise en place de stratégies régionales ou nationales, et l'adoption de lois sur la prévention des risques et la sécurité, qui précisent les responsabilités à tous les niveaux, du national au local. Néanmoins, plusieurs freins subsistent qui soulignent la difficulté de passer de la théorie à la pratique, notamment en matière d'adaptation. Ainsi, nombreux sont les pays qui soulignent la faiblesse de leurs capacités et de leurs ressources mobilisables (capacités financières et techniques, notamment leurs systèmes de communication et la compétence de leurs personnels).

Des systèmes de surveillance, d'archivage et de diffusion des données relatives aux aléas et aux vulnérabilités ont toutefois été élaborés dans nombre de pays. Mais le manque de ressources financières conduit les pays les plus pauvres à ne pas remplir cette priorité du cadre d'action, affectant en particulier leurs populations rurales et isolées qui peuvent se retrouver fragilisées par l'absence d'accès à la radio, à la télévision et aux médias électroniques (en Afrique subsaharienne, par exemple). Il en résulte une inégale diffusion d'une culture de la sécurité et de la rési-



© JC McIlwaine/UN Photo

« Depuis le lancement du cadre d'action de Hyogo par les Nations Unies, quatre sessions de la Plate-forme mondiale pour la réduction des risques de catastrophe ont été organisées à Genève afin d'échanger entre parties prenantes sur les progrès accomplis par les pays et les organisations en matière de modalités de réduction des risques et de mise en œuvre du cadre d'action ». Margareta Wahlström, représentante du Secrétaire général de l'ONU, lors d'une conférence de presse donnée dans le cadre de la campagne « Rendre les villes résilientes ».

lience, alors même que les économies des pays les moins avancés et des petits États insulaires en développement sont celles qui souffrent le plus des effets des catastrophes amplifiés qu'ils sont souvent par des phénomènes climatiques extrêmes particulièrement marqués et la pauvreté des populations.

De plus, si les processus d'apprentissage se développent, des progrès restent à faire. La mise en place de programmes d'enseignement ou de formation dédiés aux concepts et aux pratiques de la réduction des risques de catastrophe et de la reconstruction est encore insuffisante dans de nombreux pays, y compris en Europe. La participation à certaines plates-formes nationales reste encore souvent limitée aux seuls acteurs gouvernementaux, ce qui se traduit par une implication insuffisante des représentants des organisations de la société civile, des médias et du secteur privé.

Les procédures d'évaluation des impacts des projets de développement en termes de risques de catastrophe et l'élaboration d'outils de planification sont loin d'être généralisées, et lorsqu'elles le sont, les risques sont souvent perçus comme des contraintes vis-à-vis desquelles il faut se protéger, et rarement comme des opportunités. La nature transversale de la réduction des risques de catas-

trophe rend par ailleurs problématiques les coordinations nationales (mais également à d'autres niveaux), et ce, malgré le développement, dans certains pays, de *Plates-formes nationales* et d'autres lieux de coordination au niveau local qui visent à mieux intégrer les risques aux politiques sectorielles et aux plans de développement. La mise en œuvre des capacités d'atténuation s'en trouve par conséquent limitée.

Certaines dynamiques socio-économiques peuvent également neutraliser les initiatives éventuellement engagées, comme la migration rapide des populations des zones rurales vers les zones urbaines, qui, mal contrôlée, est un facteur d'aggravation de la vulnérabilité de certaines villes. De plus, les enjeux de développement économique passent souvent outre les paramètres de sûreté et de sécurité, en dépit des discours sur la résilience. Les acteurs de la ville se saisissent en effet des enjeux de la résilience pour légitimer des projets de développement, ou de non développement, quand bien même ceux-ci présenteraient de fortes déficiences. C'est ainsi que l'on a vu fleurir dernièrement d'innombrables éco-quartiers en zones inondables dont la résilience réelle peut laisser songeur, si ces derniers s'affranchissent de l'adoption de mesures techniques (construction de réseaux et de bâtis

résilients) et sociales (sensibilisation, formation et préparation des habitants au risque) indispensables. On peut dès lors s'interroger sur la portée opérationnelle de ces affichages, et surtout sur la contribution réelle de ces projets à la durabilité et à la résilience de ces territoires.

### Conclusion

La recherche de la résilience urbaine passe par l'infléchissement des normes sociales, techniques et environnementales pour assurer une meilleure réactivité du système urbain face à l'imprévu. Améliorer la résilience augmente les chances d'un développement durable dans un environnement changeant, dans lequel le futur est imprévisible et les surprises probables (FOLKE et ROCKSTRÖM, 2009). Elle invite à construire une vision transdisciplinaire prenant en compte la complexité, les incertitudes et les conflits. Sa mise en œuvre locale, qui considère plusieurs domaines (risques, territoires, organisation, réseaux...) implique aussi une réelle articulation avec les échelles supérieures, la combinaison de savoirs techniques et organisationnels, l'augmentation et la diffusion des connaissances (pour faciliter la prise des décisions) et d'en favoriser l'appropriation par tous pour pouvoir se préparer à faire face aux crises.

### Note

\* Professeur de Géographie à l'Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, membre de l'UMR PRODIG, Président du Comité National Français de Géographie.

### Bibliographie

CAMPANELLA (T.), "Urban Resilience and the Recovery of New Orleans", *Journal of the American Planning Association*, 72(2), pp. 141-146, 2006.

FOLKE (C.) & ROCKSTRÖM (J.), "Turbulent times", *Global Environmental Change*, n°19, pp. 1-3, 2009.

HERNANDEZ (J.), « The Long Way Home : une catastrophe qui se prolonge à La Nouvelle-Orléans, trois ans après le passage de l'ouragan Katrina », *L'Espace géographique*, 38(2), pp. 124-138, 2009.

LHOMME (S.), DJAMENT-TRAN (G.) & REGHEZZA-ZITT (M.), « Penser la résilience urbaine », in *Résilience urbaines, les villes face aux catastrophes*, Le Manuscrit, pp. 13-46, 2012.

REGHEZZA (M.), *Réflexions sur la vulnérabilité métropolitaine. La métropole parisienne face au risque de crue centennale*, Thèse de doctorat, Université Paris X-Nanterre, 2006.

REGHEZZA-ZITT (M.), RUFAT (S.), DJAMENT-TRAN (G.), LE BLANC (A.) & LHOMME (S.), "What resilience is not: Resilience use and abuse", *Cybergeo : European Journal of Geography*, n°621, 2012. <http://dx.doi.org/10.4000/cybergeo.25554>

SERRE (D.), BARROCA (B.) & LAGANIER (R.), *Resilience and urban risk management*, CRC Press, Taylor & Francis Group, 192 p., 2012.

THEYS (J.), « Scénarios pour une ville post-carbone », *Constructif*, n°23, juillet 2009. [http://www.constructif.fr/Article\\_43%20\\_78\\_602/Scenarios\\_pour\\_une\\_ville\\_post\\_carbone.html](http://www.constructif.fr/Article_43%20_78_602/Scenarios_pour_une_ville_post_carbone.html)

TOUBIN (M.), SERRE (D.), DIAB (Y.) & LAGANIER (R.), "An auto-diagnosis tool to highlight interdependencies between urban technical networks", *Natural Hazards and Earth System Sciences (NHES)*, an Open Access Journal of the European Geosciences Union, 12, pp. 2219-2224, 2012.

UNISDR, *How to make cities more resilient. A handbook for local government leaders*, New York et Genève, 100 p., 2012. Traduction en français à l'adresse suivante : [http://www.unisdr.org/files/26462\\_1102162isdrmayorshandbookintfrelowr.pdf](http://www.unisdr.org/files/26462_1102162isdrmayorshandbookintfrelowr.pdf)

UNISDR, *Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters*, New York and Geneva: United Nations publication, 2005.

Traduction en français à l'adresse suivante : [http://www.unisdr.org/files/1037\\_finalreportwcdrfrench1.pdf](http://www.unisdr.org/files/1037_finalreportwcdrfrench1.pdf)



# RESPONSABILITÉ

---

# ENVIRONNEMENT

recherches débats actions

## SOMMAIRE

### LA RÉGLEMENTATION REACH

Editorial - *Serge CATOIRE*

#### A) L'environnement technique et institutionnel

REACH : premiers succès, futurs défis - *Vincent DESIGNOLLE*

La sécurité des produits chimiques : une harmonisation internationale des réglementations est-elle possible dans l'avenir ? - *Annick PICHARD*

Les méthodes alternatives en matière d'expérimentation animale - *Philippe HUBERT et Pierre TOULHOAT*

Évaluer et gérer les substances chimiques soulevant une problématique environnementale - *Arnaud LAGRIFFOUL*

Règlement REACH : la valorisation économique et l'évaluation des impacts environnementaux - *Karine FIORE*

La mise en conformité des PMI avec le règlement REACH - *Pierrick DRAPEAU*

#### B) L'industrie

Le règlement REACH : aussi une opportunité de réinventer les produits chimiques - *Jean-Pierre CLAMADIEU et Jacques de GERLACHE*

REACH : des effets attendus allant bien au-delà du secteur de la chimie - Témoignage d'un utilisateur aval - *Bruno COSTES*

L'application du règlement REACH : le point de vue d'un producteur d'électricité - *Magali BOIZE et Martial AUDY*

La mobilisation REACH au sein du groupe Saint-Gobain : quels bénéfices pour l'entreprise en matière de maîtrise des risques chimiques ? - *Guy DUVAL-ARNOULD, Patrick SÉBASTIEN, Hélène GASCON et Pierre DELAYEN*

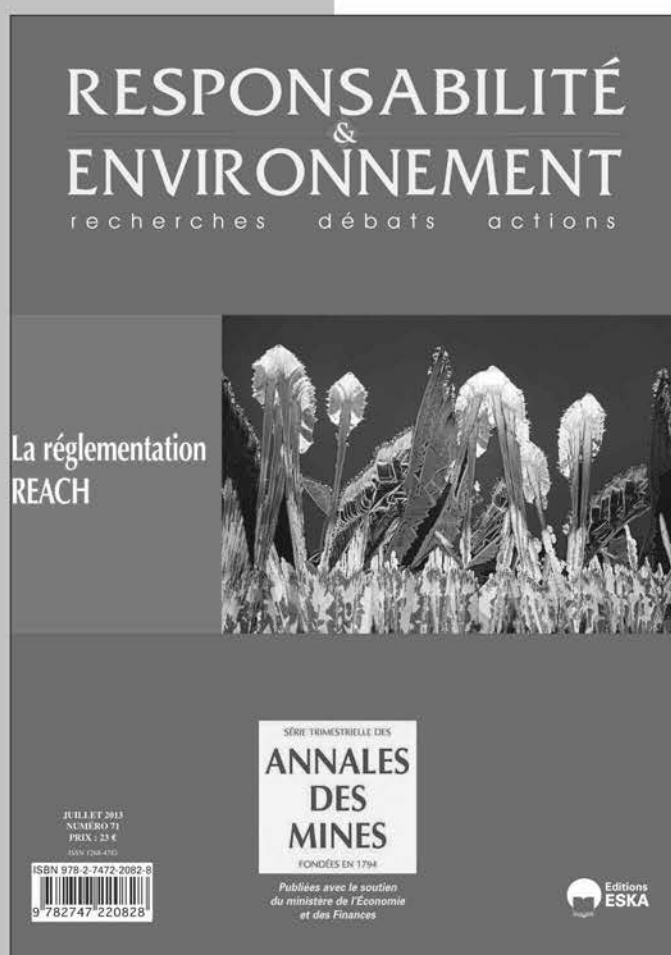
REACH : sera-t-il le coup de grâce porté aux usines européennes de la chimie fine ? - *Frédéric GAUCHET*

#### C) La perception du risque

« REACH : encore un effort ! » - *Sophie FLECKENSTEIN et Christian SCHAIBLE*

De nouveaux risques pour la santé - *Francis GLEMET et Catherine LEMASSON*

Le dossier est coordonné par *Serge CATOIRE*



JUILLET 2013  
ISSN 1268-4783  
ISBN 978-2-7472-2082-8

### BULLETIN DE COMMANDE

A retourner aux Éditions ESKA, 12, rue du Quatre-Septembre, 75002 PARIS

Tél. : 01 42 86 55 65 - Fax : 01 42 60 45 35 - <http://www.eska.fr>

Je désire recevoir ..... exemplaire(s) du numéro de **Responsabilité & Environnement** Juillet 2013 - numéro 71 (ISBN 978-2-7472-2082-8) au prix unitaire de 23 € TTC.

Je joins  un chèque bancaire à l'ordre des Éditions ESKA  
 un virement postal aux Éditions ESKA CCP PARIS 1667-494-Z

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville .....

# Bilan énergétique de la France pour 2012

Sous-direction des Statistiques de l'Énergie relevant du Service de l'Observatoire des Statistiques (SOeS) au sein du Conseil général du Développement durable du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

**En 2012, la consommation finale d'énergie, corrigée des variations climatiques, baisse (- 0,7 %), sous l'effet de l'atonie de l'économie. La consommation d'énergie primaire par la branche Énergie est encore plus touchée (- 5%), en raison d'une moindre production nucléaire et de la chute de l'activité de raffinage. La baisse est également marquée dans l'ensemble de l'industrie et le secteur tertiaire, un peu moins dans les transports. Ces derniers restent ainsi le premier secteur consommateur d'énergie, devant le secteur résidentiel, et loin devant l'industrie, le tertiaire et l'agriculture. Le mix de la consommation d'énergie finale reste stable en 2012, à l'exception d'une nette progression, en part relative, des énergies renouvelables thermiques. La production nationale d'énergie primaire se tasse à 136 Mtep, soit une baisse de 1 % par rapport au record de 2011. En 2012, la facture énergétique de la France établit un nouveau record historique, à près de 69 milliards d'euros, en raison notamment de la hausse quasi générale du prix des énergies importées. L'augmentation des prix à la consommation alourdit également la facture acquittée par les ménages.**

## Avant-propos

Comme le soulignent l'Agence internationale de l'énergie et Eurostat, il est essentiel de disposer de statistiques détaillées, complètes, ponctuelles et fiables pour pouvoir gérer la situation énergétique à l'échelon tant national qu'international.

Le bilan énergétique de la France, qui vise à répondre à ce besoin, est l'une des publications phares du Service de l'observation et des statistiques (SOeS – Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie) dans le domaine de l'énergie.

Les bilans énergétiques nationaux sont élaborés selon des normes standardisées et harmonisées, adoptées par l'ensemble des organisations internationales, telles que l'Agence internationale de l'énergie et l'Organisation des Nations Unies, ainsi que par plusieurs ensembles régionaux, comme l'Union européenne.

Dans le contexte du débat actuel sur la transition énergétique, il est particulièrement précieux de pouvoir ainsi comparer la situation de la France à celle de ses voisins européens ou de ses partenaires mondiaux.

Le bilan de l'énergie est un outil de présentation synthétique des flux des différents produits énergétiques d'un pays donné pour une année donnée. Il met en cohérence les statistiques portant sur tous les flux énergétiques : l'approvisionnement national, l'activité de transformation de l'énergie, la consommation finale de l'énergie, tant pour des activités énergétiques que non énergétiques. Il présente et analyse l'ensemble des flux d'énergie produits, importés, transformés, consommés, exportés par notre pays, tout au long de la dernière année écoulée. Présentés sous forme d'un tableau comptable, les chiffres donnent une vision immédiate et claire du circuit d'approvisionnement et d'utilisation par secteur de chaque source d'énergie : charbon, pétrole, gaz, électricité, énergies renouvelables thermiques et déchets. Sur le plan du concept, les approvisionnements doivent, une fois additionnés, correspondre au total des emplois. C'est une équation comptable.

Ce bilan permet, en outre, de calculer des indicateurs variés, tels que l'efficacité énergétique et la dépendance de notre pays vis-à-vis des autres pays en matière d'approvisionnement, et de fournir des données pour réaliser

une estimation précoce des émissions de dioxyde de carbone de la France.

Le bilan énergétique est donc un outil indispensable pour fonder les politiques et les stratégies dans le domaine énergétique. Ce n'est pas un hasard si, dès l'après-guerre, le Commissariat général au Plan a commencé à élaborer ce qui allait ensuite évoluer vers le bilan de l'énergie tel que nous le connaissons aujourd'hui.

Existant sous sa forme actuelle depuis 1982, le bilan énergétique de la France fait chaque année l'objet d'enrichissements et de perfectionnements méthodologiques, pour en accroître l'utilité et la lisibilité. La caractéristique majeure du bilan 2012 est la poursuite de ce qui a été initié en 2005, soit l'estimation séparée des consommations du secteur résidentiel et du secteur tertiaire, de façon à disposer à terme de séries longues. Il n'en demeure pas moins que de nouvelles modifications ont été apportées. Ainsi, les pages consacrées aux énergies renouvelables ont été amendées pour plus de clarté et de pédagogie. Les annexes méthodologiques ont été développées, avec l'ajout d'une rubrique consacrée aux sources et d'une autre aux références documentaires.

Nous espérons que le lecteur trouvera dans ce volume toutes les informations statistiques nécessaires à sa compréhension du monde de l'énergie.

### Synthèse

En 2012, l'environnement économique mondial a présenté un fort contraste : nette embellie aux États-Unis, croissance ferme bien que ralentie dans les pays émergents, mais récession dans la zone euro. Les pays méditerranéens (Grèce, Italie, Espagne, Portugal) ont été les plus affectés. En France, l'activité a stagné en 2012.

Les cours des énergies ont continué à croître au niveau mondial, entraînant dans leur sillage la hausse du prix des produits énergétiques importés en France, notamment les produits pétroliers et le gaz naturel. Par ailleurs, le différentiel de température constaté entre 2011 (année la plus chaude depuis 1900) et 2012 (année à peine un peu plus chaude que la moyenne des trente dernières années) a induit un besoin énergétique complémentaire de 5,7 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) en 2012 par rapport à l'année précédente. Les importations en volume ont donc augmenté tant pour les produits pétroliers raffinés que pour le charbon, davantage sollicité en 2012 par les centrales thermiques.

Le déficit physique des échanges s'est ainsi creusé pour les produits pétroliers raffinés (+ 29 %) et pour le charbon (+ 7 %). En parallèle, les exportations d'électricité se sont amenuisées. Néanmoins, le déficit global des échanges extérieurs physiques s'est réduit en 2012 de - 1,5 %. Cette apparente amélioration est en réalité due aux difficultés du secteur du raffinage, dont découle une baisse de 12 % des importations de pétrole brut. Hausse des prix des énergies importées et besoins accrus expliquent ainsi le nouveau pic atteint par la facture énergétique française, à

près de 69 milliards d'euros – soit un alourdissement de plus de 7 milliards d'euros par rapport à 2011.

La production nationale d'énergie primaire s'est tassée en 2012 à un peu plus de 136 Mtep, soit une baisse de 1,2 % par rapport au record établi en 2011. Elle est presque entièrement imputable à l'électricité nucléaire, qui a diminué de plus de 4 Mtep, en raison d'une disponibilité moindre des centrales. Les productions nationales d'énergies fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon), déjà marginales, ont poursuivi leur déclin. *A contrario*, en 2012, les filières renouvelables ont toutes retrouvé des couleurs après une année 2011 très contrastée. Après avoir atteint son plus bas niveau historique en 2011, la production hydraulique a augmenté de 25 % grâce à la fin de la sécheresse. Les installations continuant leur progression, l'électricité éolienne, photovoltaïque et l'énergie provenant des renouvelables thermiques et de la valorisation des déchets ont toutes augmenté leur production en 2012. Au total, l'ensemble des filières renouvelables a produit près de 4 Mtep supplémentaires par rapport à 2011.

En 2012, la consommation d'énergie primaire corrigée des variations climatiques a diminué de 2,3 %. Elle est ainsi passée sous la barre des 260 Mtep, soit un niveau inférieur à celui de 2009, année où la crise économique était particulièrement aiguë. Les niveaux élevés atteints entre 2002 et 2008, au-dessus des 270 Mtep par an, s'éloignent donc. Toutes les branches sont affectées par cette baisse, mais plus particulièrement la branche Énergie (- 5 %), sous l'effet combiné d'une production nucléaire moindre en 2012 et de la diminution de l'activité de raffinage.

La consommation finale de produits énergétiques (usages énergétiques et non énergétiques combinés), corrigée des variations climatiques, a baissé (- 0,7 %) en 2012, à 166 Mtep. Depuis 2009, elle varie autour de 167 Mtep, un plateau nettement inférieur à celui établi entre 2000 et 2008, soit 175 Mtep.

Oscillant depuis trois ans autour de 155 Mtep, la consommation finale énergétique corrigée des variations climatiques a reculé de - 0,5 % en 2012. Ce très léger repli a été deux fois plus marqué dans l'industrie – en raison notamment d'une consommation en baisse de près de 6 % dans la sidérurgie et, plus généralement, dans tous les secteurs gros consommateurs d'énergie –, ainsi que dans le tertiaire. La baisse dans les transports a été, quant à elle, proche de 1 %, la baisse du transport intérieur de marchandises due à la stagnation économique n'étant pas compensée par la hausse du trafic de voyageurs. Parmi les secteurs économiques, seule l'agriculture augmente sa consommation (+ 0,7 %). Pour sa part, la consommation du secteur résidentiel a été stable, mais cela masque des évolutions très différentes suivant les énergies, avec une chute de la consommation des produits pétroliers, une baisse sensible de celle du gaz naturel et une nette hausse de la consommation électrique.

La consommation de l'énergie à des fins non énergétiques a fortement chuté en 2012 (- 3,1 %), en raison du

repli de l'activité dans la branche de la chimie. Elle a tout juste atteint 12 Mtep en 2012.

L'intensité énergétique finale a diminué de - 0,6 % en 2012, après correction des variations climatiques. Sa baisse annuelle moyenne depuis 2005 s'établit désormais à - 1,3 %. Bien qu'encourageante, cette moyenne n'est pas encore au niveau de l'objectif inscrit dans la loi de programme du 13 juillet 2005 fixant les orientations de politique énergétique, qui visait une réduction de - 2 % par an de l'intensité énergétique finale d'ici à 2015. La moindre diminution de l'intensité énergétique s'explique sans doute par la stagnation économique enregistrée en 2012. En effet, en période de crise, les usines ne tournent pas à plein régime, ce qui détériore les rendements.

Selon le calcul partiel et provisoire du SOeS, les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion d'énergie corrigées des variations climatiques baissent de - 3,1 %. Elles diminuent franchement depuis cinq ans, avec un recul de - 2,2 % en moyenne annuelle depuis 2007. Ainsi, en 2012, leur niveau a été inférieur de 8,8 % à celui de 1990. Elles sont (en données réelles) restées stables en 2012.

Outre ces données du bilan de l'énergie calculées suivant des normes internationales, la directive européenne relative aux énergies renouvelables impose des indicateurs qui lui sont propres, avec une méthode de calcul et un champ qui diffèrent. Selon ces indicateurs, la France a été en 2012 en léger retrait par rapport à l'objectif de consommation finale fixé par le plan d'action national en faveur des énergies renouvelables (PNA) prévu par la directive. Pour 2012, il était de 22,9 Mtep d'énergies renouvelables, contre 22,0 Mtep réellement atteints. Sur la période 2005-2012, la consommation finale d'énergies renouvelables s'est accrue de 6,2 Mtep, au lieu des 7,1 Mtep attendus. Le déficit constaté concerne à la fois les composantes électriques et thermiques : il est de 3 points pour l'électricité renouvelable, et s'explique pour l'essentiel par une filière éolienne qui enregistre un écart de 21 points par rapport à l'objectif imparti. Il est de 4 points pour les renouvelables thermiques : l'hiver 2012 plus rigoureux que celui de 2011 ayant davantage sollicité le bois-énergie et les pompes à chaleur. Quant aux biocarburants, la consommation de biodiésel est très proche de la trajectoire assignée, contrairement au bioéthanol qui présente un écart beaucoup plus important.

### Summary

In 2012, the global economic climate was one of contrasts, with a clear upturn in the United States, affirmed but slower growth in the emerging countries and recession in the Eurozone. The Mediterranean countries (Greece, Italy, Portugal, and Spain) were the most affected. Activity in France stagnated in 2012.

Energy prices continued to increase globally, sweeping along with them the prices of energy products imported into France, notably oil products and natural gas. In addition, the difference in temperatures between 2011 (the warmest year since 1900) and 2012 (only slightly warmer

than the mean over the past thirty years) created an additional energy need for 5.7 million tons oil equivalent (Mtoe) in 2012 in relation to the previous year. The volume of imports of refined oil products and coal increased to meet the additional needs of thermal power stations.

The physical trade deficit thus increased for refined oil products (+29%) and for coal (+7%). In parallel, exports of electricity decreased. Nonetheless, the overall physical trade deficit decreased in 2012 (-1.5%). However, this apparent improvement was actually due to difficulties in the refining sector, resulting in a 12% decrease in crude oil imports. Increased imported energy prices and additional needs therefore explain the new peak in France's energy bill, which reached almost €69 billion, an increase of more than €7 billion in relation to 2011.

National primary energy production settled back in 2012 at a little over 136 Mtoe, a decrease of 1.2 % in relation to the record reached in 2011. This can be attributed almost entirely to the nuclear power sector which reduced production by more than 4 Mtoe as a result of decreased availability of nuclear power plants. National production of fossil energies (oil, natural gas and coal), already marginal, continued to decline. Conversely, all of the renewable sources saw an upturn, after a year in 2011 marked by severe contrasts. After reaching a historical low in 2011, hydropower production increased by 25% as a result of the end of the period of drought. Installations continued to increase, with wind-generated and photovoltaic electricity and energy from renewable thermal sources and from waste all increasing their production in 2012. In all, the renewable energy sectors combined produced around 4 Mtoe more than in 2011.

In 2012, primary energy consumption corrected for variations in climate decreased by 2.3%. It thus dropped below 260 Mtoe, a level lower than that of 2009, the year in which the economic crisis was particularly severe. The high levels reached between 2002 and 2008, above 270 Mtoe/yr, are now a thing of the past. All sectors were affected by this decrease, but particularly the energy sector (-5%) under the combined effect of the drop in nuclear production in 2012 and reduced activity in refining.

Final consumption of energy products (energy and non-energy uses combined), corrected for climate variations, dropped by 0.7% in 2012, to 166 Mtoe. Since 2009, it has gravitated around 167 Mtoe, a plateau markedly below that of 175 Mtoe established between 2000 and 2008.

Oscillating for three years around 155 Mtoe, final energy consumption, corrected for climate variations, dropped by 0.5% in 2012. This very slight reduction was twice as marked in industry – due, notably, to a fall of 6% in consumption in the steel sector and, more generally, to a fall in all of the major consuming sectors – as well as in the tertiary sector. There was also a decrease in consumption of 1% for transport, with a decrease in domestic goods transport due to economic stagnation that was not offset by the increase in passenger transport. Amongst the different sectors of the economy, only agriculture increased its consumption (+0.7%). Consumption in the residential

sector was stable, but this masks different situations depending on the form of energy: drop for oil products, significant decrease in natural gas but distinct rise in electricity consumption.

Energy consumption for non-energy purposes dropped sharply in 2012: -3.1%, resulting from the downturn in activity in the chemical sector. It barely reached 12 Mtoe in 2012.

Final energy intensity decreased by 0.6% in 2012, after correction for climate variations. Its average annual decrease since 2005 is now at 1.3%. Although this is encouraging, this average figure does not yet meet the target set in the 13<sup>th</sup> of July act of Parliament outlining energy programming and policy, which aims for a 2% reduction per year in final energy intensity by 2015. The slighter drop in energy intensity is no doubt the result of the economic stagnation in 2012: in crisis periods industry does not run at full capacity, with adverse consequences for efficiency.

According to SOeS' partial and provisional calculations, CO<sub>2</sub> emissions from combustion for energy production, after correction for climate variations, decreased by 3.1%. They have shown a clear fall over 5 years, with an average decrease of 2.2% per year since 2007. In 2012, emission levels were 8.8% lower than those of 1990. They remained stable in 2012 in real data terms.

In addition to these data for the energy balance calculated in accordance with international norms, the European directive on renewable energy requires indicators specific to it, and with different calculation methods and scope. According to those indicators, in 2012 France fell slightly short of the final consumption target set by the national renewable energy action plan required by the directive. For 2012, it was 22.9 Mtoe of renewable energy, in comparison with 22.0 Mtoe actually achieved. Over the 2005–2012 period, final consumption of renewable energy grew by 6.2 Mtoe, instead of the expected 7.1 Mtoe. The shortfall observed relates to both the electrical and thermal components: it was 3 points for renewable electricity, as a result of the wind power sector where the target shortfall was 21 points. It was 4 points for thermal renewables, as the winter of 2012, more severe than that of 2011, mobilised more fuelwood and heat pumps. For biofuels, consumption of biodiesel is very close to the patterns indicated, unlike bioethanol where the difference is far greater.

### L'année 2012 : une activité économique morose, mais une hausse de la dépense énergétique

En 2012, l'environnement économique mondial a été contrasté. Si la croissance a ralenti dans les pays émergents, tout en restant à un niveau élevé, l'embellie a été nette aux États-Unis. La zone euro dans son ensemble n'en a toutefois pas profité et est entrée en récession à partir du second trimestre, en raison de la crise subie par les pays de l'arc méditerranéen (Grèce, Italie, Espagne,

Portugal). En France, l'activité économique a stagné en 2012.

Les cours des énergies ont continué à croître au niveau mondial, entraînant dans leur sillage le prix des produits pétroliers et du gaz naturel importés en France. Conjugué au retour à la normale des températures en 2012, après une année 2011 qui a été la plus chaude depuis 1900, ce phénomène de hausse explique le nouveau pic atteint par la facture énergétique française, à près de 69 milliards d'euros. En effet, le différentiel de température a induit un besoin énergétique complémentaire de 5,7 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep) en 2012 par rapport à 2011.

### Le ralentissement de l'activité économique et du commerce en 2012

En 2012, l'économie mondiale est restée hésitante : la production et le commerce ont continué à augmenter, mais à un rythme plus lent (respectivement, + 3,2 % et + 2,5 %). Un ralentissement de la demande dans les principaux pays avancés, le durcissement des politiques économiques nationales et la fin de l'expansion de l'investissement dans certains des principaux pays émergents (Brésil, Inde et Chine notamment) expliquent le ralentissement sensible constaté dans les pays émergents et ceux en développement. La situation économique a été pour sa part contrastée dans les pays avancés, avec une embellie aux États-Unis et une dégradation dans la zone euro.

Évolution annuelle	2011	2012
<b>Production mondiale</b>	<b>4,0</b>	<b>3,2</b>
<b>Pays avancés</b>	<b>1,6</b>	<b>1,2</b>
dont : États-Unis	1,8	2,2
Zone euro	1,4	-0,6
dont : Allemagne	3,1	0,9
France	1,7	0,0
<b>Pays émergents et en développement</b>	<b>6,4</b>	<b>5,1</b>
<b>Volume du commerce mondial</b>	<b>6,0</b>	<b>2,5</b>
<b>Cours des matières premières</b>		
Pétrole	31,6	1,0
Hors combustibles	17,8	-9,8

Source : FMI, avril 2013.

Tableau 1 : Évolution annuelle 2011/2012 en %

Ce contexte est lié à la fois aux effets persistants de la crise de 2008 et aux difficultés budgétaires des pays de la zone euro soumis aux pressions des marchés. Ainsi, les incertitudes entourant l'évolution économique des pays européens pèsent sur la croissance des grands pays émergents.

Dans ce contexte de ralentissement économique, les prix internationaux des matières premières se sont repliés en 2012, à l'exception de ceux du pétrole qui ont enregistré une faible progression par rapport à 2011 et sont donc restés à des niveaux élevés, en raison notamment de risques géopolitiques.

L'offre de pétrole a été excédentaire en 2012.

La demande mondiale de pétrole a augmenté de 1 % en 2012, à 89,8 millions de barils/jour (Mbl/j), soit une hausse légèrement supérieure à celle de 2011 (+ 0,7 % à 88,9 Mbl/j), après une hausse de + 3,3 % en 2010.

Cependant, la progression de 2012 masque une évolution contrastée entre les régions. En effet, la demande de la zone OCDE enregistre pour la deuxième année consécutive une baisse de 0,6 Mbl/j, soit - 1,3 %, principalement du fait de l'Europe et, dans une moindre mesure, de l'Amérique du Nord. *A contrario*, les besoins en pétrole hors OCDE ont augmenté de 1,5 Mbl/j, soit + 3,5 %. La demande de la seule Chine a crû en 2012 de 4,3 % pour atteindre 9,6 Mbl/j, soit une progression à un rythme proche de celui de 2011, mais nettement moindre par rapport à 2010. Dans le reste de l'Asie, l'augmentation a été moins prononcée avec + 2,7 %, une évolution identique à celle du Moyen-Orient (+ 2,6 %).

L'offre de pétrole a frôlé, quant à elle, la barre des 91 Mbl/j en 2012, et s'est trouvée, pour la première fois depuis 2008, excédentaire (+ 1 Mbl/j).

### Contexte macroéconomique français

En 2012, le produit intérieur brut (PIB) français a stagné en euros constants, après avoir augmenté de 2,0 % en

2011. Cette atonie résulte de deux mouvements antagonistes : d'une part, le commerce extérieur et la consommation finale ont contribué à la croissance à hauteur respectivement de près d'un point et de 0,2 point ; d'autre part, la formation brute de capital fixe, c'est-à-dire l'investissement, et surtout la variation des stocks, ont pesé négativement sur l'évolution du PIB, avec respectivement - 0,2 et - 0,9 point.

Pour la première fois depuis la récession de 1993, et la deuxième fois seulement depuis l'après-guerre, la consommation finale des ménages a reculé de - 0,4 %. En revanche, celle des administrations publiques a progressé de 1,4 %. Au total, les dépenses de consommation finale ont donc été en légère hausse (+ 0,2 %).

La formation brute de capital fixe (FBCF) de l'ensemble des agents économiques recule de - 1,2 %. Les entreprises mais aussi les ménages et les administrations publiques ont diminué leurs investissements.

Le déficit du commerce extérieur s'est réduit de 44 (en 2005) à 26 milliards d'euros : les exportations ont augmenté de + 2,4 %, alors que les importations ont baissé de - 1,1 %.

La production de richesse a reculé presque partout : - 5,8 % pour l'agriculture, - 0,7 % pour la construction. Dans l'industrie, la baisse a été quasi générale (- 1,1 %), sauf dans les industries agroalimentaires (+ 3,0 %) et la

	(million barils/jour)				
	2009	2010	2011	2012	Evolution 2011-2012 (en %)
Demande OCDE	46,3	46,9	46,5	45,9	-1,3
Demande non-OCDE	39,1	41,4	42,4	43,9	3,5
dont Chine	7,9	8,8	9,2	9,6	4,3
autre Asie	10,3	10,9	11,0	11,3	2,7
Moyen-Orient	7,1	7,3	7,4	7,6	2,7
Demande totale	85,5	88,3	88,9	89,8	1,0
Offre totale	85,4	87,3	88,4	90,8	2,7
Ecart offre - demande	-0,1	-1,0	-0,5	1,0	

Source : AIE Oil Market Report, 11 avril 2013.

Tableau 2 : Offre et demande mondiale de pétrole

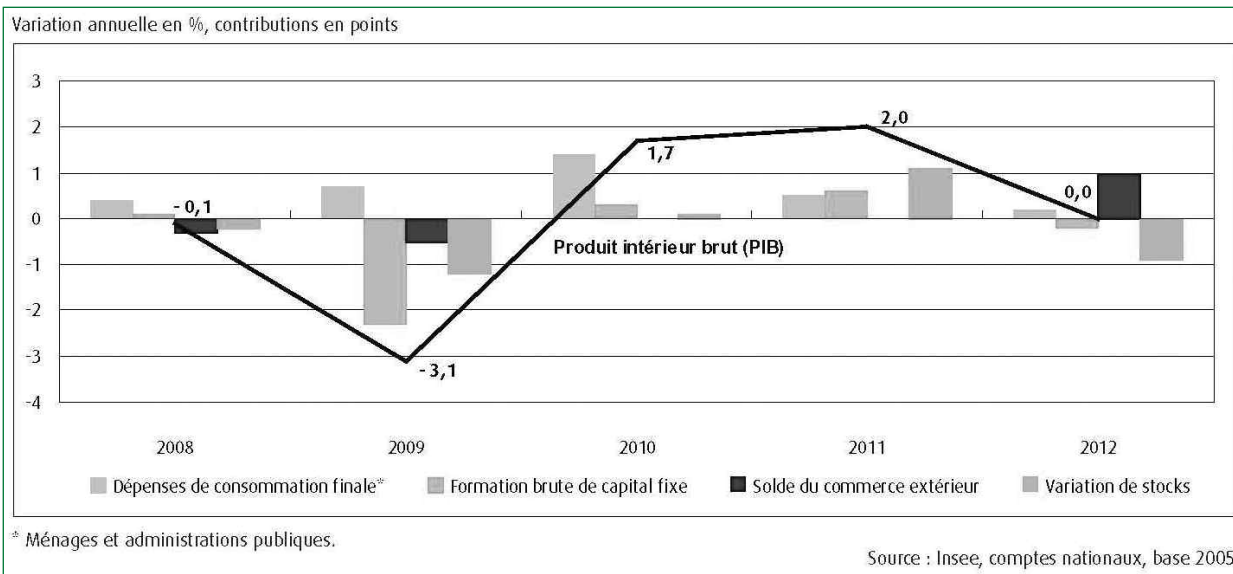
En %

	2008	2009	2010	2011	2012
PIB	-0,1	-3,1	1,7	2,0	0,0
Dépenses de consommation finale*	0,5	0,9	1,6	0,5	0,2
Formation brute de capital fixe	0,3	-10,6	1,4	2,9	-1,2
Exportations	-0,3	-12,1	9,5	5,4	2,4
Importations	0,9	-9,6	8,9	5,1	-1,1

\* Ménages et administrations publiques.

Source : Institut national de la statistique et des études économiques (Insee), comptes nationaux, base 2005

Tableau 3 : Évolution des principaux agrégats nationaux



Graphique 1 : Évolution du PIB en volume et contributions à cette évolution.

branche énergie, eau, déchets (+ 2,9 %). L'activité « cokéfaction et raffinage » a fortement diminué (- 41,2 %), en raison notamment de la fermeture de la raffinerie Petroplus de Petit-Couronne. La valeur ajoutée des services a été en légère hausse, avec + 0,5 % en 2012.

La consommation des ménages en euros constants a été tirée par la dépense en services (+ 0,4 %) et en produits de l'agriculture (+ 0,9 %), tandis que la dépense en produits de l'industrie a reculé de - 0,6 %. Plus particulièrement, les dépenses en électricité, gaz, vapeur et air conditionné ont augmenté de 7,8 % après une chute de - 12,3 %. Ces évolutions sont dues aux variations du climat : 2012 a été plus proche de la moyenne après une année 2011, qui a été la plus chaude depuis un siècle. Les dépenses de transport des ménages ont *a contrario* diminué : - 1,6 % pour les produits pétroliers raffinés (après - 3,4 %), les dépenses en matériels de transport ont enregistré une baisse encore plus forte (- 7,0 %).

En 2011, 352 000 logements ont été construits, soit un chiffre en baisse de - 5,0 % (1). Malgré cela, la croissance du parc de logements, qui influe sur la demande en énergie, devrait être en 2012 proche de celle de 2011, soit + 1,0 %.

### Une année en moyenne légèrement plus chaude que la référence

L'année 2012 a signé, globalement sur la France, un retour à la normale climatique, qu'il s'agisse des températures, des précipitations ou de l'ensoleillement, après deux années extrêmes. En effet, 2011 avait été l'année la plus chaude jamais enregistrée depuis 1900, et faisait suite à une année 2010, l'une des plus froides des deux dernières décennies, à égalité avec 1996. Ainsi, en 2012, la température annuelle moyenne a été de 0,5°C supérieure à la température de référence (1981-2010) et inférieure de

près de 1°C par rapport à celle de 2011. Tous les mois de l'année 2012 ont été plus chauds que la normale, à l'exception des mois de février, avril et juillet. Plus particulièrement, en février, où la France a connu une vague de froid exceptionnelle avec une température moyenne de seulement 1,5°C, soit 3,5°C de moins par rapport à la moyenne saisonnière.

En 2012, les besoins en énergie pour le chauffage ont été légèrement inférieurs à la moyenne. Les experts considèrent en effet que l'énergie consommée pour le chauffage au cours d'une journée est proportionnelle au nombre de « degrés-jours », c'est-à-dire à l'écart entre la température moyenne de la journée et une température de confort thermique minimal (lorsque la première est inférieure à la seconde). Le SOeS fixe cette température de confort thermique minimal déclenchant le chauffage à 17°C.

Par rapport à la référence, qui est la moyenne constatée sur la période 1981-2010, l'année 2012 a compté 2,8 % de degrés-jours de moins.

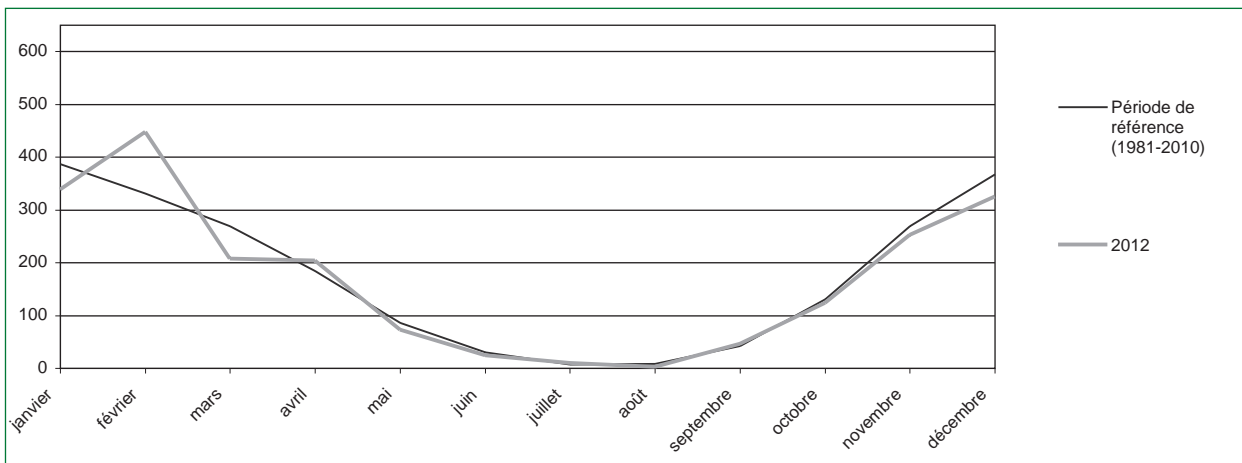
La méthode de correction climatique du SOeS évalue ainsi à 0,9 Mtep l'énergie non consommée du fait du climat plus chaud que la période de référence.

### Des prix de l'énergie à nouveau en hausse, à l'exception du charbon et de l'électricité

En 2012, la hausse des prix de l'énergie s'est poursuivie pour la troisième année consécutive. Contrairement à 2011, cette tendance n'a pas touché toutes les énergies : en effet, les prix du charbon et de l'électricité ont baissé.

#### ✓ Les produits pétroliers

En moyenne, sur 2012, le Brent a atteint un nouveau record historique à 111,70 dollars courants le baril (\$/bl), mais à un niveau à peine supérieur à celui de 2011



Source : Météo-France

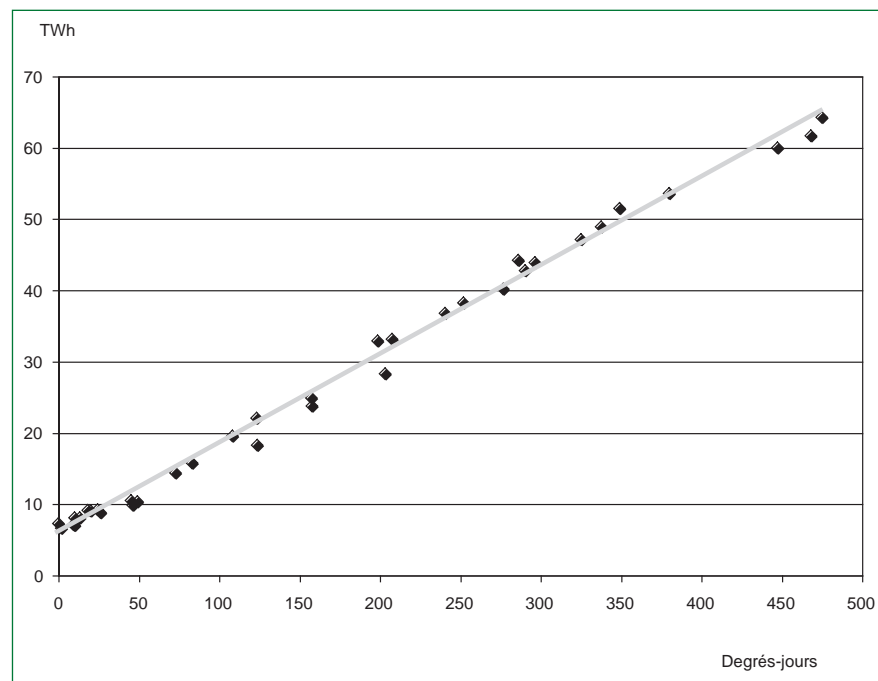
Graphique 2 : Nombre de degrés-jours mensuels

### Températures et consommation d'énergie : la correction des variations climatiques

La consommation de gaz est consacrée, pour l'essentiel, au chauffage. Une petite part est utilisée pour la cuisson, tandis qu'une part très faible est utilisée pour alimenter un processus de production, surtout si l'on considère la seule consommation des clients reliés au réseau de distribution (en effet, les gros consommateurs sont raccordés directement au réseau de transport).

Le graphique suivant met en évidence, sur cet exemple particulièrement simple, le lien entre les températures mensuelles, exprimées en degrés-jours, et la consommation d'énergie. Il présente pour ces trois dernières années la consommation de gaz distribué (en ordonnées) et les degrés-jours (en abscisse). La proportionnalité est presque parfaite. Elle permet de conclure qu'un degré-jour de plus, c'est-à-dire une baisse d'un degré un jour où la température est inférieure à 17°C, entraîne une augmentation de consommation de 125 GWh.

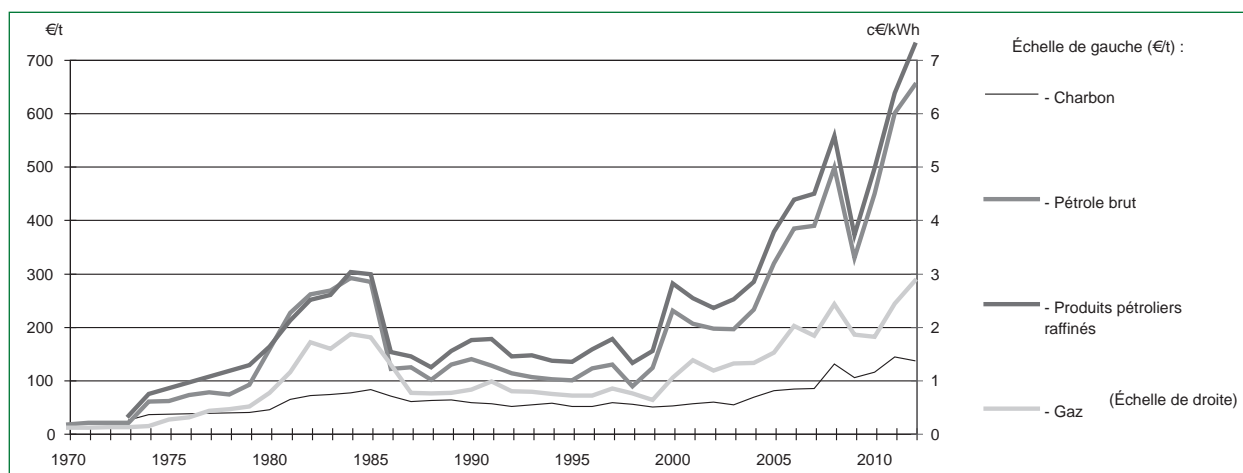
Cette relation légitimise le calcul de données « corrigées des variations climatiques » : on calcule ce qu'auraient été les consommations si les températures avaient été « normales », c'est-à-dire égales à celles d'une période de référence. On obtient ainsi des séries de consommation qui ne dépendent plus des aléas climatiques et qui rendent compte de la seule évolution des comportements des consommateurs.



Source : SOeS.

Graphique 3 : Quantité de gaz distribuée en fonction des degrés-jours du mois entre 2010 et 2012





Source : SOeS, principalement d'après des données des Douanes.

Graphique 4 : Prix moyens annuels des énergies importées - En euros 2012.

(+ 0,4 %). En revanche, il a nettement progressé en euros : + 8,6 % en moyenne sur 2012 par rapport à 2011, à 86,80 €/bl, en raison de l'appréciation du dollar vis-à-vis de l'euro sur cette même période (+ 8,2 %). En 2011, c'est le phénomène inverse qui s'était produit, avec une hausse du prix du pétrole en dollar (+ 40 %), qui s'est accompagnée d'une dépréciation du dollar, soit une hausse en euros ramenée à + 36 %.

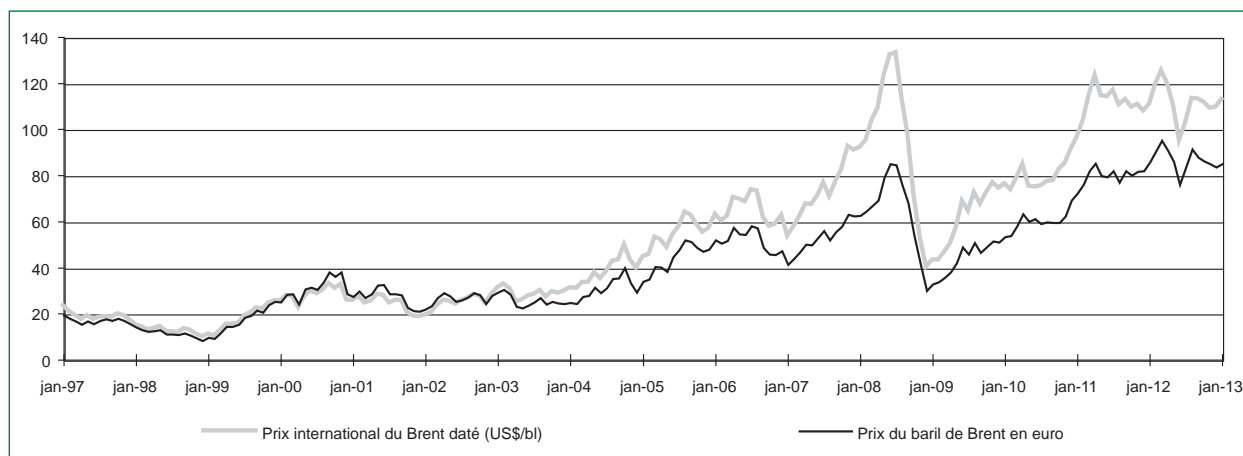
Une forte poussée du prix du pétrole s'est produite en début d'année 2012, avec un pic à plus de 125 \$/b en mars, avant de tomber en juin en dessous de la barre des 100 \$/bl. Après une nouvelle hausse durant l'été, la fin de l'année a été marquée par une quasi-stabilité, avec un prix du baril qui a gravité autour des 110 \$/bl.

Cette année 2012 aux cours élevés a fait suite à plusieurs années d'évolution en dents de scie. Après un record inégalé à 145 \$/bl en juillet 2008, le cours du Brent s'était effondré les mois suivants pour finir l'année à 36 \$. Erratiques ensuite, les prix mondiaux n'ont retrouvé une croissance plus rapide et régulière qu'à partir de juin 2010 (75 \$/bl), atteignant le seuil de 91 \$/bl en décembre de la

même année. En 2011, cette hausse s'était accélérée pour atteindre plus de 123 \$/bl en avril, avant d'entamer une phase plus incertaine, avec un prix orienté à la baisse jusqu'à décembre 2011 (108 \$/bl). Le niveau des prix reste élevé, malgré une morosité persistante de la conjoncture économique mondiale et une offre de pétrole des pays non membres de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (Opep) en hausse, en lien notamment avec l'augmentation de la production américaine. Cette situation est à mettre vraisemblablement à l'actif d'un contexte d'incertitudes géopolitiques.

#### ✓ Le charbon

En moyenne, sur l'année 2012, le prix spot du charbon vapeur sur le marché d'Anvers-Rotterdam-Amsterdam (ARA) s'est établi à près de 93 \$/t, contre environ 122 \$/t en 2011, soit un recul de 24 % en moyenne sur un an. Après avoir fortement baissé tout au long du premier semestre 2012, les prix se sont stabilisés entre 85 et 90 \$/t à la fin 2012 et au début 2013.



Source : Reuters/DGEC

Graphique 5 : Cotations moyennes annuelles du Brent daté exprimées en dollars et en euros constants.

	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012
En dollar/baril	19,3	17,0	28,5	24,4	25,0	28,9	38,3	54,6	72,5	97,0	61,5	79,4	111,2	111,7
En euro/baril	19,6	13,0	31,0	27,3	26,5	25,6	30,8	43,9	52,9	65,9	44,1	59,9	79,9	86,8

Source : Reuters/DGEC.

Tableau 4 : Cotations moyennes annuelles du Brent daté exprimées en dollars et en euros constants

Mesurée en euros, la baisse du prix spot est moins prononcée (- 18 %, à 72 €/t CAF) (2), contre 85 €/t en 2011), du fait de la dépréciation de la monnaie européenne face au dollar.

La demande de charbon vapeur pour la production d'électricité est toujours très forte dans les pays émergents notamment, et surtout en Inde et en Chine. En revanche, la crise économique induit une baisse de la demande dans les autres secteurs consommateurs. Par ailleurs, la ressource reste particulièrement importante, renforcée par le développement de la production de gaz de schiste aux États-Unis qui se substitue au charbon dans ce pays. C'est cette abondance de l'offre qui a fait baisser les prix mondiaux, dès la fin 2011.

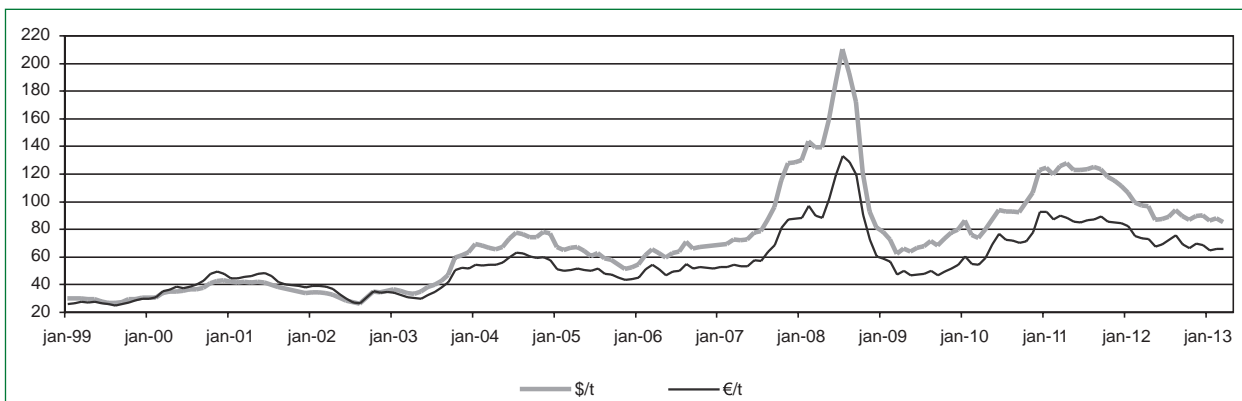
### ✓ Le gaz naturel

En 2012, le prix du gaz naturel a continué sur la tendance haussière entamée depuis 2010, mais à un rythme moindre. Plusieurs facteurs avaient entraîné en 2009 une forte chute des prix du gaz : la crise économique, la baisse du prix du pétrole (sur lequel il est souvent indexé dans les contrats) ainsi que le développement de l'exploitation du gaz non conventionnel aux États-Unis. Depuis trois ans, le prix du gaz naturel est *a contrario* soutenu par la hausse du prix du pétrole et une demande croissante en provenance d'Asie.

Sur le marché spot du NBP (3), les prix ont été globalement orientés à la hausse tout au long de l'année 2012, connaissant toutefois une légère baisse en décembre en raison d'un radoucissement des températures qui a pesé sur la demande. En moyenne, sur l'année, la hausse a

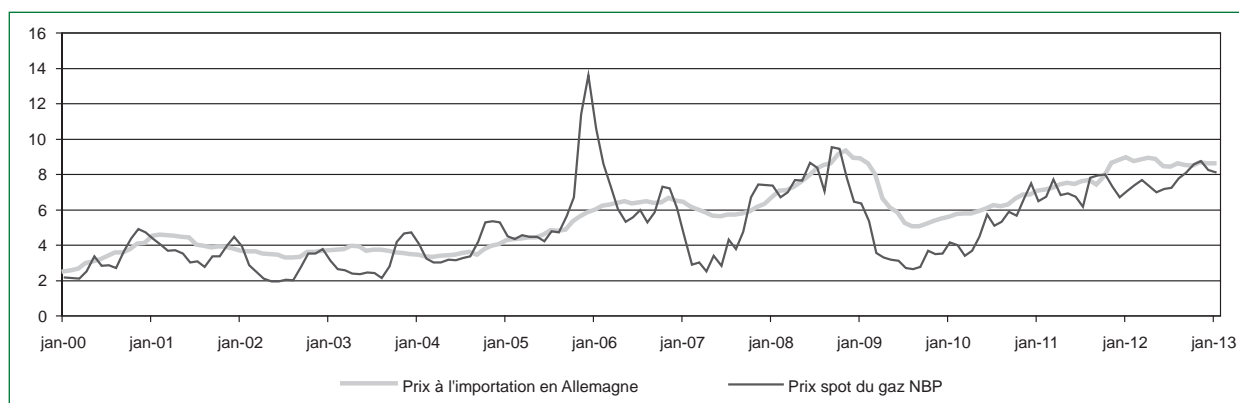
cependant nettement ralenti par rapport aux deux années précédentes (+ 7,0 % en 2012, après + 39,2 % en 2011 et + 41,7 % en 2010). En effet, la demande de gaz a plutôt baissé en Europe par rapport à 2011, du fait de la plus grande compétitivité du prix du charbon. Le maintien de la tendance haussière du prix sur l'année résulte de plusieurs facteurs. Le premier d'entre eux tient à l'écart du prix spot NBP avec ceux des marchés asiatiques, d'environ 50 % en 2012, ce qui a eu pour effet de détourner les cargaisons de GNL vers l'Asie, principalement vers le Japon et la Corée du Sud, qui sont les deux premiers importateurs mondiaux. La rareté relative du GNL disponible pour les consommateurs européens a ainsi entraîné mécaniquement une hausse du prix NBP. La baisse des importations norvégiennes suite à des problèmes techniques, mais aussi à des difficultés de production dans certains pays exportateurs de GNL (Qatar, Nigeria, Angola), ont également joué.

Les approvisionnements en France restent largement dominés par les contrats de long terme. Même si la part des achats sur contrats de court terme a doublé entre 2010 et 2012, ces derniers ne représentent en moyenne, en 2012, que 15 % du total des importations. Depuis la chute du prix du gaz en 2009, de nombreux pays importateurs, dont la France, ont demandé à leurs fournisseurs d'accroître l'indexation sur les prix spot du gaz, plus avantageuse pour l'acheteur, au détriment de l'indexation pétrole. Les négociations peuvent aussi porter sur la révision à la baisse des volumes prévus dans ces contrats de long terme. Ainsi, en Allemagne (4), le prix des importations, qui reflète essentiellement les prix des contrats de long terme, n'a augmenté en moyenne que de 13,7 % sur l'année 2012, après une hausse de 24,6 % en 2011.



Source : Mc Closkey, Noth West steam coal marker.

Graphique 6 : Prix spot du charbon vapeur sur le marché d'Anvers-Rotterdam-Amsterdam



Source : Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle ; National Balancing Point à un mois.

**Graphique 7 :** Prix moyen à l'importation en Allemagne et prix spot du gaz sur le marché de Londres (en Euro/million de British thermal unit (MBtu))

### ✓ L'électricité

En moyenne sur 2012, le prix spot de l'électricité sur le marché Epex (bourse des marchés spot européens) s'est établi à 4,69 c€/kWh contre 4,89 c€/kWh en 2011, soit une baisse de 4,1 %. Tout au long de l'année 2012, le prix moyen mensuel a été inférieur à son niveau de 2011, à l'exception de deux périodes : le mois de février, où une vague de froid exceptionnelle a entraîné des records de consommation, et ceux de juillet et août, où l'offre était réduite en raison de l'arrêt de certaines tranches nucléaires pour maintenance.

Le prix de l'électricité exportée calculée par les Douanes françaises s'est établi à 4,5 c€/kWh (5) en moyenne sur l'année 2012, soit une baisse de 6,2 % par rapport au prix moyen constaté en 2011. Le pic atteint en 2008 (6,3 c€/kWh) avait été suivi d'une forte chute en 2009 (- 38 %), puis de deux années de rattrapage (+ 15 % en 2010 et + 7,2 % en 2011). La baisse constatée en 2012 a tout juste permis de retrouver le prix moyen de 2010.

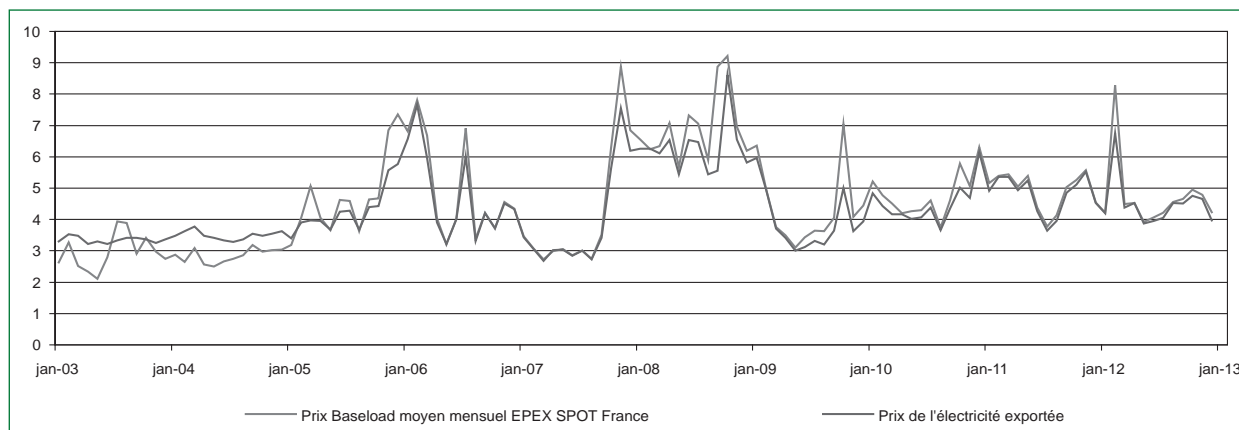
Ce niveau relativement faible des prix de gros de l'électricité peut s'expliquer en partie par une production importante d'énergie renouvelable en Allemagne, qui

bénéficie d'une priorité d'injection sur les réseaux pour un coût marginal nul, ce qui tend à faire baisser les prix. Des prix négatifs ont même été observés en France pour la première fois en 2012, en janvier et décembre, en raison d'une forte production éolienne en Allemagne. Les importations d'électricité en provenance de ce pays ont donc logiquement augmenté en 2012 et, pour la première fois, le solde des échanges avec l'Allemagne a été importateur tous les mois de l'année.

La baisse des prix du charbon et la hausse des prix du gaz, combinées à un prix également faible de la tonne de CO<sub>2</sub> sur le marché européen, conduisent les producteurs d'électricité à privilégier le charbon – dont le prix a fortement baissé en 2012 – au détriment du gaz naturel.

### ✓ Les prix à la consommation

Les prix à la consommation de l'énergie ont continué à augmenter en 2012, mais à un rythme moitié moindre que les deux années précédentes (+ 5,2 % en 2012, contre + 10,0 % en 2010 et + 12,2 % en 2011). L'énergie a ainsi contribué, pour 0,4 point, à la hausse de 2,0 % de l'indice global des prix à la consommation. Sur dix ans, le taux de



Source : DGDDI, Epex.

**Graphique 8 :** Prix mensuel moyen à l'exportation de l'électricité française et prix mensuel moyen spot sur le marché Epex (en c€/kWh)

croissance annuel moyen du prix de l'énergie est de 5,0 %, soit 3,2 points au-dessus de celui de l'indice général des prix (1,8 %).

Le net ralentissement a été presque général. La hausse du prix des produits pétroliers, à + 5,8 %, a été elle aussi divisée par plus de deux par rapport à 2010 et 2011. Elle a même été plus faible pour les carburants en raison de l'impact modérateur de la taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques (TICPE, ex-TIPP) et notamment de la baisse momentanée de cette taxe décidée entre août 2012 et janvier 2013. L'évolution des prix des produits pétroliers a été chaotique sur l'ensemble de l'année 2012 : une forte hausse au premier trimestre, qui a été suivie d'une baisse de même ampleur au deuxième trimestre, avant une nouvelle hausse en juillet-août, laquelle a laissé place à une baisse jusqu'en décembre, où le niveau des prix a été le plus bas de 2012.

La hausse des prix des gaz liquéfiés, c'est-à-dire le butane et le propane, a été elle aussi divisée par deux. Le ralentissement a été encore plus net pour les combustibles liquides, essentiellement le fioul domestique : + 9,6 %, après + 23 % en 2010 et 2011.

Le ralentissement a été moindre pour les autres énergies. Ainsi, le prix du gaz naturel, également appelé gaz de ville, a augmenté de + 7,1 %, après + 8,5 % en 2011, en raison notamment des hausses des tarifs réglementés intervenues en janvier, juillet et octobre 2012. Cette hausse aurait été seulement de 4 à 5 % si l'on avait tenu compte de l'augmentation rétroactive des tarifs réglementés du gaz au quatrième trimestre 2011, suite à la décision du Conseil d'État du 1er août 2012. La hausse des tarifs de l'électricité est demeurée plus rapide que sa tendance constatée sur la décennie 2000. Elle est due aux augmentations intervenues lors du mois de juillet : celle des tarifs réglementés et celle de la contribution au service public de l'électricité, qui est passée de 9 € à 10,50 €/MWh.

Enfin, le seul prix ayant fait exception à ce mouvement de ralentissement de la hausse des prix est celui de la chaleur vendue par les réseaux de chauffage urbain, qui a augmenté de 6,6 % en 2012, après + 3,9 % en 2011.

### La consommation d'énergie primaire décroche

En 2012, la consommation d'énergie primaire corrigée des variations climatiques a diminué de 2,3 %. Elle est repassée ainsi sous la barre des 260 Mtep, soit un niveau inférieur à celui de 2009, année où la crise économique était particulièrement aiguë. Les niveaux élevés atteints entre 2002 et 2008 (au-dessus des 270 Mtep par an) se sont donc éloignés.

Toutes les consommations ont été affectées par cette baisse, mais particulièrement la consommation d'énergie primaire par la branche Énergie (- 5 %), sous l'effet combiné de la moindre production nucléaire en 2012 et de la diminution de l'activité de raffinage. L'atonie de l'économie française, et notamment la récession industrielle, s'est également traduite par une baisse accentuée de la consommation finale non énergétique (6). L'apparente stabilité de la consommation finale énergétique, qui oscillait depuis quatre ans autour de 155 Mtep, a masqué des évolutions contrastées. Signe encore de la crise, la baisse a été forte dans les transports et l'industrie.

En climat réel, la consommation d'énergie primaire a été en revanche stable par rapport à l'année 2011 : les besoins de chauffage plus élevés qu'en 2011 ont compensé la diminution de la consommation résultant de la baisse de l'activité économique.

### L'approvisionnement : de nouveaux records pour les filières renouvelables, mais un tassement des énergies fossiles et traditionnelles

La production nationale d'énergie primaire s'est tassée en 2012 à un peu plus de 136 Mtep, soit une baisse d'un peu plus de 1 % par rapport au record établi en 2011. Elle est presque entièrement imputable à la production d'électricité nucléaire, qui a diminué de 3,8 %, soit plus de 4 Mtep, en raison d'une disponibilité moindre des centrales au titre de l'année considérée. La production de pétrole en France a pour sa part été presque divisée par deux en un an, et ne représente plus que 1 Mtep d'énergie primaire

En %

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TCAM*
Carburants	2,4	7,9	13,0	5,8	1,9	12,3	-17,1	13,5	14,2	4,9	5,3
- dont gazole	2,7	11,5	16,1	4,9	1,6	15,7	-20,9	14,4	16,5	4,5	6,1
- dont SP95	0,2	4,3	10,0	6,1	3,2	6,1	-10,7	11,3	11,4	4,4	4,4
- dont SP98	0,0	4,5	11,3	5,7	2,7	6,4	-10,8	11,2	11,2	5,3	4,6
Électricité	1,2	1,4	0,0	0,6	1,4	1,4	1,8	2,4	6,5	3,1	2,0
Gaz de ville	2,2	-5,3	6,7	17,2	3,3	10,9	-2,8	6,9	8,5	7,1	5,3
Gaz liquéfiés	5,4	4,7	9,4	9,5	0,9	11,6	-7,3	1,0	14,1	7,2	5,2
Combustibles liquides	7,2	14,7	29,8	10,6	0,3	29,2	-30,9	23,2	23,1	9,6	10,1
Eau chaude, vapeur et glace	0,0	0,0	0,0	6,2	7,7	11,1	23,8	0,0	3,9	6,6	5,7
Ensemble des énergies	2,6	5,0	10,1	6,4	1,7	10,9	-12,0	10,0	12,2	5,2	5,0
- dont produits pétroliers	3,3	8,7	15,4	6,7	1,6	15,0	-19,1	14,5	15,7	5,8	6,2
Ensemble des biens et services	2,1	2,1	1,8	1,6	1,5	2,8	0,1	1,5	2,1	2,0	1,8

\* TCAM : taux de croissance annuel moyen, calculé sur la période 2002-2012.

Sources : Insee, indice des prix à la consommation en France métropolitaine DGEC, base de prix « Direm », couvrant la France métropolitaine hors Corse, pour les prix du gazole, du SP95 et du SP98

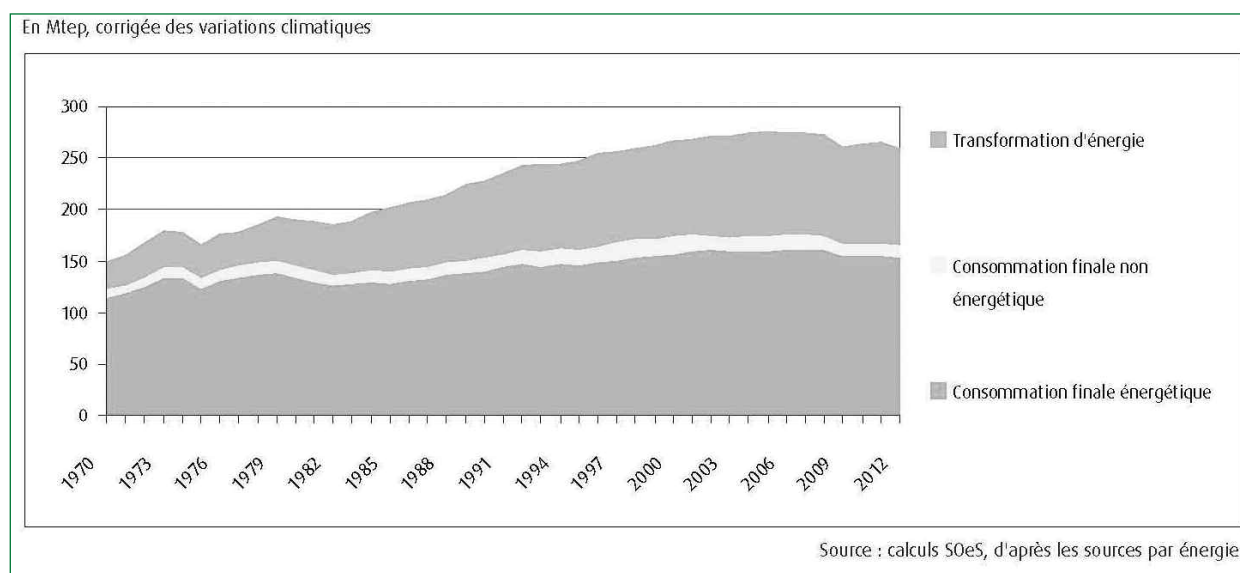
Tableau 5 : Évolution des prix moyens annuels à la consommation par rapport à l'année précédente.

En Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Taux de croissance annuel par an (en %)				
							Entre	Entre	Entre	Entre	Entre
							1973 et 1990	1990 et 2002	2002 et 2010	2010 et 2011	2011 et 2012
Réelle	182,4	224,6	266,5	268,0	258,9	258,5	1,2	1,4	0,1	-3,4	-0,2
Corrigée des variations climatiques	179,7	228,3	272,0	263,5	265,5	259,4	1,4	1,5	-0,4	0,8	-2,3
- dont transformation d'énergie	35,1	75,2	96,6	96,4	97,9	93,0	4,6	2,1	0,0	1,5	-5,0
- dont finale énergétique	133,6	140,7	160,7	154,9	155,2	154,4	0,3	1,1	-0,5	0,2	-0,5
- dont finale non énergétique	10,9	12,4	14,7	12,2	12,4	12,0	0,8	1,4	-2,3	1,5	-3,1

Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie

Tableau 6 : Répartition de la consommation d'énergie primaire par usage.



Graphique 9 : Répartition de la consommation d'énergie primaire par usage.

produite. Les autres productions nationales d'énergies fossiles (gaz naturel, charbon), déjà complètement marginales, ont poursuivi leur déclin.

A *contrario*, en 2012, les filières renouvelables ont toutes retrouvé des couleurs après une année 2011 très contrastée. Après avoir atteint son plus bas niveau historique en 2011, la production hydraulique (y compris le pompage) a augmenté de 25 % en 2012 ne subissant plus les effets d'une sécheresse qui a sévi lors des deux années précédentes. Les installations continuant leur progression, l'électricité éolienne, photovoltaïque et l'énergie provenant des renouvelables thermiques et de la valorisation des déchets ont toutes augmenté leur production en 2012. Au total, l'ensemble des filières renouvelables ont représenté une production supplémentaire de près de 4 Mtep par rapport à 2011.

En 2012, du fait que la consommation intérieure primaire s'est également légèrement tassée, le solde des échanges physiques a continué à se réduire. Il s'est ainsi établi à 123 Mtep, soit 2 Mtep de moins qu'en 2011. Les exportations se sont contractées de près de 5 Mtep, en raison tant des difficultés du secteur du raffinage français

que de la moindre disponibilité des centrales nucléaires. Il en est de même des importations qui ont diminué de presque 7 Mtep, les achats supplémentaires de charbon et de produits pétroliers raffinés ne compensant pas, loin s'en faut, le moindre appel au gaz naturel importé et surtout la chute de 12 % des importations de pétrole brut.

La production primaire s'amenuise avec 136 Mtep, alors que la consommation primaire réelle reste stable autour de 258 Mtep, le taux d'indépendance énergétique correspondant au ratio des deux, s'est ainsi légèrement effrité à 52,7 %.

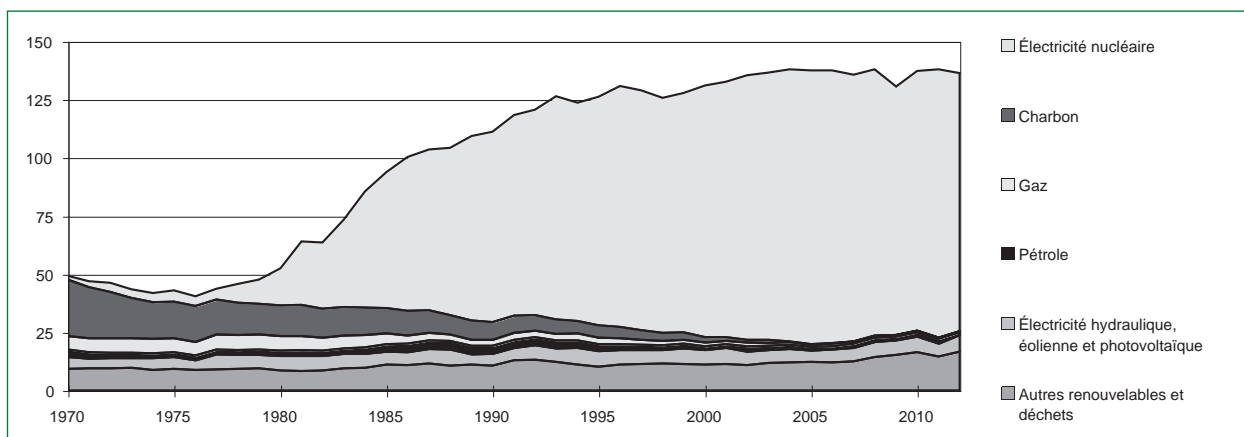
### Le charbon : hausse des importations (+ 7 %)

L'extraction de charbon s'est arrêtée en France en 2004. Toutefois, il existe encore une petite filière de production au travers de la valorisation du charbon contenu dans les terrils du Nord et du Gard et les schlamms de Moselle. Ces produits de récupération sont utilisés dans les centrales thermiques du groupe E.ON. En 2012, les livraisons à ces centrales, bien que deux fois plus élevées que celles faites en 2011, représentent moins de 120 ktep, soit 1,1 % des besoins nationaux.

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)				
							Entre 1973 et 1990	Entre 1990 et 2002	Entre 2002 et 2010	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
<b>Total production primaire</b>	43,5	111,2	135,5	137,4	138,0	136,3	5,7	1,7	0,2	0,5	-1,2
Électricité primaire	8,0	86,8	119,6	118,4	120,8	117,9	15,1	2,7	-0,1	2,0	-2,4
- Nucléaire	3,8	81,7	113,8	111,7	115,3	110,9	19,7	2,8	-0,2	3,2	-3,8
- Hydraulique, éolien, photovoltaïque	4,1	5,0	5,7	6,7	5,5	7,1	1,1	1,1	2,0	-18,0	27,9
EnRt et déchets	9,8	10,7	10,9	16,4	14,7	16,7	0,6	0,2	5,2	-10,3	14,1
Pétrole	2,2	3,5	2,4	1,9	2,0	1,1	2,6	-3,1	-2,7	4,2	-44,5
Gaz naturel	6,3	2,5	1,4	0,6	0,5	0,4	-5,3	-4,5	-9,9	-20,0	-10,6
Charbon	17,3	7,7	1,2	0,1	0,1	0,1	-4,6	-14,7	-25,8	-42,9	94,6
<b>Taux d'indépendance énergétique</b>	<b>23,9%</b>	<b>49,5%</b>	<b>50,8%</b>	<b>51,3%</b>	<b>53,3%</b>	<b>52,7%</b>	<b>4,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>4,0</b>	<b>-1,1</b>

Source : calculs de SOeS, d'après les sources par énergie.

**Tableau 7 : Production d'énergie primaire**  
En Mtep, données réelles non corrigées des variations climatiques



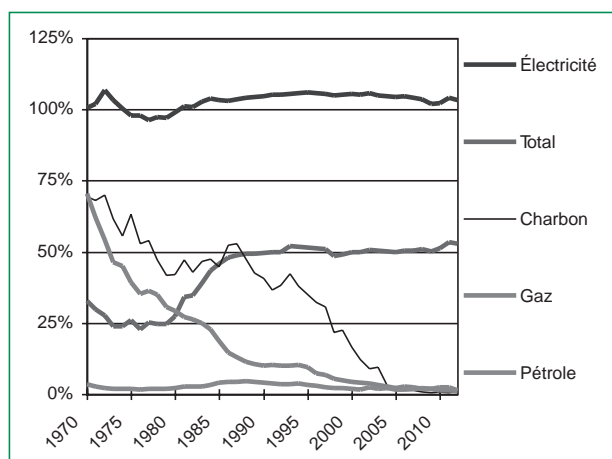
Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie.

**Graphique 10 : Production d'énergie primaire**  
En Mtep, données réelles non corrigées des variations climatiques

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)				
							Entre 1973 et 1990	Entre 1990 et 2002	Entre 2002 et 2010	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
<b>Importations</b>	<b>159,7</b>	<b>138,2</b>	<b>161,9</b>	<b>160,4</b>	<b>157,3</b>	<b>150,8</b>	<b>-0,8</b>	<b>1,3</b>	<b>-0,1</b>	<b>-2,0</b>	<b>-4,1</b>
dont charbon	10,4	12,9	12,2	11,8	9,8	10,5	1,3	-0,5	-0,4	-16,9	7,2
pétrole brut	134,9	73,3	80,0	64,1	64,4	56,8	-3,5	0,7	-2,7	0,5	-11,8
produits pétroliers raffinés	6,3	26,8	32,1	40,5	40,2	43,0	8,9	1,5	3,0	-0,8	6,9
gaz	7,6	24,5	37,3	41,9	41,4	39,0	7,1	3,6	1,5	-1,1	-6,0
<b>Exportations</b>	<b>14,8</b>	<b>20,0</b>	<b>27,3</b>	<b>30,2</b>	<b>32,6</b>	<b>27,9</b>	<b>1,8</b>	<b>2,6</b>	<b>1,3</b>	<b>7,6</b>	<b>-14,2</b>
dont produits pétroliers raffinés	12,9	14,5	19,3	23,0	22,8	20,5	0,7	2,4	2,3	-1,0	-10,1
électricité	0,7	4,5	6,9	4,3	5,7	4,9	12,0	3,7	-5,8	31,3	-13,9
<b>Solde importateur</b>	<b>144,8</b>	<b>118,2</b>	<b>134,6</b>	<b>130,2</b>	<b>124,7</b>	<b>122,9</b>	<b>-1,2</b>	<b>1,1</b>	<b>-0,4</b>	<b>-4,2</b>	<b>-1,5</b>

Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie.

**Tableau 8 : Echanges extérieurs**  
En Mtep, données réelles non corrigées des variations climatiques

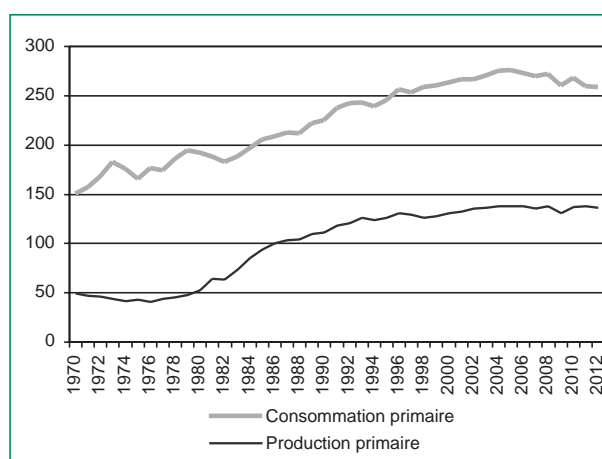


Source : calcul SOeS, d'après les sources par énergie.

**Graphique 11** : Indépendance énergétique totale  
En %

Pour répondre à l'augmentation de la demande des centrales au charbon en 2012, les opérateurs ont, d'une part, accru leurs importations et, d'autre part, puisé dans leurs stocks : les centrales au charbon ont ainsi brûlé pour près de 1,2 Mt de stocks de charbon vapeur. Ainsi, en fin d'année, ces derniers ne correspondaient plus qu'à une autonomie d'environ sept mois au rythme actuel de consommation, contre douze mois un an auparavant. Ce mouvement s'est d'ailleurs prolongé en début d'année 2013. A contrario, les stocks de houille et de coke dans la sidérurgie se sont reconstitués. Au final, plus de 600 milliers de tonnes de produits charbonniers ont ainsi été déstockés en 2012 et les stocks globaux de charbon ne s'élèvent plus qu'à 5,9 millions de tonnes (Mt) en fin d'année.

Par ailleurs, près de 17 Mt de combustibles minéraux solides (CMS) ont été importés en 2012, soit 7 % de plus qu'en 2011. La houille représente 94 % des CMS importés, avec une part de 66 % de charbon vapeur destiné à la production d'électricité et 28 % de charbon à coke (utilisé pour produire du coke qui sert à la fabrication de fonte dans les hauts-fourneaux). Mesurées en équivalent éner-



Source : calcul SOeS, d'après les sources par énergie.

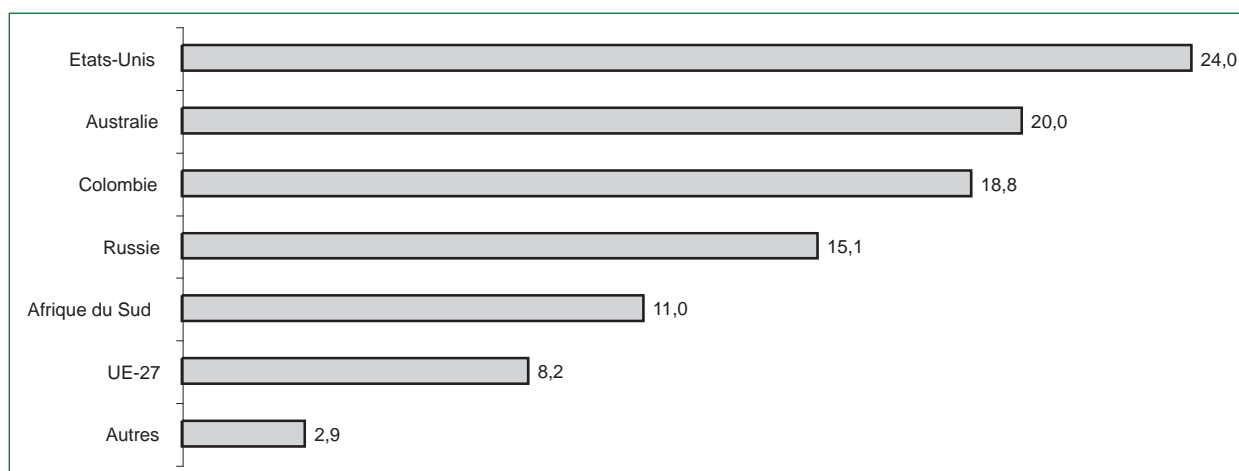
**Graphique 12** : Production et consommation d'énergie primaire  
En Mtep, données réelles non corrigées des variations climatiques

gétique, les importations de CMS représentent, en 2012, 10,5 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep), contre 9,8 Mtep un an auparavant. Les principaux pays fournisseurs de la France restent les États-Unis avec plus de 4 Mt (24 %), l'Australie, la Colombie, la Russie et l'Afrique du Sud.

*Le pétrole : la capacité de production des raffineries se réduit de nouveau, entraînant un recul des importations de brut et une augmentation du déficit des échanges de produits finis*

La production de pétrole brut en France s'est réduite peu à peu pour s'établir à 807 000 tonnes en 2012, en recul de près de 10 % par rapport à 2011. L'Aquitaine a représenté 56 % de la production nationale contre 44 % pour le Bassin parisien ; une faible production a également subsisté en Alsace. L'ensemble n'a constitué qu'une part marginale de la consommation nationale (1 %).

Après une stabilisation en 2011, les quantités de pétrole brut importées pour le raffinage ont chuté de nouveau en

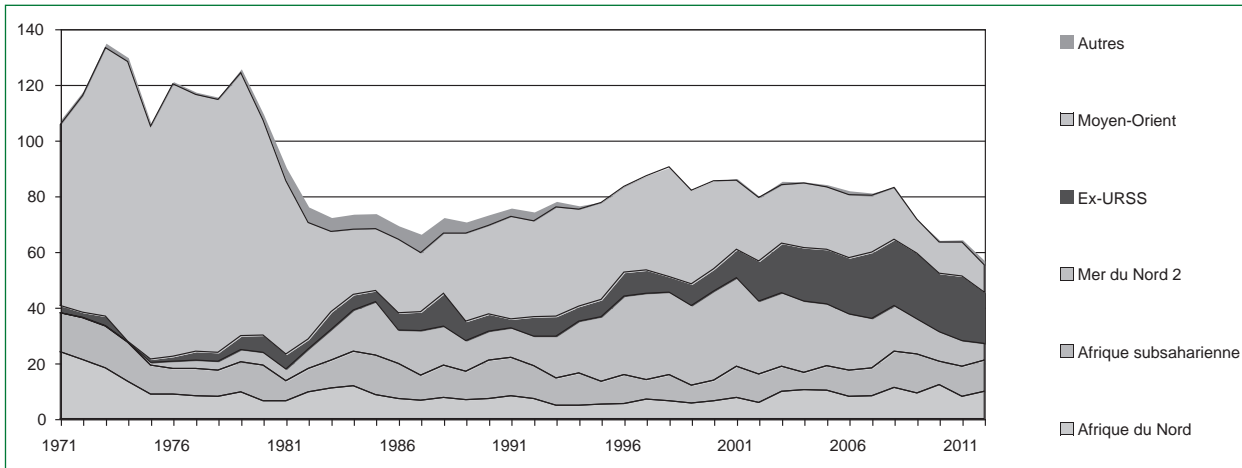


Source : calculs SOeS, d'après les statistiques des Douanes.

**Graphique 13** : Les importations de charbon en 2012 - En %

2012 (- 11,8 %), à 56,8 millions de tonnes (Mt), comme en 2009 et 2010. La carte des pays fournisseurs a été légèrement redistribuée : les importations de pétrole en provenance du Moyen-Orient et des pays de l'ex-URSS et des gisements de la mer du Nord ont reculé, alors que la part des pays d'Afrique augmente. La Russie est restée le premier fournisseur de la France devant l'Arabie Saoudite, le Kazakhstan et la Libye, qui, suite au conflit qu'elle a connu,

a vu sa production chutée. *A contrario*, les importations de pétrole iranien ont été quasi nulles suite à l'embargo pétrolier décidé par l'Union européenne. Avec la reprise des exportations libyennes, la part des pays de l'Opep qui était descendue à 40 % est revenue à 43 % en 2012. Deux pays ont livré, chacun, pour la première fois, pour plus d'un million de tonnes de brut à la France : il s'agit du Brésil et surtout de la Guinée Équatoriale.



Source : SOeS (enquête réalisée auprès des raffineurs)

Graphique 14 : Importations de pétrole brut par origine - En Mt

Grandes zones	1973		1979	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	
		%										%
Moyen-Orient	96,4	71,4	94,5	22,1	31,7	34,8	31,6	22,4	11,1	12,2	9,8	17,2
Afrique du Nord	18,3	13,5	9,5	8,6	7,2	5,1	6,3	10,2	12,1	8,0	9,7	17,2
Afrique subsaharienne	15,0	11,1	11,0	14,1	13,8	8,3	7,6	8,9	8,5	10,8	11,2	19,7
Mer du Nord <sup>1</sup>	0,2	0,1	4,2	19,2	10,4	23,2	31,9	22,2	10,6	9,1	6,1	10,7
Ex-URSS	3,4	2,5	5,0	4,1	6,2	6,3	8,0	19,6	21,0	23,4	18,4	32,4
Autres	1,8	1,3	1,6	5,8	4,1	0,4	0,3	0,9	0,7	1,0	1,6	2,9
<b>Total</b>	<b>134,9</b>	<b>100,0</b>	<b>125,9</b>	<b>73,9</b>	<b>73,4</b>	<b>78,0</b>	<b>85,6</b>	<b>84,2</b>	<b>64,1</b>	<b>64,4</b>	<b>56,8</b>	<b>100,0</b>
dont Opep <sup>2</sup>	127,8	94,7	111,8	36,7	41,7	42,7	41,8	38,2	27,6	25,9	24,4	43,0
<b>Principaux fournisseurs</b>												
Russie	-	-	-	-	-	6,1	5,0	9,6	11,1	9,6	8,3	14,6
Arabie Saoudite	30,2	22,4	44,4	6,0	15,2	20,4	15,2	10,3	6,0	6,7	7,8	13,8
Kazakhstan	-	-	-	-	-	-	2,2	8,6	6,8	8,3	7,2	12,6
Libye	6,5	4,8	4,0	3,1	2,9	1,7	2,4	4,5	10,2	3,2	6,4	11,2
Norvège	0,2	0,1	1,6	4,2	5,8	13,6	21,1	16,1	7,0	6,7	4,7	8,4
Nigeria	12,6	9,3	9,6	8,1	3,1	5,7	4,8	2,8	2,8	4,8	3,6	6,4
Guinée équatoriale	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,6	0,7	3,3	5,8
Azerbaïdjan	-	-	-	-	-	-	0,6	1,4	3,1	5,5	2,9	5,1
Algérie	11,1	8,2	5,1	3,6	3,0	2,6	3,5	5,4	0,9	4,0	2,9	5,0
Irak	18,7	13,8	22,7	6,4	3,0	-	7,2	1,4	2,4	1,5	1,8	3,2
Angola	-	-	-	0,4	2,8	0,7	1,9	4,2	3,4	2,3	1,7	3,0
Brésil	-	8,0	-	-	-	-	0,1	0,3	0,6	0,7	1,4	2,4
Royaume-Uni	-	-	2,7	14,9	4,7	9,3	9,9	4,4	3,4	2,0	1,3	2,4
Congo	0,9	0,7	-	0,5	0,9	0,6	0,0	0,5	1,3	0,9	1,3	2,3
Ghana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	1,2	2,0

1 : Royaume-Uni, Pays-Bas, Norvège et Danemark.

2 : OPEP : Algérie, Angola, Arabie saoudite, Emirats arabes unis, Equateur, Irak, Iran, Koweït, Libye, Nigeria, Qatar, Venezuela.

NB: le pétrole est classé ici en fonction du pays de son extraction

Source : SOeS (d'après enquête réalisée auprès des raffineurs).

Tableau 9 : Importations de pétrole brut par origine - En Mt



Le raffinage en France, et plus généralement le raffinage européen, ne semble plus en mesure de concurrencer les installations géantes du Moyen-Orient et d'Asie. Ces nouvelles raffineries sont soit situées près des lieux de production du brut, soit dans des pays où la demande est en forte croissance. Elles peuvent produire à moindre coût. De surcroît, le raffinage français fait face à une baisse de la demande et se trouve donc en surcapacité. Par ailleurs, pour pouvoir répondre à la forte diésélisation du parc automobile national, il devrait produire moins d'essence et plus de gazole, ce qui exigerait des investissements très coûteux dans des installations existantes.

Après la fermeture des raffineries de Dunkerque en 2010 et de Reichstett en 2011, la raffinerie de Berre (LyondellBasell) a été « mise sous cocon » jusqu'à la fin 2013, tandis que celle de Petit-Couronne (Petroplus) n'a pu fonctionner qu'une partie de l'année 2012. Au total, seules dix raffineries situées en métropole, dont les deux

précitées qui sont en sursis, et une en Martinique, ont eu une activité en 2012.

Avec la diminution des capacités de production, les importations de produits finis augmentent nettement (+ 6,4 %) tandis que les exportations reculent fortement (- 10,4 %). En 2012, le déficit des échanges s'est donc accentué pour la majorité des produits, il est ainsi passé de 17,7 à 22,6 Mt. Il a été dû pour l'essentiel au gazole/fioul domestique qui a représenté près de 55 % des importations en provenance notamment des États-Unis (20 %), de Russie (15 %), des Pays-Bas (12 %), de Grande-Bretagne (12 %) et d'Espagne (9 %). Les carburateurs ont également participé mais de façon moindre au déficit des échanges ; ils ont surtout été importés du Moyen-Orient et d'Asie. En 2012, les exportations d'essence se sont faites principalement à destination des États-Unis (24 %), mais dans un contexte de baisse de la demande américaine.

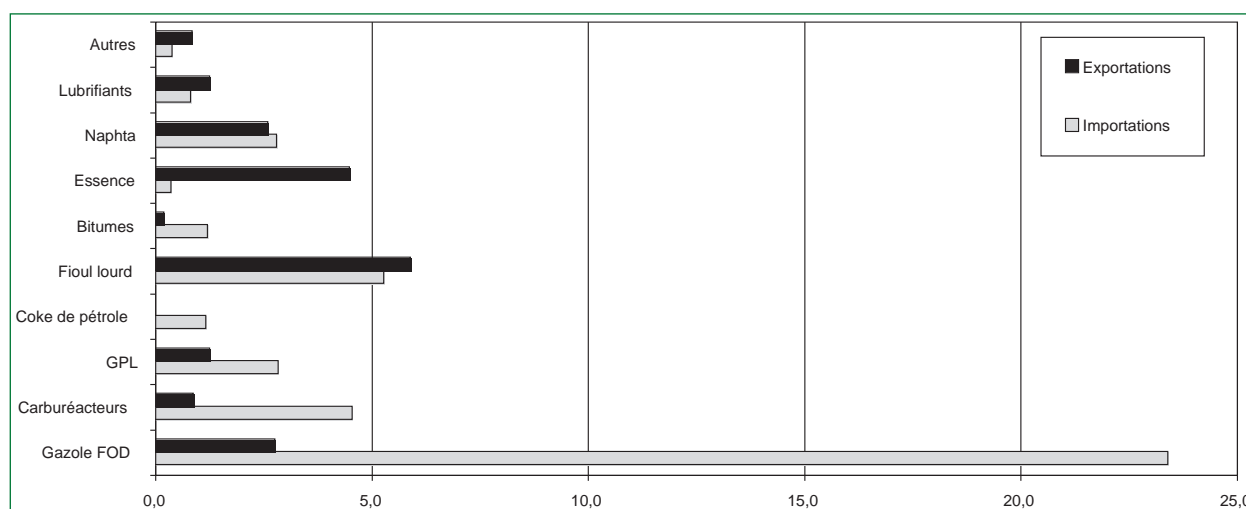
	Importations (I)	Exportations (E)	Solde importateur I - E
Gazole FOD <sup>1</sup>	23,4	2,8	20,6
Carburateurs	4,6	0,9	3,7
GPL <sup>2</sup>	2,8	1,3	1,6
Coke de pétrole	1,2	0,0	1,2
Fioul lourd	5,3	5,9	-0,6
Bitumes	1,2	0,2	1,0
Essence	0,4	4,5	-4,1
Naphta	2,8	2,6	0,2
Lubrifiants	0,8	1,3	-0,4
Autres	0,4	0,9	-0,5
<b>Total</b>	<b>42,9</b>	<b>20,3</b>	<b>22,6</b>

1 FOD : Fioul domestique

2 GPL : Gaz de pétrole liquéfié

Source : SOeS, d'après les statistiques des Douanes.

**Tableau 10** : Importations et exportations de produits raffinés en 2012 - En Mt



Source : calculs SOeS, d'après les statistiques des Douanes.

**Graphique 15** : Importations et exportations de produits raffinés en 2012 - En millions de tonnes

### Gaz naturel : hausse des contrats de court terme (+ 8,3 %)

En 2012, la baisse tendancielle de la production nationale se poursuit avec - 10 % à 5,8 TWh (7), et ne représente plus que 1,2 % de notre approvisionnement gazier, après 1,4 % en 2011.

Les entrées brutes de gaz ont atteint 547,4 TWh en 2012, soit une diminution de 3,9 % après la faible progression enregistrée en 2011 (+ 0,8 %). Toutefois, les sorties du territoire ayant diminué encore plus fortement (- 7,6 %), le solde des entrées/sorties de gaz naturel en France a baissé de 3,3 % en 2012, comme en 2011.

Ce net recul des entrées brutes s'est accompagné d'une modification du portefeuille des approvisionnements en 2012 par rapport à 2011 :

- ✓ les déchargements de gaz naturel liquéfié (GNL) dans les ports méthaniers sont en très fort recul (- 33 %), lesquels représentent ainsi un cinquième des approvisionnements en 2012, contre plus du quart en 2011 (28 %). *A contrario*, les entrées via les gazoducs progressent sensiblement (+ 7,4 %) et représentent dès lors les quatre cinquièmes des entrées en 2012. En effet, les cargaisons de GNL disponibles sur le marché spot se tournent davantage vers le marché asiatique où les prix sont plus attrac-

tifs sous l'effet d'une demande particulièrement soutenue, le Japon et la Corée du Sud étant les deux premiers importateurs mondiaux de GNL.

- ✓ les approvisionnements sur contrats de moyen et long terme poursuivent leur baisse, descendant à 467 TWh en 2012 (- 5,7 %). Toutefois, ils représentent encore 85,4 % du total, contre 92,4 % deux ans plus tôt. Les approvisionnements associés à des contrats de court terme augmentent pour leur part de 8,3 %.

La Norvège renforce sa place de principal fournisseur de gaz naturel de la France : les importations norvégiennes augmentent de 13,5 % entre 2011 et 2012 et représentent désormais 38,4 % du total des entrées brutes. Le gaz naturel importé depuis les Pays-Bas est en forte diminution (14,1 %), mais ces derniers se maintiennent en deuxième position de nos fournisseurs, devançant légèrement la Russie dont les importations progressent de 6,2 %. Les importations en provenance d'Algérie (GNL) régressent de 27 %, après avoir déjà diminué de 11 % en 2011. Après avoir presque triplées en 2011, les importations en provenance du Qatar (GNL) diminuent d'un tiers, mais ce pays reste néanmoins notre cinquième fournisseur. Si l'on inclut les réceptions dans le cadre des *swaps*, le Nigeria représente la sixième source de nos approvisionnements (3,7 %).

	En TWh			En % par rapport au total des entrées		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
<b>Total des entrées brutes (transit inclus)</b>	<b>564,8</b>	<b>569,6</b>	<b>547,4</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
– selon le pays d'origine :						
Norvège	169,4	185,1	210,1	30,0	32,5	38,4
Pays-Bas	73,6	92,5	79,5	13,0	16,2	14,5
Russie	78,4	74,2	78,9	13,9	13,0	14,4
Algérie	71,0	63,0	45,9	12,6	11,1	8,4
Qatar	12,1	32,4	20,8	2,1	5,7	3,8
Swap*	23,5	25,3	16,5	4,2	4,4	3,0
Égypte	7,7	10,2	8,2	1,4	1,8	1,5
Trinité et Tobago	3,5	2,6	2,6	0,6	0,5	0,5
Nigeria	2,3	1,0	3,7	0,4	0,2	0,7
Autres et indéterminés	123,3	83,3	81,2	21,8	14,6	14,8
– selon le type de contrat :						
court terme	42,7	74,0	80,1	7,6	13,0	14,6
moyen et long terme	522,2	495,6	467,3	92,4	87,0	85,4
– selon la forme de gaz :						
gaz naturel sous forme gazeuse	408,8	410,2	440,5	72,4	72,0	80,5
gaz naturel liquéfié (GNL)	156,0	159,3	106,9	27,6	28,0	19,5
<b>Total des sorties (transit inclus)</b>	<b>53,7</b>	<b>75,0</b>	<b>69,3</b>	<b>9,5</b>	<b>13,2</b>	<b>12,7</b>
<b>Total des entrées nettes (transit et exportations exclus)</b>	<b>511,1</b>	<b>494,6</b>	<b>478,1</b>	<b>90,5</b>	<b>86,8</b>	<b>87,3</b>

\* Essentiellement, réception par GDF-Suez à Montoir de gaz en provenance du Nigéria pour le compte de l'Italie.

Source : calculs SOeS, d'après GRT-Gaz, TIGF et fournisseurs de gaz.

Tableau 11 : Approvisionnements en gaz entre 2010 et 2012

Le niveau des stocks au 1<sup>er</sup> janvier 2012 était exceptionnellement élevé (102,2 TWh), en raison des températures particulièrement clémentes enregistrées en 2011, notamment à l'automne. L'année 2012 a été relativement douce (+ 0,9°C par rapport à la température moyenne de référence sur l'année de chauffage), mais moins que 2011 : les stocks ont par conséquent diminué tout au long de la période de chauffage du début de l'année, une diminution plus marquée en février en raison d'une vague de froid exceptionnelle ; les stocks se situaient fin mars à un niveau légèrement inférieur à celui de l'année précédente (37,6 contre 38,6 TWh). La période de remplissage des réservoirs a véritablement commencé en mai, un mois plus tard par rapport aux années précédentes, et s'est achevée, malgré un fort rattrapage en août, avec un niveau des stocks inférieur à celui de l'année précédente (131,2 TWh à la fin octobre 2012, contre 134,5 TWh un an plus tôt). Compte tenu d'un très fort soutirage en novembre, le déstockage s'est élevé à 10 TWh sur l'ensemble de l'année.

### *L'électricité : une stagnation de la production et une baisse du solde exportateur*

La production brute totale d'électricité se décompose en production primaire (hydraulique, éolienne, photovoltaïque et nucléaire) (8) et en production secondaire (centrales thermiques classiques, y compris celles de cogénération). La production primaire brute s'élève à 507 TWh en 2012, elle stagne depuis deux ans. La chute intervenue en 2009 en raison de la crise économique n'a donc pas été compensée depuis. À cette production primaire, s'ajoute celle des centrales thermiques classiques « à flamme »

(54 TWh), dont la baisse a ralenti en 2012 (- 4,3 % contre - 10,5 % entre 2010 et 2011).

En 2012, la production d'électricité en France métropolitaine a été assurée à 76 % par le nucléaire, à 11 % par l'hydraulique, pour un peu moins de 10 % par le thermique classique « à flamme », 2,7 % par l'éolien et 0,7 % par le photovoltaïque dont la part, certes encore marginale, a presque doublé entre 2011 et 2012.

À 425 TWh, en 2012, la production nucléaire a diminué de 3,8 % après la hausse de 3,2 % constatée en 2011. Cette baisse s'explique par la moindre disponibilité du parc, une disponibilité nettement plus faible en 2012 en raison notamment du prolongement des opérations de maintenance estivales. Le coefficient de disponibilité nucléaire (9) s'est établi ainsi à 79,7 % en 2012 contre 81,3 % en 2011.

L'indice de productibilité hydraulique, qui mesure la production hydraulique par rapport à une référence sur longue période pour chaque barrage existant, s'est élevé à 0,91 en 2012 contre seulement 0,71 en 2011, une année marquée par une sécheresse prolongée. Après avoir atteint son plus bas niveau historique en 2011, la production hydraulique (y compris le pompage) a augmenté de 25 % en 2012 (63 TWh correspondant à 11,2 % du total), mais elle est restée en dessous de son niveau moyen observé au cours des dix dernières années.

La production éolienne a continué d'augmenter en 2012 pour atteindre 14,9 TWh. Sa progression est régulière : elle s'établissait à 11,7 TWh en 2011 et à 9,9 TWh en 2010. Ainsi, la part de l'éolien s'est élevée à 2,7 % de l'ensemble de la production électrique en 2012, soit une hausse sensible par rapport aux 2,1 % de l'année 2011.

### **Une meilleure connaissance de l'origine du gaz naturel depuis 2011**

Avant 2011, l'origine du gaz naturel importé n'était connue que pour les contrats de moyen et long terme. Ainsi, les quantités associées aux contrats de court terme étaient classées dans la rubrique « Autres et indéterminés ».

Depuis 2011, nos sources de données sur les échanges avec l'extérieur (l'enquête annuelle sur la statistique gazière et l'enquête mensuelle de conjoncture) nous permettent de connaître l'origine du gaz naturel importé dans le cadre de contrats de court terme. La ventilation des importations par pays d'origine est donc connue pour l'ensemble des contrats, qu'ils soient de court ou de moyen et long termes. L'augmentation des volumes en provenance de certains pays à partir de 2011 est donc en partie due à ce changement du champ de l'information.

L'acheminement du gaz naturel par gazoducs des pays producteurs (comme la Russie, par exemple) vers les pays destinataires finaux suppose le plus souvent de traverser d'autres pays : c'est ce que l'on appelle le transit. Le pays de destination du gaz signe alors des contrats de transit avec les pays par lesquels transite le gaz importé dans le cadre de contrats de long terme. C'est par exemple le cas de l'Espagne et de la Suisse, dont une partie des approvisionnements passe par la France.

Ces quantités entrent bien sur le territoire français, mais en ressortent intégralement. Suite à la libéralisation des marchés européens, la signature de nouveaux contrats de transit a été interdite ; seuls les contrats existants sont maintenus. Ainsi, les contrats de transit historiques sont en voie d'extinction et ne représentent plus qu'une part marginale des flux transfrontaliers. C'est la raison pour laquelle le choix a été fait pour le bilan de l'énergie de ne plus faire référence à la notion de transit. Désormais, seules seront comptabilisées les entrées et sorties du territoire.

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Taux de croissance annuel par an (en %)				
							Entre 1973 et 1990	Entre 1990 et 2002	Entre 2002 et 2010	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
Thermique classique	119,5	48,2	55,7	62,8	56,2	53,8	-5,2	1,2	1,5	-10,5	-4,3
Nucléaire	14,8	313,7	436,8	428,5	442,4	425,4	19,7	2,8	-0,2	3,2	-3,8
Hydraulique	48,1	58,3	66,4	67,7	50,3	63,0	1,1	1,1	0,2	-25,6	25,3
Éolien	-	-	0,3	9,9	11,7	14,9	-	-	57,0	18,0	27,2
Photovoltaïque	-	-	-	0,6	2,1	4,1	-	-	-	235,2	95,2
<b>Total</b>	<b>182,4</b>	<b>420,1</b>	<b>559,1</b>	<b>569,6</b>	<b>562,8</b>	<b>561,2</b>	<b>5,0</b>	<b>2,4</b>	<b>0,2</b>	<b>-1,2</b>	<b>-0,3</b>
dont électricité primaire	62,9	372,0	503,4	506,8	506,5	507,4	11,0	2,6	0,1	0,0	0,2

Source : RTE, EDF, SOeS (enquête production d'électricité).

Tableau 12 : Production brute totale d'électricité - En TWh

	1973	1990	2002	2010	2011	2012
Thermique classique	65,5	11,5	10,0	11,0	10,0	9,6
Nucléaire	8,1	74,7	78,1	75,2	78,6	75,8
Hydraulique	26,4	13,9	11,9	11,9	8,9	11,2
Éolien	-	-	0,0	1,7	2,1	2,7
Photovoltaïque	-	-	-	0,1	0,4	0,7
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
dont électricité primaire	34,5	88,5	90,0	89,0	90,0	90,4

Source : RTE, EDF, SOeS (enquête production d'électricité).

Tableau 13 : Structure de la production brute totale d'électricité - En %

En 2013, la production éolienne devrait poursuivre sa croissance hors effets climatiques, mais à un rythme moins soutenu. En effet, la puissance raccordée annuellement est en diminution depuis deux ans (785 MW en 2012 contre 830 MW en 2011 et 1 253 MW en 2010). À terme, le niveau des raccordements devrait bénéficier des récentes mesures d'assouplissement du cadre réglementaire de l'éolien, comme la suppression des zones de développement éolien (ZDE), et de la règle des cinq mâts qui conditionnaient le bénéfice du tarif d'obligation d'achat. La mise en production des premiers parcs éoliens *offshore* français ne devrait, quant à elle, pas intervenir avant 2015.

La production de la filière solaire photovoltaïque a quasiment doublé en 2012, avec 4,1 TWh d'électricité produite, contre 2,1 TWh en 2011. Sa part reste encore marginale en dépit de cette forte progression : 0,7 % de la production électrique nationale. Avec un niveau de raccordements de 1 101 MW sur l'ensemble de l'année 2012 (contre 1 758 MW en 2011), la production devrait continuer de progresser en 2013.

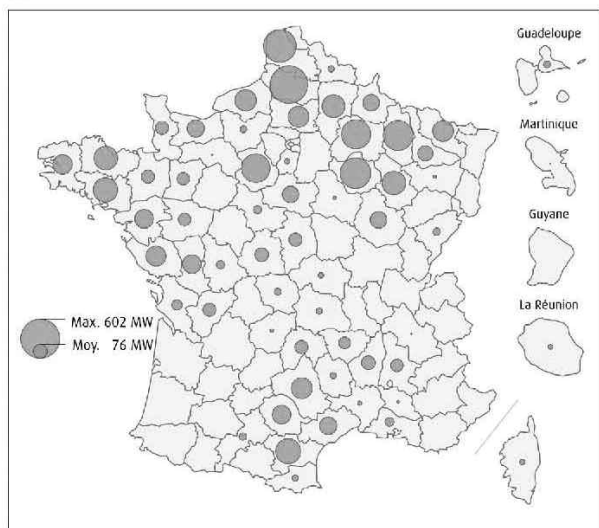
Ainsi, en 2012, la moindre disponibilité du parc nucléaire a été compensée par la production des filières renouvelables (hydraulique, éolien et photovoltaïque), laquelle a été favorisée par des conditions météorologiques favorables.

À la production primaire d'électricité s'ajoute la production dite « secondaire », c'est-à-dire celle obtenue par transformation d'une autre énergie : ainsi, la production thermique classique, encore appelée thermique « à flamme », fait appel à un combustible qu'il soit fossile ou non.

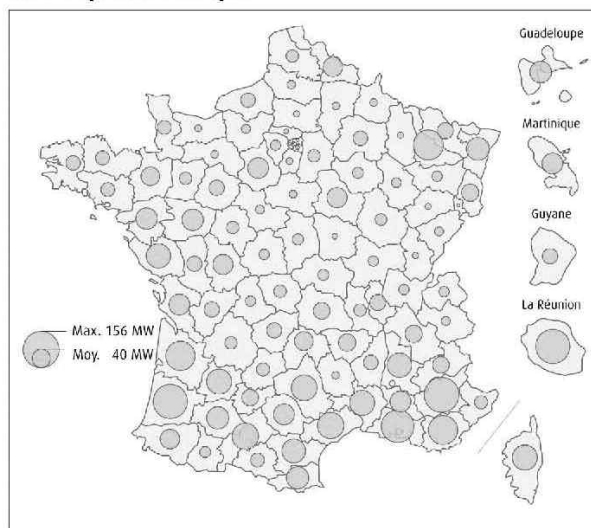
La production thermique classique brute est en net recul pour la deuxième année consécutive, même si celui-ci est moins fort en 2012 (- 4,3 %) qu'en 2011 (- 10,5 %). Cette filière comprend notamment les moyens de production dits « de pointe », c'est-à-dire ceux qui sont mis en œuvre ponctuellement pour répondre à des pics de consommation lorsque les moyens de base ou de semi-base ne suffisent plus pour satisfaire la demande.

Parmi les grandes centrales à combustible fossile, le recours à la filière charbon a été plus important qu'à l'ac-

## Éolien



## Solaire photovoltaïque



Source : SOeS d'après ERDF, RTE, SEI et les principales ELD

Graphique 16 : Puissances éoliennes et photovoltaïques raccordées au réseau au 31 décembre 2012.

coutumée, en raison à la fois du faible prix du combustible et du bas prix du CO<sub>2</sub>. Ce regain d'intérêt pour le charbon fait suite à plusieurs années de baisse. Inversement, la filière gaz, constituée principalement des centrales à cycle combiné au gaz (CCCG), et promise à un bel avenir en raison de son rendement énergétique et de ses faibles émissions de gaz à effet de serre, pâtit de la dégradation de la compétitivité/prix du gaz et enregistre un très vif recul, après deux années de forte hausse. Le modèle économique des CCCG est de fait remis en question et la sollicitation de ces équipements est réservée aux périodes de pics de consommation dans les zones disposant de peu de moyens de production alternatifs. Sur le périmètre des trois grands énergéticiens, la production électrique de la filière gaz, qui faisait jeu égal avec la filière charbon en 2011, ne représente plus que la moitié de celle-ci en 2012.

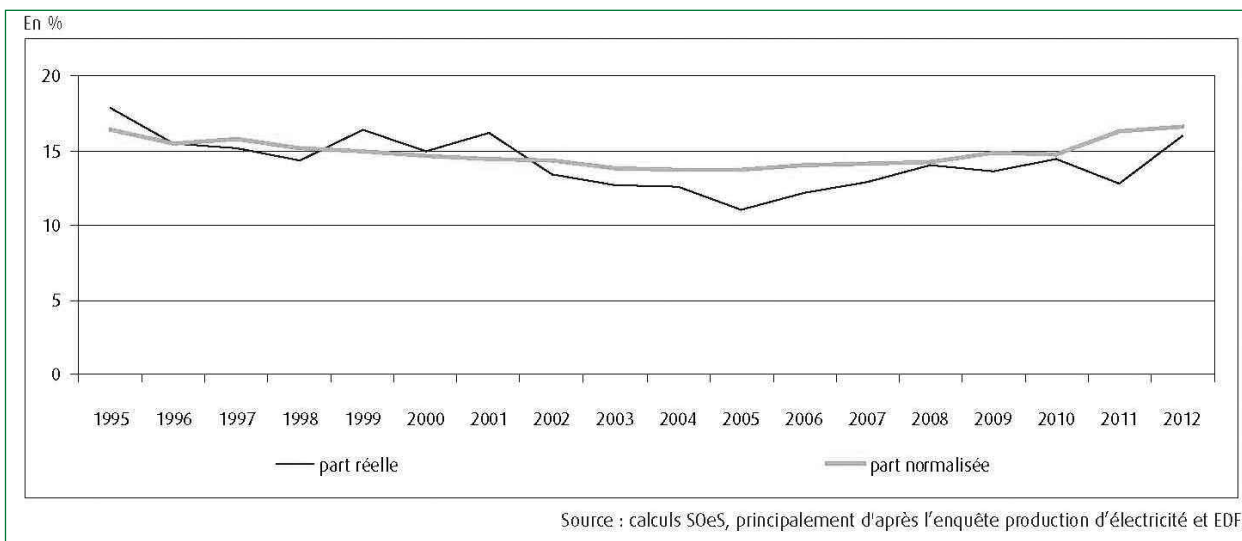
L'électricité produite à partir d'énergies renouvelables thermiques (bois-énergie, part renouvelable des déchets urbains incinérés, biogaz) aurait augmenté plus modérément (+ 3 % sur la base des premières estimations à 5,3 TWh) après la forte hausse constatée en 2011, qui était liée notamment aux mises en service de grandes installations retenues dans le cadre des appels d'offres biomasse de la Commission de régulation de l'énergie (CRE). En progression constante pour les trois filières précitées, la production d'électricité considérée s'est accrue de près de 2 TWh supplémentaires depuis 2006.

Au total, la production d'électricité d'origine renouvelable progresse de 27 % pour se situer à 82,4 TWh, et ce, grâce notamment au retour d'une production hydraulique renouvelable plus proche de son niveau moyen (+ 12,9 TWh en 2012, contre - 17,6 TWh en 2011). S'y ajoutent les hausses significatives des productions éolienne (+ 2,7 TWh) et photovoltaïque (+ 2 TWh) et, dans une moindre mesure, celle de la biomasse (+ 0,2 TWh).

La part de l'électricité d'origine renouvelable dans la consommation intérieure brute d'électricité (10) (pour la métropole uniquement) gagne 3,2 points pour s'établir à 16,0 % en données réelles, sous l'effet de la très faible augmentation de la consommation électrique totale. Toutefois, si l'on retient pour les productions hydraulique et éolienne la méthode de normalisation définie dans la directive européenne (directive 2009/28/CE relative aux énergies renouvelables), qui gomme les variations dues aux aléas climatiques, la part de l'électricité renouvelable s'élève à 16,6 %. Elle gagne ainsi 0,3 point par rapport à 2011, et ce, même si la baisse tendancielle de la production hydraulique normalisée se confirme d'année en année (cette dernière affiche encore un repli de 0,5 TWh entre 2011 et 2012).

Le solde des échanges extérieurs physiques (11), globalement exportateur, a baissé de 21 % en 2012, après avoir progressé de 84 % en 2011 et de 20 % en 2010. Il diminuait de façon quasi continue depuis le pic de 2002 (77 TWh), pour tomber à 26 TWh en 2009, niveau le plus bas atteint depuis 1986. La fluidité des interconnexions entre pays facilite les échanges en privilégiant le recours à l'énergie disponible offrant le prix le plus attractif au détriment de la mise en œuvre de moyens de production nationaux économiquement peu compétitifs.

La dégradation du solde observé en 2012 provient d'une diminution de 14 % des exportations et d'une augmentation de 29 % des importations. Seules nos exportations nettes vers l'Espagne, la Grande-Bretagne et la Belgique ont augmenté en 2012, tandis que les sorties nettes d'électricité à la frontière franco-allemande ont régressé de 38 % : l'Allemagne disposant en 2012 d'une électricité à la fois abondante et à prix attractif (photovoltaïque, éolien et charbon) a pu ainsi en exporter vers ses voisins, dont la France.



Graphique 17 : Part de l'électricité d'origine renouvelable dans la consommation intérieure brute d'électricité.

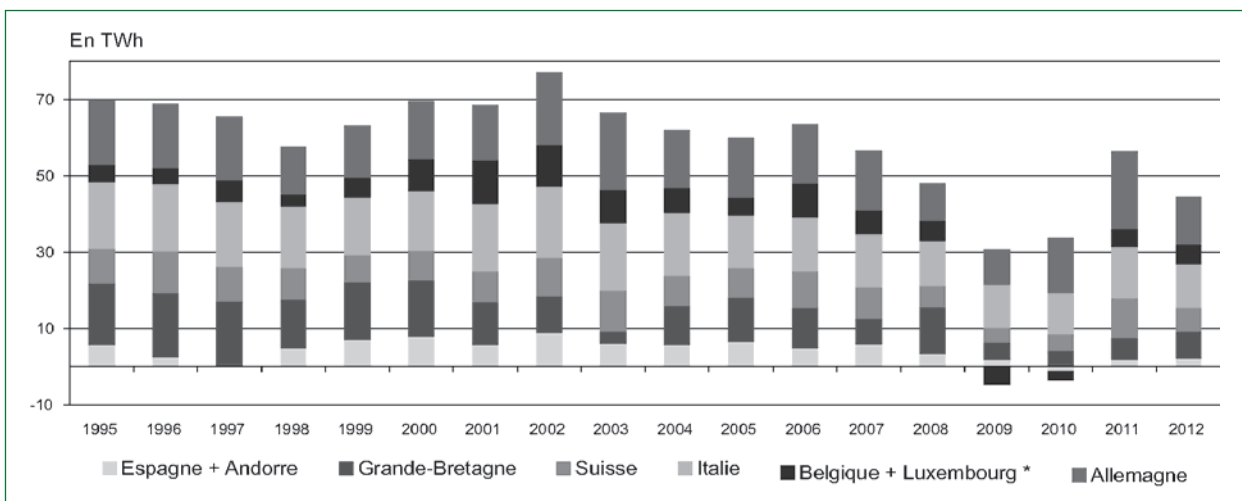
En 2012, les exportations physiques ont représenté 10,6 % de la production totale nette française, tandis que les importations physiques représentaient 2,5 % de la consommation intérieure.

Dans ces conditions, le taux d'indépendance énergétique relatif à l'électricité (c'est-à-dire le rapport entre la production primaire d'électricité et le total des disponibilités) diminue, il se situe à 109,6 % en 2012 contre 112,5 % en 2011. Il reste nettement au-dessus des niveaux de 2009 et 2010 (qui étaient respectivement de 105,7 % et de 106,5 %), mais très en-deçà du pic de 1995 (118,2 %).

*Énergies renouvelables et déchets : un nouveau record de la production (+ 14 %), après une baisse sensible en 2011*

La diversité des formes d'énergies regroupées sous cette appellation conduit à distinguer trois agrégats d'énergies considérées comme primaires :

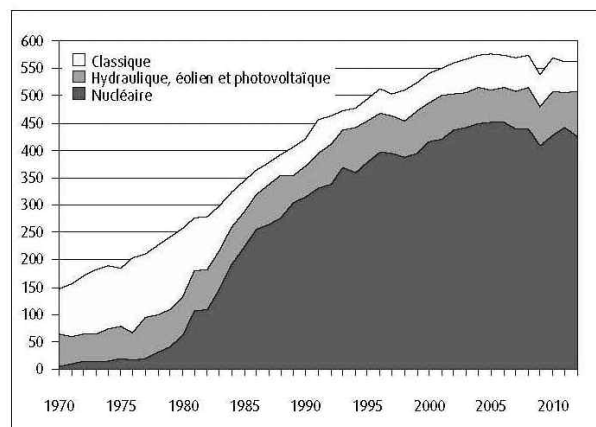
- ✓ EnRt : les énergies renouvelables thermiques, qui correspondent au bois-énergie (bois et sous-produits du bois), aux résidus agricoles et agroalimentaires, au solaire thermique, géothermie, aux pompes à chaleur (PAC), aux déchets urbains renouvelables, au biogaz et aux biocarburants.
- ✓ EnRé : les énergies renouvelables électriques, c'est-à-dire l'électricité hydraulique (après déduction des consommations des pompages qui, en période de faible demande électrique, remontent de l'eau dans les barrages pour pouvoir la turbiner ultérieurement), l'éolien et le photovoltaïque. Cet agrégat est traité dans la partie consacrée à l'électricité (voir le paragraphe « L'électricité : une stagnation de la production et une baisse du solde exportateur »).
- ✓ EnRt et déchets : les énergies renouvelables thermiques et les déchets urbains non renouvelables valorisés sous forme d'énergie. Cet agrégat fait l'objet d'une colonne spécifique dans le bilan de l'éner-



Graphique 18 : Solde exportateur des échanges physiques d'électricité avec l'étranger - En TWh

## Production brute d'électricité

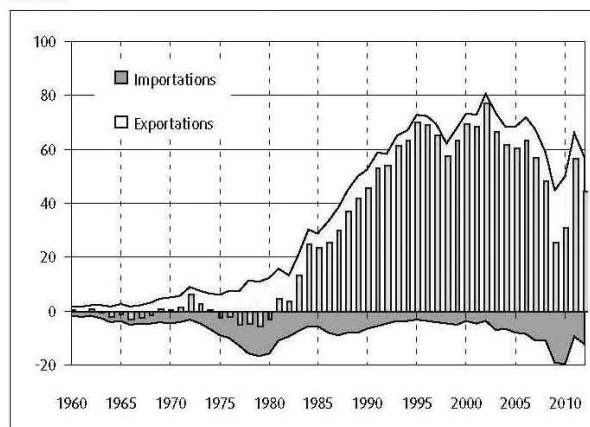
En TWh



Source : RTE, EDF, SOeS (enquête production d'électricité)

## Commerce extérieur d'électricité

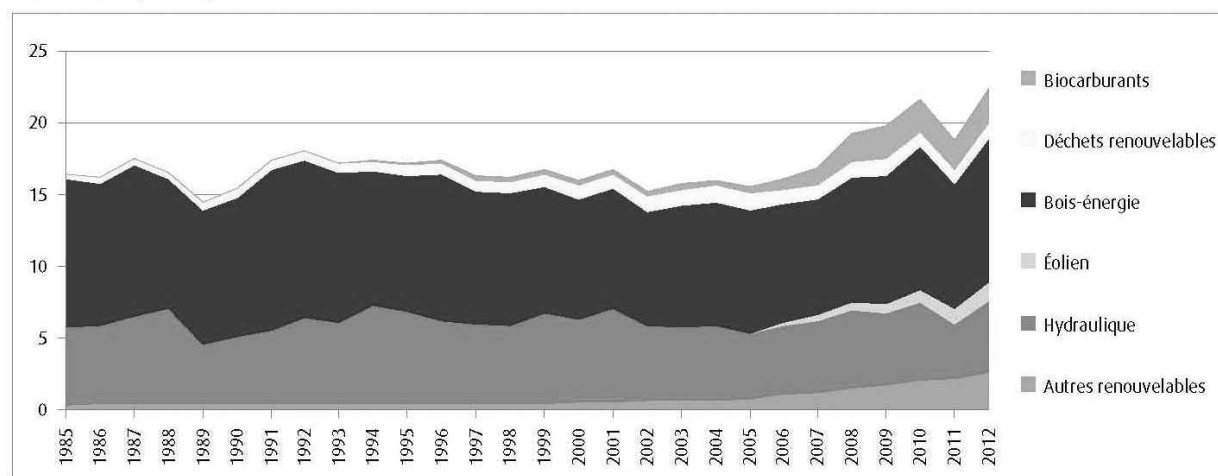
En TWh



Source : calculs SOeS, d'après RTE, EDF

Graphique 19

Données réelles, en Mtep



Source : SOeS, d'après les sources par filière

Graphique 20 : Ensemble de la production primaire d'énergie renouvelable par filière (EnRt + EnRé)

gie. Il regroupe de fait toutes les énergies autres que le charbon, le pétrole, le gaz et l'électricité.

La production primaire de l'agrégat « EnRt et déchets » s'est élevée à 16,8 Mtep, soit une forte hausse de 14 % par rapport à son faible niveau de 2011. Elle a atteint ainsi un nouveau record.

## ✓ Énergies renouvelables thermiques (EnRt)

En retranchant de cet ensemble la partie non renouvelable des déchets valorisés (1,0 Mtep), on obtient la production d'énergies thermiques renouvelables (EnRt) qui s'est élevée en 2012 à 15,7 Mtep. Cette dernière, après la baisse significative observée en 2011 liée à des températures exceptionnellement chaudes (- 11 %), est ainsi repartie à la hausse (+ 15 % en 2012) et a légèrement

dépassé le niveau record atteint en 2010, qui a été une année très froide.

Cette énergie primaire thermique est constituée de formes d'énergies très diverses, valorisées principalement et directement sous forme de chaleur. Le poids des différentes filières dans la production primaire reste à peu près constant. La part de la filière bois-énergie reste prédominante avec 10 Mtep (soit 64 % des EnRt). Elle tend à se maintenir depuis quatre ans, après avoir fortement diminué en raison de la progression régulière des nouvelles filières, notamment les pompes à chaleur et les biocarburants (elle représentait 77 % en 2005). Elle est suivie par les biocarburants (2,4 Mtep, soit 15 % du total), puis par les pompes à chaleur (1,4 Mtep, soit 9 % du total) et, enfin, par les déchets urbains renouvelables incinérés (1,0 Mtep, soit 7 % du total). Viennent ensuite les filières

biogaz, résidus agricoles et agroalimentaires, géothermie profonde et solaire thermique, dont la production, qui enregistre une progression régulière mais faible, reste en deçà de 1 Mtep.

Les principales évolutions relevées en 2012 sont les suivantes :

#### *Relative stabilisation du marché du solaire thermique*

Avec près de 185 000 m<sup>2</sup> installés en première estimation en 2012, les surfaces installées sont restées quasi stables. Comme en 2011, les différents segments du marché présentent des évolutions contrastées : les signes d'essoufflement se sont confirmés pour les installations individuelles, du fait de l'érosion encore sensible des ventes de systèmes solaires combinés chauffage et eau chaude (SSC). Sur le segment des chauffe-eau solaires individuels (Cesi), le marché semble s'être en revanche à peu près stabilisé. Tout comme en 2011, le secteur collectif/tertiaire aurait enregistré une progression significative, en raison notamment du développement du résidentiel collectif neuf BBC (12). Ainsi, pour la première fois, la part du marché du secteur de l'eau chaude collective aurait dépassé celui de l'eau chaude individuelle. Elle pourrait encore s'accroître avec la mise en service progressive des installations bénéficiaires du fonds chaleur (soit 1 255 installations représentant 102 270 m<sup>2</sup> en cumul sur les quatre années 2009 à 2012, dont 295 étaient en construction en 2012).

Malgré la stabilisation globale du marché en 2012, le parc en activité a continué de progresser : il est évalué à 1 765 000 m<sup>2</sup> au 31 décembre 2012, ce qui correspond à une hausse de près de 11 % par rapport à 2011. De ce fait, la production estimée à 79 ktep progresse à peu près dans les mêmes proportions. À partir de 2012, avec la rétopolation réalisée sur les années antérieures, la méthodologie relative à la comptabilisation de la chaleur solaire thermique préconisée dans le cadre de la directive relative aux énergies renouvelables et recommandée par Eurostat a été appliquée à la France (voir l'annexe 7).

#### *Géothermie : stabilité de la production dans l'attente de l'aboutissement de nouveaux projets en Île-de-France*

La production de la filière géothermique est amenée à progresser en 2012/2013, suite à la fin prévue de diverses opérations de rénovation ou de forage sur des installations situées en Île-de-France.

#### *Un parc de pompes à chaleur en hausse dans le résidentiel malgré une diminution des ventes en 2012*

Le parc de pompes à chaleur (PAC) destinées au chauffage a progressé dans le résidentiel en 2012, en dépit d'une baisse continue des installations annuelles depuis 2008. Près de 185 000 pompes à chaleur ont été installées en 2012, contre 195 000 en 2011 et 225 000 en 2008, qui avait été une année record.

Les différents types de pompes à chaleur ont connu cependant des variations relativement disparates. Les pompes à chaleur géothermiques ont été plutôt orientées à la baisse en 2012, notamment les sol/sol et les eau/eau. Les PAC géothermiques ont représenté seulement 5 % des PAC installées. En revanche, les installations de PAC air/eau ont enregistré une légère progression en 2012, tandis que les installations de PAC air/air ont décliné après avoir atteint leur plus haut niveau en 2010 et 2011. Le parc se composait en 2012 de 50 % de PAC air/air, de 38 % de PAC air/eau et de 12 % de PAC géothermiques.

Les chauffe-eau thermodynamiques ont connu, quant à eux, une forte progression en 2012.

Dans le tertiaire, les surfaces chauffées grâce à des pompes à chaleur ont augmenté de 3,3 % en 2011 pour atteindre 4,7 % de l'ensemble des surfaces chauffées dans les bâtiments tertiaires, d'après les chiffres du Centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie (Ceren).

#### *Tendance à la stabilisation des productions électriques et thermiques issues des déchets urbains incinérés (dont 50 % de renouvelables)*

Depuis 2006, année où est devenue obligatoire la mise en conformité des unités d'incinération des ordures ménagères, les travaux d'amélioration du parc en activité et l'entrée en service de quelques nouvelles unités d'incinération ont permis une amélioration progressive des rendements et une montée progressive de la valorisation énergétique, essentiellement électrique (+ 33 % entre 2006 et 2011) et, dans une moindre mesure, thermique. En 2012, on a assisté à un certain tassement de la filière avec l'ouverture d'une seule unité et à une stabilisation des quantités de déchets valorisés. En première estimation, la production d'électricité devrait encore progresser légèrement tandis que la valorisation thermique devrait tout juste se maintenir. Ces estimations seront à confirmer avec les résultats complets des enquêtes portant sur 2012.

#### *Forte dynamique de la filière biogaz*

Grâce à l'important dispositif d'aides publiques mis en place récemment (fonds chaleur et déchets, revalorisation du tarif d'achat de l'électricité, réglementation et instauration d'un tarif d'achat favorisant l'injection de biogaz dans les réseaux de gaz naturel), la filière biogaz connaît une forte dynamique dans ses diverses composantes (méthanisation de résidus agricoles, industriels ou ménagers notamment, mais aussi centres de stockage de déchets et stations d'épuration). Elle se caractérise par la poursuite d'un nombre toujours plus important de mises en service de nouvelles installations : 67 installations auraient été ainsi raccordées au réseau en 2012 représentant une puissance de 35 MW, après 38 unités en 2011 pour une puissance de 22 MW. Fin 2012, on dénombrait 232 installations raccordées pour une puissance de 267 MW et 8 installations bénéficiant du fonds chaleur



pour une production prévue de 11 ktep. L'année 2012 aura été par ailleurs la première année d'une injection effective de biogaz dans les réseaux de gaz naturel : la quantité injectée reste encore marginale en 2012, mais devrait augmenter en 2013 suite à la signature de nouveaux contrats.

Grâce à la montée en puissance des unités mises en service récemment, la valorisation électrique croît à un rythme soutenu et est aujourd'hui largement supérieure au téra-watt-heure. Cette croissance pourrait être toutefois légèrement freinée par le ralentissement de la production des unités de stockage de déchets les plus anciennes. La valorisation thermique progresse également à la faveur de la cogénération, que mettent en oeuvre beaucoup des nouvelles installations de stockage de déchets et de méthanisation. Forte du potentiel évalué et de l'arrivée à terme de nombreux chantiers en cours, la quantité de biogaz produite et sa valorisation sous ces diverses formes (électrique, thermique, biogaz carburant) devraient considérablement s'accroître dans les prochaines années.

#### Remontée de la consommation de bois-énergie

Après avoir enregistré en 2011 une très forte baisse liée notamment à un hiver particulièrement clément, la consommation réelle de bois-énergie (non corrigée des variations climatiques) a affiché une remontée sensible en 2012 (+ 15,8 %). Cette dernière résulte d'un retour à un niveau d'utilisation plus conforme à la normale du bois-énergie pour le chauffage des ménages (indice de rigueur de 0,97 pour 2012, contre 0,81 en 2011) conjugué au développement de nouveaux besoins suscités par le dispositif d'aides publiques mis en place par l'État (crédit d'impôt, aides de l'Ademe, fonds chaleur et appel d'offres biomasse pour la production d'électricité). En données corrigées des variations climatiques (qui permettent de dégager une évolution tendancielle), la consommation de bois-énergie progresse sur un rythme encore modéré mais croissant de l'ordre de 2 à 3 % sur les quatre dernières années.

S'agissant du secteur domestique, les ventes d'appareils de chauffage au bois ont encore progressé en 2012, dans le prolongement des années antérieures. Avec une première estimation de près de 490 000 appareils contre 467 000 en 2011 et 464 000 en 2010, le parc français des appareils à bois ne cesse d'augmenter. Le segment des poêles à bois est le plus porteur avec des ventes annuelles supérieures en moyenne à 200 000 appareils depuis 2008, des ventes qui dépassent même les 300 000 en 2012. L'augmentation continue des ventes, dont une part importante représente un primo équipement, contribue à une progression régulière de la consommation dans le résidentiel individuel, qui demeure de ce fait relativement élevée (+ 11 % entre 2007 et 2012 à 7,3 Mtep). Les prochains résultats de l'enquête logement 2013 réalisée par l'Insee devraient permettre de confirmer ces estimations.

Hors secteur domestique, l'arrivée à terme d'un certain nombre de nouvelles opérations relevant des aides de l'Ademe, des appels d'offres biomasse CRE (13) (production d'électricité à partir de la biomasse), du fonds chaleur et, plus encore, d'unités bénéficiaires des appels d'offres biomasse chaleur industrie agriculture tertiaire (BCIAT) sont à l'origine d'augmentations déjà significatives des productions électriques et thermiques : ainsi, parmi les 115 projets retenus dans le cadre des appels d'offres BCIAT, 30 unités étaient en fonctionnement fin 2012, dont 22 sont entrées en service en cours d'année 2012. De même, 8 installations relevant des appels d'offres biomasse CRE sont entrées en production au cours de l'année 2012. L'utilisation croissante de bois-énergie est notamment perceptible dans les réseaux de chaleur et dans de nouveaux secteurs de l'industrie (non seulement les industries agroalimentaires, mais aussi les industries du bois ou de la tuilerie) en substitution de combustibles fossiles. La montée en puissance de ces nouvelles installations et l'entrée en service prochaine des unités en cours de construction laissent entrevoir de sensibles augmentations. Fin 2012, la consommation de bois-énergie prévue pour l'ensemble des projets engagés sur la période 2008-2012 dans le cadre des aides gérées

	Projets retenus en 2009		Projets retenus en 2010		Projets retenus en 2011		Projets retenus en 2012		Situation au 31/12/2012		
	Nombre	Production prévue (ktep)	Nombre	Production prévue (ktep)	Nombre	Production prévue (ktep)	Nombre	Production prévue (ktep)	Projets en service	Projets en chantier*	Projets abandonnés
<b>Appel à projets BCIAT<sup>2</sup></b>	<b>31</b>	<b>147,4</b>	<b>37</b>	<b>226,1</b>	<b>25</b>	<b>117,7</b>	<b>22</b>	<b>104,1</b>	<b>30</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
<b>Autres projets (hors BCIAT)</b>	<b>235</b>	<b>42,5</b>	<b>557</b>	<b>73,2</b>	<b>661</b>	<b>142,7</b>	<b>406</b>	<b>133,2</b>	<b>175</b>	<b>401</b>	<b>8</b>
- bois-énergie <sup>3</sup>	46	37,2	73	57,1	117	110,8	118	120,3	17	55	1
- géothermie <sup>4</sup>	16	3,4	77	12,9	88	30,3	64	12,0	22	50	1
- méthanisation	2	0,7	3	1,6	0	0,0	0	0,0	4	1	0
- solaire	171	1,1	404	1,6	456	1,6	224	1,0	132	295	6

\* Projet en cours pour les BCIAT ou ayant obtenu un premier versement correspondant à une mise en chantier pour les projets hors BCIAT.

<sup>1</sup> Ne sont pas pris en compte les projets biomasse concernant des projets d'approvisionnement ni ceux correspondant à des infrastructures de réseau de chaleur.

<sup>2</sup> Appel à projet biomasse chaleur industrie agriculture tertiaire.

<sup>3</sup> Hors projet d'approvisionnement, y compris chaufferies alimentant des réseaux de chaleur au bois.

<sup>4</sup> Sur aquifère profond, sur aquifère superficiel, champ de sondes et eaux usées.

Source : SOeS d'après Ademe

Tableau 14 : État d'avancement des projets du fonds chaleur destinés à la production d'énergie

par l'Ademe s'élevait à plus de 1 Mtep. En revanche, dans l'industrie papetière qui est traditionnellement consommatrice de liqueur noire (14), les consommations sont fortement liées aux productions de pâtes à papier chimiques, lesquelles ont enregistré une baisse sensible en 2012 (- 4,1 % selon la Copacel) (15).

Concernant l'année 2012, un nombre important d'opérations ont été à nouveau engagées dans les secteurs collectif/tertiaire et industriel grâce aux différents dispositifs de soutien mis en place : fonds chaleur et appel à projets BCIAT 2012, aides de l'Ademe hors fonds chaleur. Au total, 358 opérations ont été engagées pour une puissance de 664 MW (dont 22 opérations retenues dans le cadre des appels d'offres BCIAT 2012 pour une puissance de 214 MW). Parmi celles-ci, on recense 297 opérations dans le secteur collectif/tertiaire pour une puissance de 386 MW et 61 dans l'industrie pour une puissance de 278 MW. Ces projets, qui pour l'instant sont loin d'être opérationnels, devraient participer à la croissance attendue dans les années à venir.

#### *La consommation de biocarburants en nette progression en 2012*

Les mises à la consommation de biocarburants sont globalement en forte hausse de 12 % en 2012, d'après les chiffres des Douanes. La hausse avoisine les 13 % pour le biodiesel (incorporé au gazole) et les 6 % pour le bioéthanol (incorporé à l'essence). En 2012, le taux d'incorporation globale de biocarburants représente 6,8 % de la consommation totale de carburants (7,0 % pour le biodiesel et 5,8 % pour le bioéthanol).

S'agissant du biodiesel, la consommation d'EMHV (esters méthyliques d'huiles végétales), qui constitue la forme la plus courante de biodiesel, augmente de 14 % entre 2011 et 2012. À l'opposé, les mises à la consommation d'EMHA (esters méthyliques d'huiles animales) et d'EMHU (esters méthyliques d'huiles usagées) sont en forte baisse (- 65 %). Le même constat vaut pour le biogazole de synthèse (- 20 %). Cette baisse très marquée pour les EMHA/U est la conséquence de l'instauration d'un plafonnement dans la règle de calcul de la taxe générale sur les activités polluantes (TGAP) et fait suite à une année 2011 où les importations d'EMHA/U avaient été conséquentes.

S'agissant du bioéthanol, la tendance à privilégier l'éthanol pur, plutôt que son incorporation à l'éthyl-tertio-butyl-éther (ETBE), se confirme en 2012. Désormais, seul 38 % de l'éthanol carburant est incorporé à l'ETBE (contre 45 % en 2011 et 53 % en 2010). Le réseau de distribution des nouveaux carburants SP95-E10 ou E85, à forte teneur en éthanol, continue de se développer. Près de 37 % des stations (soit 4 315 stations) distribuaient du SP95-E10 à la fin décembre 2012, tandis que ces deux carburants ont représenté 24 % des volumes d'essence livrés au cours de l'année 2012, d'après le Syndicat national des producteurs d'alcool agricole (SNPAA).

### Définitions

#### **Le biodiesel : pour les véhicules diesel**

Les huiles végétales ou animales peuvent être transformées à l'issue d'une réaction chimique en esters méthyliques d'acide gras. On distingue alors, selon leur origine, les :

- ✓ EMHV : esters méthyliques d'huiles végétales ;
- ✓ EMHA : esters méthyliques d'huiles animales ;
- ✓ EMHU : esters méthyliques d'huiles usagées.

Les huiles végétales ou animales peuvent également être transformées par hydrogénation ou par voie BtL (*Biomass to Liquid*). On parle alors de biogazole de synthèse.

#### **Le bioéthanol : pour les véhicules à essence**

Les sucres contenus dans les plantes sucrières (betterave à sucre, canne à sucre) ou les plantes amyliacées (des céréales, comme le blé ou le maïs) sont transformés par fermentation en alcool, puis, après distillation et déshydratation, en bioéthanol.

Le bioéthanol peut ensuite être incorporé à l'essence à l'état pur ou sous forme d'ETBE (Ethyl Tertio Butyl Ether). Les teneurs maximales de bioéthanol autorisées sont actuellement de 5 % en volume dans le SP-95 et le SP-98 et de 10 % dans le SP95-E10, tandis que le carburant superéthanol E85 contient entre 65 et 85 % d'éthanol en volume.

#### ✓ Ensemble des énergies renouvelables (EnRt + EnRé)

En ajoutant aux EnR thermiques la production d'électricité hydraulique renouvelable, éolienne et photovoltaïque (comptabilisée dans la colonne « Électricité » du bilan), on obtient la production primaire de l'agrégat « EnRt et EnRé », c'est-à-dire celle de l'ensemble des énergies renouvelables (thermiques et électriques). Elle atteint 22,4 Mtep en 2012, soit une hausse de 19 %, après - 13,2 % en 2011 et + 9,2 % en 2010. L'année 2012 a ainsi nettement dépassé le niveau de production enregistré en 2010. Le retournement de tendance amorcé en 2006, après une longue période de déclin de 1990 à 2005, s'est traduit par une croissance régulière qui s'est concrétisée par une augmentation de plus de 6 Mtep entre 2005 et 2010. En 2012, la production a retrouvé son rythme de croissance après la rupture de 2011 engendrée par des conditions climatiques particulières (températures élevées et sécheresse). Ainsi, depuis 2005, l'année de référence pour la directive EnR, la production primaire d'énergie renouvelable s'est accrue de 6,8 Mtep, soit un taux de

Données réelles en ktep

	2010	2011	2012 P	Variation 2010-2011	Variation 2011-2012
Bois-énergie	9 986	8 658	10 028	-1 328	1 370
Hydraulique	5 406	3 891	5 001	-1 515	1 110
Biocarburants	2 256	2 055	2 397	-201	342
Pompes à chaleur	1 203	1 093	1 384	-110	291
Éolien	855	1 052	1 284	197	232
Déchets urbains renouvelables	1 025	1 002	1 018	-23	16
Biogaz	365	410	443	45	33
Solaire photovoltaïque	53	179	349	126	169
Résidus de l'agriculture et des IAA*	343	295	290	-48	-5
Géothermie	90	89	94	0	5
Solaire thermique	64	71	79	7	8
<b>Total</b>	<b>21 645</b>	<b>18 796</b>	<b>22 367</b>	<b>-2 850</b>	<b>3 571</b>

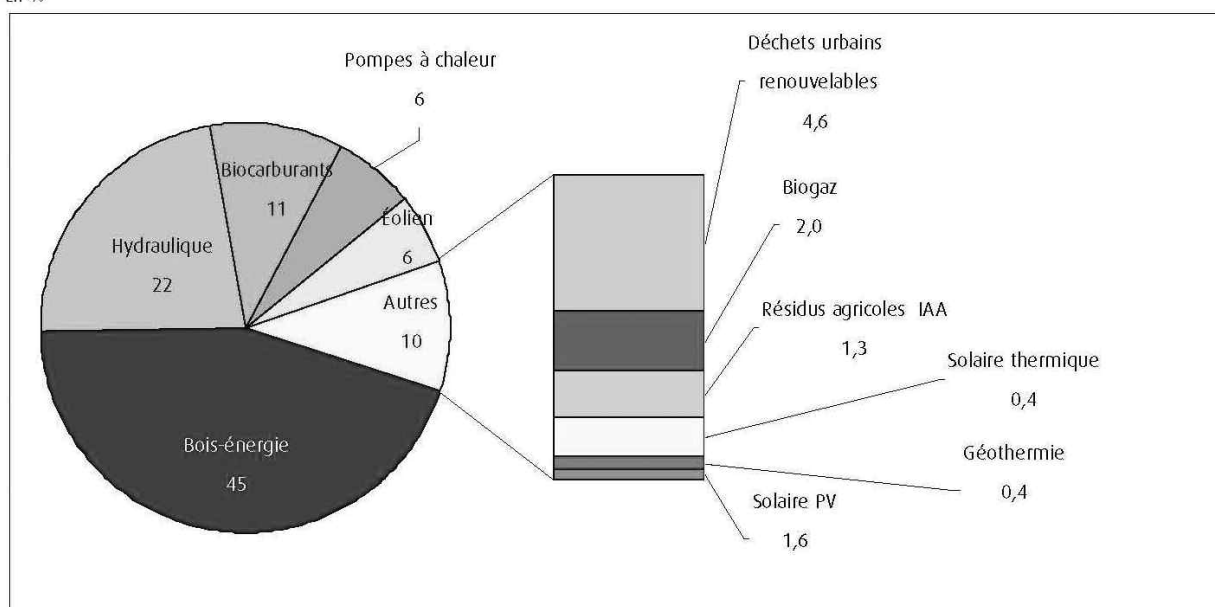
P : provisoire.

\* industries agro-alimentaires

Source : SOeS, d'après les sources par filière

**Tableau 15** : Production d'énergie primaire par filière renouvelable.

En %



Source : SOeS, d'après les sources par filière

**Graphique 20 bis** : Part de chaque filière dans la production primaire d'énergie renouvelable en 2012 (22,4 Mtep).

croissance annuel moyen de 5,3 % sur la période 2005-2012 contre - 1 % sur la période 1995-2005.

### **La transformation et l'acheminement d'énergie : hors pertes et ajustements, une forte diminution**

Entre les sources d'énergie primaire extraites du sous-sol et le consommateur final, il y a l'activité de la branche

Énergie, qui intervient pour produire et livrer à l'utilisateur l'énergie qui correspond à sa demande. Cela inclut le raffinage du pétrole, la cokéfaction du charbon, l'activité des centrales thermiques qui utilisent l'énergie primaire fossile (gaz, charbon, pétrole), renouvelable ou nucléaire pour la transformer en électricité. Une activité qui englobe également le transport et la distribution de l'énergie jusqu'à l'utilisateur final. Ces opérations indispensables comportent inévitablement des consommations interméd-

daires et des pertes, qui sont proportionnelles à l'activité. Les pertes les plus importantes en volume sont de loin celles du nucléaire, puisqu'en vertu de la convention internationale, il convient de considérer que l'énergie restituée sous forme d'électricité est égale à un tiers de l'énergie totale dégagée par la fission des noyaux des atomes de combustible nucléaire. Les deux autres tiers sont comptabilisés comme des pertes. Il s'agit, par exemple, de la chaleur qui produit le panache de vapeur d'eau visible au-dessus des centrales. Cette convention explique le très gros écart existant entre l'électricité primaire d'origine nucléaire et l'électricité finale d'origine nucléaire. Les centrales thermiques classiques présentent elles aussi des pertes de rendement du même ordre, mais, en France, elles représentent des volumes beaucoup moins importants.

Avec une consommation de 93 Mtep, l'activité de la branche Énergie a diminué de 5 % en 2012. Presque toutes les filières de production d'énergie sont touchées : notamment, le raffinage et la production nucléaire. Seules ont progressé les consommations des centrales thermiques : la hausse des consommations des centrales à charbon (+ 34 %) a fait plus que compenser la baisse des consommations de produits pétroliers et de gaz naturel, sans compter la hausse de la filière déchets qui a été plus modeste. Le regain de production d'électricité hydraulique a également orienté à la hausse les consommations d'électricité résultant des opérations de pompage (+ 3 %).

L'activité de raffinage a fortement diminué en 2012, avec seulement 58 Mt de pétrole brut et assimilé traités en France métropolitaine, soit une baisse de 12 % des quantités raffinées par rapport à 2011. Ainsi, le taux d'utilisation de la capacité de distillation atmosphérique a atteint 70 % en 2012, ce qui représente dix points de moins par rapport à 2011 ; cette forte baisse est presque uniquement imputable au site de Petit Couronne, qui n'a fonctionné qu'une partie de l'année affichant ainsi un taux de service inférieur de 32 %. Dans les autres raffineries, les restructurations intervenues en 2011 ont permis d'assurer un taux de service proche de 80 %, voire même supérieur.

La marge de raffinage a bondi à 34 €/t en 2012, soit 20 euros de plus par rapport à celle de l'année précédente. Il faut remonter à 2008 pour trouver une marge supérieure (39 €/t).

### Consommation par énergie : diminution sensible de la consommation d'énergie primaire

Corrigée des variations climatiques, la consommation totale d'énergie primaire a sensiblement fléchi en 2012, passant sous la barre des 260 Mtep, soit à un niveau inférieur à celui de 2009, année où la crise économique était particulièrement aiguë.

La diminution la plus nette est celle du pétrole, à près de - 5 % : avec moins de 79 Mtep, sa consommation primaire a atteint son plus bas niveau observé depuis le début des séries énergétiques, en 1970. La consommation de gaz naturel a baissé également de façon très sensible (- 4 %) en raison du moindre recours, en part relative, aux centrales thermiques au gaz naturel et en particulier aux CCCG. *A contrario*, le mouvement des cours internationaux favorable au charbon explique le bond de plus de 10 % de la consommation de ce dernier pour la production d'électricité secondaire. Enfin, le retour à des températures plus habituelles en 2012, qui ont favorisé une hausse de la consommation de bois-énergie, d'une part, et l'essor des filières technologiques récentes (biogaz, pompes à chaleur, solaire thermique), d'autre part, explique la nette embellie des énergies renouvelables thermiques et de la valorisation des déchets, qui ont établi un nouveau record de consommation primaire, à plus de 17 Mtep.

Le « mix » énergétique primaire de la France est stable depuis le milieu des années 2000, avec environ 40 à 45 % d'électricité primaire, environ 30 % de pétrole, moitié moins pour le gaz, et près de 6 % pour les renouvelables thermiques et déchets, et de 4 % pour le charbon. En 2012, les phénomènes les plus notables ont été la légère poussée des énergies renouvelables thermiques et de la valorisation des déchets, qui est intervenue au détriment du pétrole et du gaz naturel.

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)				
							Entre 1973 et 1990	Entre 1990 et 2002	Entre 2002 et 2010	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
Électricité primaire *	7,7	83,2	113,5	115,2	116,7	114,2	15,0	2,6	0,2	1,2	- 2,1
Pétrole	121,5	88,3	94,1	80,9	82,7	78,6	- 1,9	0,5	- 1,9	2,3	- 4,9
Gaz	13,2	26,3	40,0	40,2	40,1	38,5	4,1	3,6	0,0	- 0,1	- 4,0
EnRt et déchets **	9,4	11,4	11,7	15,7	16,2	17,2	1,1	0,2	3,8	2,9	6,5
Charbon	27,8	19,2	12,8	11,5	9,8	10,9	- 2,2	- 3,3	- 1,4	- 14,5	10,8
<b>Total</b>	<b>179,7</b>	<b>228,3</b>	<b>272,0</b>	<b>263,5</b>	<b>265,5</b>	<b>259,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,5</b>	<b>- 0,4</b>	<b>0,8</b>	<b>- 2,3</b>

\* Nucléaire, hydraulique, éolien et photovoltaïque

\*\* Énergies renouvelables thermiques et déchets

Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie

Tableau 16 : Consommation d'énergie primaire par forme d'énergie.

Données corrigées des variations climatiques, en %

	1973	1990	2002	2010	2011	2012
Électricité primaire *	4,3	36,4	41,7	43,7	43,9	44,0
Pétrole	67,6	38,7	34,6	30,7	31,1	30,3
Gaz	7,4	11,5	14,7	15,2	15,1	14,8
EnRt et déchets **	5,2	5,0	4,3	6,0	6,1	6,6
Charbon	15,5	8,4	4,7	4,4	3,7	4,2
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

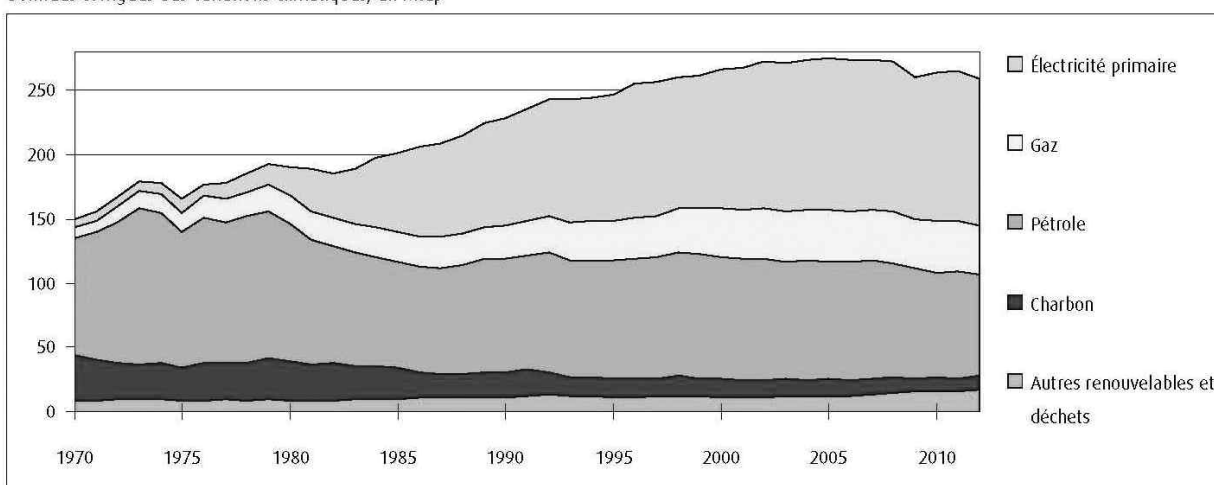
\* Nucléaire, hydraulique, éolien et photovoltaïque

\*\* Énergies renouvelables thermiques et déchets

Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie

Tableau 17 : Structure de la consommation d'énergie primaire.

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep



Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie

Graphique 21 : Évolution de la consommation d'énergie primaire.

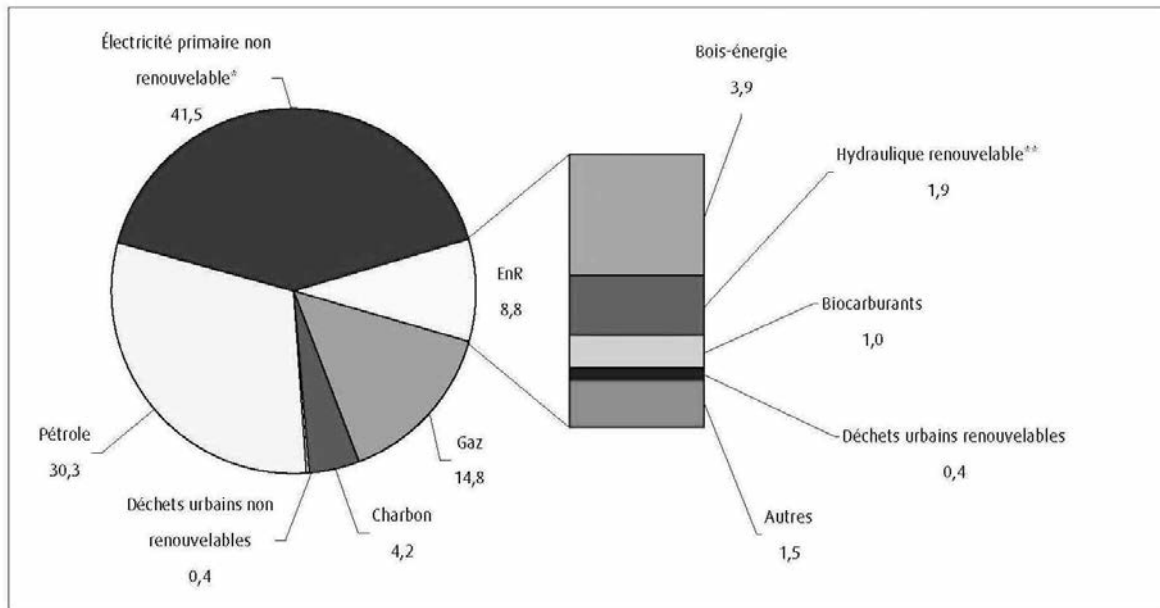
La consommation primaire avait augmenté de + 1,5 % par an en moyenne au cours de la décennie 1990, puis avait atteint un certain plateau. Les évolutions récentes ont été plus heurtées en raison de la crise de 2009 et du rebond qui s'en est ensuivi ; il est donc difficile d'affirmer qu'une nouvelle tendance de fond se dessine.

La consommation finale d'énergie, tous usages confondus, a légèrement fléchi en 2012. Elle oscille depuis trois ans entre 166 et 167 Mtep, un niveau nettement moindre que les 175 Mtep atteints au cours de la première moitié des années 2000. Avec tout juste 12 Mtep, la diminution a été plus encore sensible pour les usages non énergétiques (en particulier, le pétrole dans la pétrochimie) que pour les usages énergétiques, qui se sont effrités à un peu moins de 155 Mtep.

*Le charbon : un rebond de la consommation (+ 11 %) lié à une forte sollicitation des centrales électriques*

La consommation primaire de charbon corrigée des variations climatiques a rebondi en 2012 à 10,9 Mtep (+ 10,8 %), contre 9,8 Mtep en 2011. À plus long terme et en dehors des fluctuations conjoncturelles, la tendance est clairement à la baisse compte tenu du recul de l'industrie nationale, et notamment de la sidérurgie, ainsi que de la fermeture de certaines unités de production de centrales à charbon. La reprise de la consommation en 2012 est due à un fort accroissement de l'utilisation du charbon dans les centrales électriques, même si le déclin de celui-ci se poursuit dans les autres secteurs de consommation.

Données corrigées des variations climatiques  
(259,4 Mtep en 2012)  
En %



Notes :

- EnR : énergies renouvelables.

\* Comprend la production nucléaire, déduction faite du solde exportateur d'électricité (pour simplifier, le solde exportateur d'électricité est retranché de l'électricité nucléaire) et la production hydraulique par pompage.

\*\* Hydraulique hors pompage.

Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie

Graphique 22 : Répartition de la consommation d'énergie primaire.

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)				
							Entre 1973 et 1990	Entre 1990 et 2002	Entre 2002 et 2010	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
Pétrole	85,4	70,8	75,1	65,3	66,2	64,6	- 1,1	0,5	- 1,7	1,4	- 2,4
Électricité	13,0	25,9	34,5	38,1	37,0	37,6	4,2	2,4	1,3	- 2,8	1,6
Gaz	8,7	23,3	34,7	32,4	32,6	32,0	6,0	3,4	- 0,9	0,6	- 1,7
Énergies renouvelables	8,9	10,5	9,9	13,4	14,0	14,9	1,0	- 0,5	3,9	4,5	6,5
Charbon	17,7	10,2	6,5	5,7	5,4	5,2	- 3,2	- 3,6	- 1,8	- 4,7	- 3,2
Total énergétique	133,6	140,7	160,7	154,9	155,2	154,4	0,3	1,1	- 0,5	0,2	- 0,5
Non énergétique	10,9	12,4	14,7	12,2	12,4	12,0	0,8	1,4	- 2,3	1,5	- 3,1
<b>Total consommation finale</b>	<b>144,6</b>	<b>153,1</b>	<b>175,4</b>	<b>167,1</b>	<b>167,6</b>	<b>166,4</b>	<b>0,3</b>	<b>1,1</b>	<b>- 0,6</b>	<b>0,3</b>	<b>- 0,7</b>

Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie

Tableau 18 : Consommation d'énergie finale par forme d'énergie

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012
Pétrole	63,9	50,3	46,7	42,2	42,7	41,8
Électricité	9,7	18,4	21,4	24,6	23,9	24,4
Gaz	6,5	16,6	21,6	20,9	21,0	20,8
Énergies renouvelables	6,7	7,4	6,1	8,7	9,0	9,7
Charbon	13,3	7,3	4,1	3,7	3,5	3,4
<b>Total énergétique</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie

Tableau 19 : Répartition de la consommation énergétique finale par forme d'énergie.

Dans le secteur de l'énergie, la demande des centrales à charbon (y compris la production pour autoconsommation dans l'industrie) a nettement progressé en 2012, à 4,3 Mtep, soit une hausse de 34 % par rapport à son faible niveau de 2011. Elle est presque revenue à son niveau de 2010, mais il s'agit quand même du plus bas niveau observé depuis plusieurs dizaines d'années, 2011 exceptée. La production d'électricité à base de charbon, proche de 18 TWh (13 TWh en 2011), a représenté en 2012 près de 34 % de la production d'électricité thermique classique (25 % en 2011) et 3,3 % de la production totale (2,4 % en 2011). Ce « retour en grâce » du charbon dans le mix électrique est donc resté bien modeste si on le compare à d'autres pays européens : ainsi, en 2012, en Allemagne, plus de 40 % de l'électricité provient du lignite et de la houille et, en Grande-Bretagne, la part du charbon est remontée à 39 %. Cette progression a été favorisée en 2012 par des prix plus compétitifs que ceux du gaz et par une baisse des prix du CO<sub>2</sub>. Cette tendance se poursuit au premier semestre 2013. Toutefois, la directive européenne sur les grandes installations de combustion condamne, à l'horizon 2015, les centrales à charbon les plus polluantes, qui sont soumises jusqu'à cette échéance à des quotas d'heures de fonctionnement. Un certain nombre d'unités vont donc disparaître entre 2013 et 2015. Ne seront pérennisées après 2015 que les centrales ayant été rénovées. Selon RTE (Réseau de transport d'électricité), la capacité des centrales au charbon devrait être diminuée de près de la moitié en 2016. Du fait de la lourdeur des investissements à réaliser, la construction d'aucune nouvelle centrale à charbon n'est prévue dans les prochaines années. Il n'est question que de rénover certaines des centrales existantes, d'équiper certaines d'un dispositif de captage du CO<sub>2</sub> ou de créer des unités à haut rendement (centrales « supercritiques » sur les sites existants).

La consommation finale corrigée des variations climatiques, avec 5,2 Mtep contre 5,4 Mtep en 2011, a continué de reculer (- 3,2 %) et s'est approchée de son point le plus bas, celui de l'année 2009, lors de la crise de la sidérurgie. Son évolution est en effet fortement corrélée à celle de la

demande de la sidérurgie : avec 3,7 Mtep consommés, cette dernière a représenté 69 % de la consommation finale et 34 % de la consommation primaire de charbon. Or, la demande en charbon de la sidérurgie s'est de nouveau repliée en 2012 (- 3,8 %), du fait de la baisse de la production d'acier (- 1 %). En effet, en 2012, la conjoncture économique a été morose dans les principaux secteurs consommateurs d'acier, comme l'automobile et le BTP (bâtiment et travaux publics).

Dans les autres secteurs industriels, la consommation a été estimée à moins de 1,3 Mtep, soit une baisse de 2 % par rapport à 2011, une baisse qui est en lien avec l'évolution constatée pour les industries grosses consommatrices de charbon : recul de la production des cimenteries, de la chimie minérale et de la fonderie notamment. Enfin, dans le secteur résidentiel-tertiaire, le charbon est utilisé principalement *via* les réseaux de chaleur. En 2012, la demande du secteur a été évaluée à seulement 0,3 Mtep.

### Le pétrole : une forte chute de la consommation (- 4,9 %)

En 2012, la consommation primaire (16) de pétrole et de produits pétroliers, corrigée des variations climatiques, a fortement reculé (- 4,9 %) et est passée sous la barre des 80 Mtep, avec 78,6 Mtep. Il s'agit du plus bas niveau jamais observé depuis la disponibilité des séries du bilan de l'énergie (1970). Après un maximum à 121,5 Mtep atteint en 1973, la consommation avait chuté à la suite des deux chocs pétroliers, reculant jusqu'à 82,2 Mtep en 1985. Par la suite, elle avait repris de façon régulière (environ + 1 % par an) pour atteindre 96,3 Mtep en 1999. Depuis, la tendance était à la baisse, surtout entre 2007 et 2010, période de crise économique au cours de laquelle la consommation avait chuté de plus de 11 %, diminuant chaque année de 3 à 4 Mtep pour descendre jusqu'à 80,9 Mtep en 2010, avant de remonter à 82,7 Mtep en 2011. Quasiment tous les secteurs utilisateurs ont été impactés par la baisse de la consommation de pétrole en 2012.

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)				
							Entre	Entre	Entre	Entre	Entre
							1973 et 1990	1990 et 2002	2002 et 2010	2010 et 2011	2011 et 2012
<b>Branche énergie</b>	10,0	8,7	6,1	5,8	4,4	5,6	-0,8	-2,8	-0,8	-24,4	28,1
<b>Consommation finale</b>	17,7	10,2	6,5	5,7	5,4	5,2	-3,2	-3,6	-1,8	-4,7	-3,2
Sidérurgie	9,5	5,5	4,8	4,0	3,8	3,7	-3,1	-1,1	-2,3	-4,7	-3,8
Industrie (hors sidérurgie)	2,6	2,9	1,2	1,4	1,3	1,3	0,6	-6,8	1,1	-4,7	-2,0
Résidentiel-tertiaire	5,6	1,8	0,5	0,3	0,3	0,3	-6,4	-10,5	-4,9	-4,7	-0,2
dont résidentiel	nd	nd	nd	0,2	0,2	0,2	nd	nd	nd	-5,2	-0,2
dont tertiaire	nd	nd	nd	0,1	0,1	0,1	nd	nd	nd	-4,2	-0,1
<b>Non énergétique</b>	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	2,8	-4,2	-10,0	8,8	8,1
<b>Total consommation primaire</b>	27,8	19,2	12,8	11,5	9,8	10,9	-2,2	-3,3	-1,4	-14,5	10,8

Source : calcul SOeS, d'après EDF, E.ON, FFA, Insee et SNCU

Tableau 20 : Consommation de charbon par secteur

Hors usages non énergétiques et consommation de la branche Énergie (centrales électriques au fioul et consommation propre des raffineries), la consommation finale énergétique de pétrole et de produits pétroliers (17) a perdu 2,4 %, à 64,6 Mtep, contre 66,2 Mtep en 2011, se situant ainsi en dessous du niveau plancher de 1985. La consommation non énergétique, après avoir atteint un maximum de 14,9 Mtep en 2000, a reculé d'année en année pour atteindre 10,8 Mtep en 2010 et 10,9 Mtep en 2011. En 2012, elle a fléchi à nouveau à 10,4 Mtep, soit une baisse de 4,5 %. Elle est à son plus bas niveau depuis 1990, avec notamment une chute des livraisons de bitumes (- 10,5 %). Dans la pétrochimie, soumise à la forte concurrence des pays asiatiques et du Moyen-Orient notamment, la baisse de la consommation a été plus modérée (- 0,6 %).

La consommation de produits pétroliers destinés à la production d'énergie, que ce soit dans les raffineries, dans les centrales électriques ou ailleurs, a fortement reculé. À un peu plus de 3,5 Mtep, elle est au plus bas. Le secteur

du raffinage, confronté à la concurrence des pays émergents en forte croissance et au recul de la demande en produits pétroliers, est en grande difficulté : en 2012, l'ampleur de la chute a été exceptionnelle (- 19,8 %), elle est bien supérieure à la tendance baissière à l'œuvre depuis de très nombreuses années. Par ailleurs, les centrales au fioul sont de moins en moins mises à contribution pour la production d'électricité : ce dernier est concurrencé par le gaz, qui est moins émetteur de CO<sub>2</sub>, et par le charbon dont les prix ont baissé en 2012.

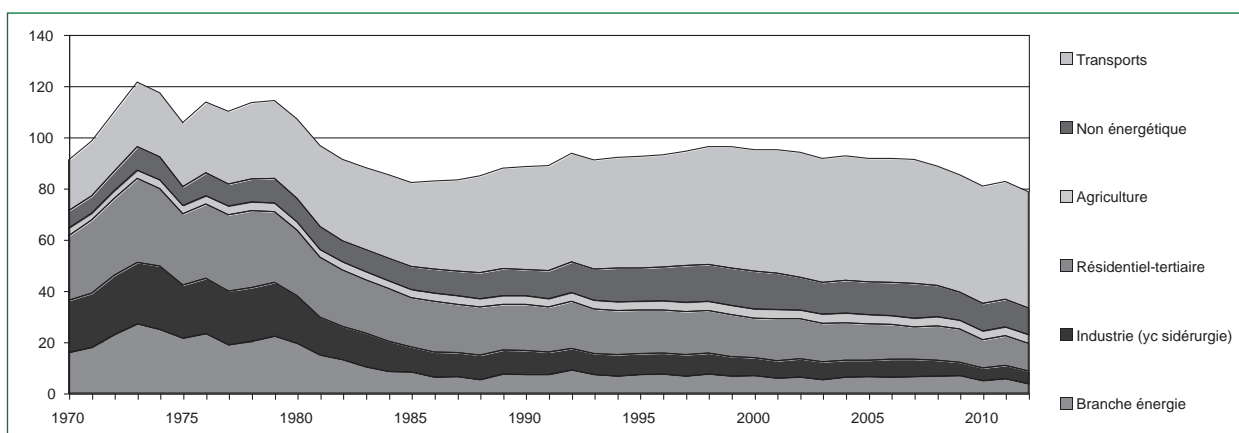
Les usages énergétiques du pétrole par l'industrie (sidérurgie incluse) se réduisent d'année en année et ont reculé de 1,6 % en 2012 par rapport à 2011, en lien avec le repli de la production industrielle (18) (- 3,4 %). Ils représentent désormais moins de 8 % de la consommation finale de produits pétroliers (contre 10 % en 2002, 13 % en 1990 et 28 % en 1973 à la veille du premier choc pétrolier). Supplantés par le gaz et l'électricité, les produits pétroliers ne comptent plus que pour 16 % dans la consommation d'énergie de l'industrie, contre 50 % en

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)				
							Entre	Entre	Entre	Entre	Entre
							1973 et 1990	1990 et 2002	2002 et 2010	2010 et 2011	2011 et 2012
<b>Branche énergie</b>	27,0	7,3	6,2	4,7	5,5	3,5	- 7,4	- 1,4	- 3,2	16,4	- 35,8
<b>Consommation finale</b>	85,4	70,8	75,1	65,3	66,2	64,6	- 1,1	0,5	- 1,7	1,4	- 2,4
Industrie (yc sidérurgie)	24,1	9,3	7,2	5,1	5,2	5,1	- 5,4	- 2,2	- 4,3	3,2	- 1,6
Résidentiel-tertiaire	32,7	18,0	15,6	11,0	11,6	10,7	- 3,5	- 1,2	- 4,3	5,5	- 7,4
dont résidentiel	nd	nd	nd	7,1	7,3	6,8	nd	nd	nd	3,2	- 7,0
dont tertiaire	nd	nd	nd	3,9	4,2	3,9	nd	nd	nd	9,4	- 7,9
Agriculture	3,3	3,3	3,5	3,4	3,4	3,4	0,1	0,4	- 0,3	- 0,3	0,8
Transports	25,3	40,1	48,9	45,8	46,0	45,3	2,8	1,7	- 0,8	0,3	- 1,5
<b>Non énergétique</b>	9,1	10,3	12,7	10,8	10,9	10,4	0,7	1,8	- 2,1	1,3	- 4,5
<b>Total consommation primaire</b>	121,5	88,3	94,1	80,9	82,7	78,6	- 1,9	0,5	- 1,9	2,3	- 4,9

Source : calculs SOeS, d'après CPDP, CFBP, Insee, SSP, SFIC, E.ON, Douanes, DGEC, Ministère de la défense, EDF, Citepa

Tableau 21 : Consommation de pétrole par secteur.



Source : calculs SOeS, d'après CPDP, CFBP, Insee, SSP, SFIC, E.ON, Douanes, DGEC, ministère de la Défense, EDF, Citepa.

Graphique 23 : Consommation de pétrole corrigée des variations climatiques par secteur - En Mtep



1973. En 2012, le recul de la production industrielle a été particulièrement marqué dans les cimenteries et l'industrie du verre qui utilisent des quantités importantes de produits pétroliers comme combustibles.

En données corrigées des variations climatiques, la consommation du résidentiel-tertiaire a diminué de plus de 7 % en 2012, une baisse qui se répartit à parts égales entre le secteur résidentiel et celui du tertiaire. Elle baisse d'année en année depuis le premier choc pétrolier et a été divisée par trois en quarante ans. Elle ne représente plus que 16 % de la consommation finale énergétique de produits pétroliers contre 25 % en 1990 et 38 % en 1973. La consommation de fioul domestique pour le chauffage diminue régulièrement depuis les années 1980. Dans l'habitat individuel, le fioul domestique a quasiment disparu de la construction neuve, remplacé notamment par le gaz et l'électricité. La baisse se fait donc par l'abandon progressif du fioul dans le parc. Les hausses de prix incitent aussi les ménages équipés d'une chaudière au fioul à opter pour d'autres solutions. Une prime à la casse a été instaurée en 2011 par les pouvoirs publics avec un coup de pouce des chauffagistes pour inciter les consommateurs à remplacer leurs vieilles chaudières au fioul par des modèles plus efficaces et moins polluants. Cette prime a été reconduite jusqu'à la fin 2013. Dans les réseaux de chaleur du chauffage urbain, le fioul est également en perte de vitesse. Enfin, l'usage du butane et du propane diminue fortement, et ce, depuis plusieurs années.

La consommation de l'agriculture (pêche incluse) est quasiment inchangée depuis quelques années, à 3,4 Mtep. Le gazole non routier et le fioul domestique en constituent la plus grande part. Après une chute de plus de 30 % entre 2003 et 2008, la consommation de gazole de la pêche s'est stabilisée à environ 0,3 Mtep.

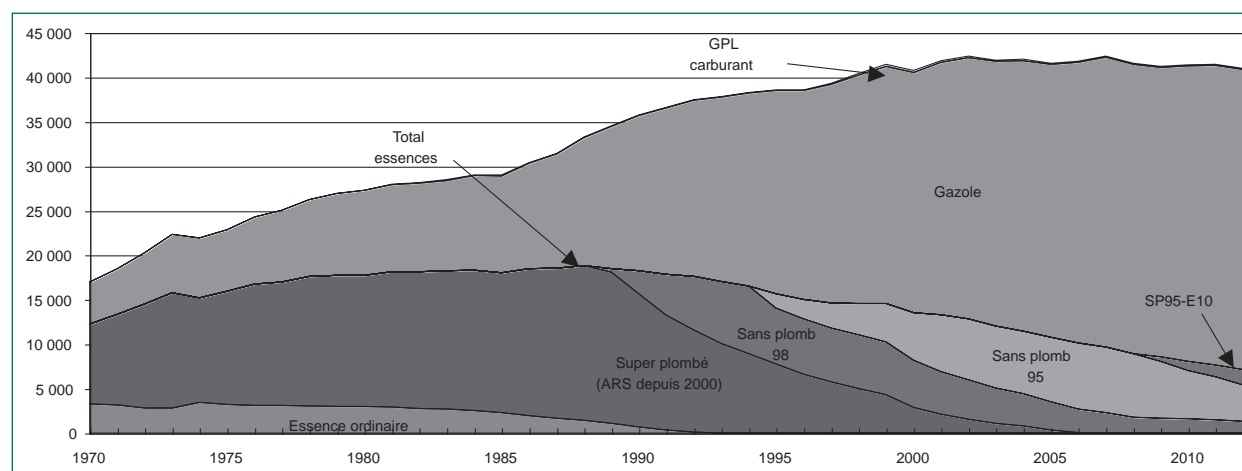
La consommation des transports (45,3 Mtep) (19) représente plus de 70 % de la consommation finale de produits pétroliers. Elle a diminué de 1,5 % en 2012. Depuis 2002, elle avait cessé d'augmenter et oscillait autour de 48 Mtep. En 2008, elle a brutalement décroché et ne s'est pas relevée depuis. En 2012, la circulation rou-

tière est restée quasiment stable selon les comptes provisoires des transports, alors qu'elle avait augmenté au cours des années précédentes. Celle des poids lourds s'est en revanche nettement repliée (- 6,4 %) : le transport routier de marchandises est fortement impacté par la crise économique. Si le parc roulant a légèrement progressé, la consommation unitaire des véhicules s'est réduite sous l'effet de l'amélioration de l'efficacité des moteurs, de la poursuite de la « dieselisation » des voitures particulières et, plus marginalement, du développement des véhicules hybrides et électriques. Les ventes de voitures neuves diesel ont représenté 73 % du marché en 2012, contre 16 % en 1990, et le parc automobile est désormais constitué à 60 % de véhicules diesel. Il semble également que les conducteurs réagissent à la hausse des prix des carburants (+ 4,5 % environ en 2012) par une réduction du kilométrage annuel parcouru et par une conduite plus économe en carburant. Au total, les livraisons de carburants routiers (y compris les biocarburants) ont reculé de 0,6 % (sous l'effet d'une forte baisse de l'essence (- 5,4 %), et en dépit d'une faible hausse du gazole (+ 0,5 %)).

L'incorporation des biocarburants, qui figurent au bilan des énergies renouvelables et non à celui des produits pétroliers, a progressé de plus de 10 % en 2012 (2,68 Mtep contre 2,43 Mtep en 2011) et participe au recul de la consommation de produits pétroliers. Le SP95-E10, commercialisé depuis le 1er avril 2009 et pouvant contenir jusqu'à 10 % d'éthanol, a poursuivi sur sa lancée. Il a représenté 24 % des ventes de supercarburants en 2012, contre 17 % en 2011.

Après avoir augmenté en 2010 et 2011, les livraisons de carburateurs ont baissé en 2012 (- 2,1 %). Le transport aérien a contribué pour près de 14 % à la consommation de produits pétroliers dans les transports contre près de 85 % pour le transport routier, le 1% restant résultant de la navigation intérieure et du transport ferroviaire.

Enfin, les soutes maritimes, essentiellement constituées de fioul lourd et non comptabilisées dans le bilan national par convention, se sont un peu réduites. Elles représentent 2,3 Mtep, soit en baisse de 5,5 % par rapport à 2011.



Source : calculs SOeS, d'après Comité professionnel du pétrole (CPDP).

Graphique 24 : Consommation totale de carburants routiers pétroliers (Biocarburants inclus)

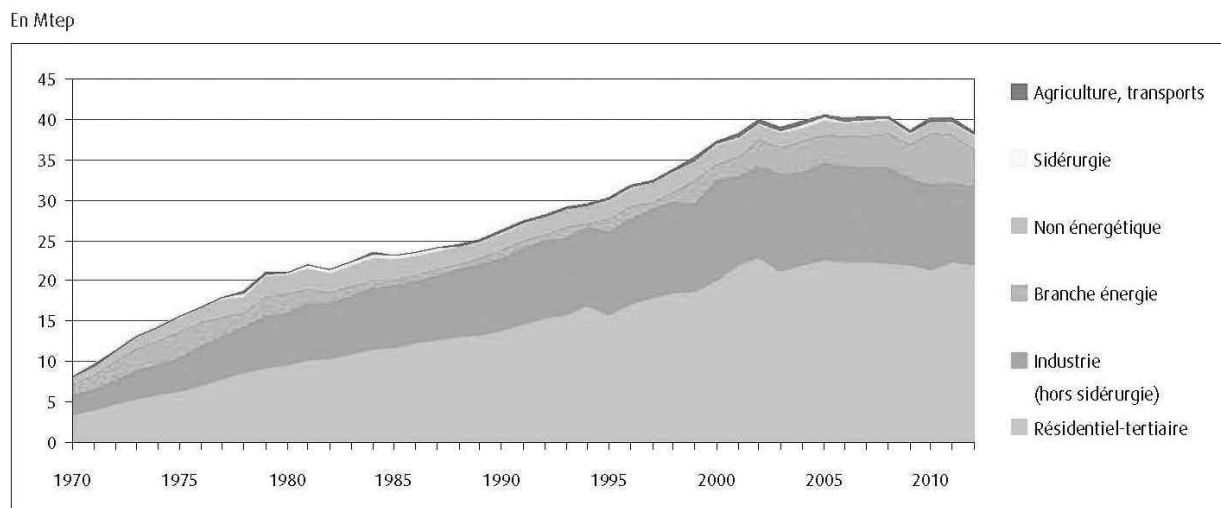
*Le gaz naturel : en 2012, la consommation progresse de + 3,2 % par rapport à 2011, du fait de températures plus fraîches*

Non corrigée des variations climatiques, la consommation primaire de gaz naturel s'est redressée en 2012 à 493,9 TWh (+ 3,2 %), après une chute de 13,1 % en 2011 et le bond de 10,9 % enregistré en 2010. Ces évolutions contrastées ont été principalement dues aux conditions climatiques de ces trois dernières années. En effet, après une année 2011 qualifiée par Météo France d'année la plus chaude jamais enregistrée depuis 1900, et une année 2010 considérée comme la plus froide des deux dernières décennies, l'année 2012 a été médiane et donc moins chaude que la précédente. Il s'agissait de plus d'une année bissextile : on peut évaluer à environ 2,8 TWh la surconsommation due à un jour supplémentaire, soit près de 0,6 % de la consommation totale de l'année 2012.

Corrigée des variations climatiques, la consommation primaire s'est établie à 499,9 TWh, soit un recul de 4,0 % par rapport à 2011, elle se situe à un niveau équivalent à celui de 2009, la dernière année proche de la référence climatique.

La consommation finale énergétique de gaz naturel corrigée des variations climatiques a perdu, quant à elle, 1,7 % en 2012, à 420,9 TWh. À l'exception de la très légère augmentation enregistrée en 2011 (+ 0,4 %), la baisse est continue depuis 2006.

Corrigée des variations climatiques, la consommation de gaz naturel dans le secteur résidentiel et tertiaire était repartie à la hausse en 2011 (+ 4,4 %), après trois années successives de baisse. En 2012, cette consommation a de nouveau enregistré une régression de - 1,7 % à 285,1 TWh. Non corrigée des variations climatiques, la consommation du résidentiel-tertiaire a fortement augmenté (+ 11 %) après la forte chute enregistrée en 2011



Source : SOeS, enquête annuelle de statistique gazière auprès des gestionnaires d'infrastructures et des fournisseurs

**Graphique 25** : Évolution de la consommation primaire de gaz naturel corrigée des variations climatiques.

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)				
							Entre 1973 et 1990	Entre 1990 et 2002	Entre 2002 et 2010	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
<b>Branche énergie</b>	2,9	1,1	3,5	6,4	6,2	5,0	-5,5	10,2	7,9	-4,3	-19,0
<b>Consommation finale</b>	8,7	23,3	34,7	32,4	32,6	32,0	6,0	3,4	-0,9	0,6	-1,7
dont :											
Industrie (yc sidérurgie)	3,2	9,3	11,4	10,7	9,9	9,8	6,5	1,7	-0,8	-7,1	-1,7
Résidentiel-tertiaire	5,5	13,8	22,9	21,4	22,3	22,0	5,6	4,3	-0,9	4,4	-1,7
dont résidentiel	nd	nd	nd	15,8	16,5	16,2	nd	nd	-0,9	4,4	-1,7
dont tertiaire	nd	nd	nd	5,6	5,8	5,7	nd	nd	0,0	4,4	-1,7
<b>Non énergétique</b>	1,7	1,9	1,8	1,3	1,4	1,5	0,9	-0,6	-3,7	3,0	7,4
<b>Total consommation primaire</b>	13,2	26,3	40,0	40,2	40,1	38,5	4,1	3,6	0,0	-0,1	-4,0

Source : SOeS, enquête annuelle de statistique gazière auprès des gestionnaires d'infrastructures et des fournisseurs

**Tableau 22** : Consommation de gaz naturel par secteur.

(- 17 %), année où les températures ont été supérieures à la normale.

Dans l'industrie (hors sidérurgie, raffinage, production d'électricité et usages non énergétiques), la consommation corrigée des variations climatiques de gaz naturel a baissé d'un point en 2012 par rapport à 2011, à 125,1 TWh. La crise économique de 2008 semble avoir eu un effet structurel malgré un léger sursaut en 2010 (- 9,9 % en 2009, + 0,4 % en 2010, - 7,7 % en 2011). La consommation de gaz naturel par l'industrie semble désormais durablement installée très en deça du niveau de 150 TWh autour duquel elle oscillait depuis 2003. Non corrigée des variations climatiques, elle aurait *a contrario* augmenté de 1,8 %.

Dans la sidérurgie, l'évolution de la consommation corrigée des variations climatiques de gaz naturel, principalement liée à l'activité des laminoirs, semble similaire à celle du reste de l'industrie : une baisse forte en 2012 (- 5,9 %) a amplifié celle modérée de 2011 (-1,7 %), qui fait suite au très fort rebond observé en 2010 (+ 25,5 %) consécutif à la chute de 2009, (- 30,5 %). Alors qu'elle s'était stabilisée depuis 1995 entre 8 et 9 TWh par an, la consommation du secteur tourne autour de 7 TWh depuis trois ans.

Les raffineries ont recours depuis 2001 au gaz naturel pour produire de l'hydrogène. Leur consommation corrigée des variations climatiques a chuté en 2012 à 7,3 TWh (- 13,1 %), alors qu'elle s'était stabilisée en 2011 (+ 0,4 %). La restructuration du secteur avait déjà entraîné une forte baisse d'activité et, par voie de conséquence, une réduction des consommations en 2009 et 2010 (respectivement - 12,1 % et - 9,7 %). Le pic d'activité à 10 TWh de 2008 est donc loin.

En 2012, la consommation corrigée des variations climatiques de gaz naturel pour la production d'électricité a globalement diminué de 14,9 %. Cette chute marque une rupture avec trois années consécutives de forte croissance (+ 14,1 % en 2009, + 33,9 % en 2010 et + 12,4 % en 2011), qui avaient conduit en 2011 à un pic de 55,6 TWh, soit le double de la consommation de l'année 2003 (28,5 TWh). La raison principale de ces évolutions constatées au cours de ces quatre années est l'essor puis le coup d'arrêt qu'ont connu les centrales à cycle combiné au gaz (CCCG). La technique de ces centrales allie à la fois l'usage d'un combustible relativement moins émetteur de gaz à effet de serre et un rendement nettement supérieur à celui du charbon et du fioul. La construction de nouvelles centrales au gaz comme la reconversion d'anciennes centrales à charbon se sont multipliées avant que de nouveaux facteurs économiques ne viennent gripper, en 2012, le modèle économique que représente ce type d'équipement : prix de l'électricité particulièrement bas, forte augmentation du prix du gaz naturel, importation à bas coût de charbon en provenance des États-Unis, prix peu dissuasif de la tonne de CO<sub>2</sub> sur le marché européen. De fait, les centrales à gaz en service sont aujourd'hui utilisées principalement en période de pointe de consommation, et on constate un ralentissement des projets de nouvelles implantations. Les livraisons de gaz aux seules CCCG ont ainsi diminué d'environ 42 %.

Les utilisations non énergétiques du gaz naturel, qui servent principalement à la fabrication d'engrais, sont estimées en hausse en 2012 avec + 7,4 %, après + 3,0 % en 2011 et + 14,6 % en 2010.

L'utilisation du gaz naturel dans les transports a légèrement augmenté en 2012 (+ 1,3 %), mais cette hausse s'est ralentie depuis deux ans et se situe très loin des augmentations enregistrées au début des années 2000. L'utilisation du gaz naturel a toujours été limitée aux véhicules de flottes captives, principalement des autobus et des bennes à ordures.

### *Électricité primaire : une hausse de la consommation de 2,8 % exprimée en TWh*

La consommation d'électricité primaire (20) non corrigée des variations climatiques a augmenté de 2,8 % en 2012, à 462,9 TWh. Après correction des variations climatiques, elle n'a augmenté que de 1,2 %, cela en raison de températures moins chaudes en moyenne sur l'année par rapport à 2011 (environ 1°C en moins).

En revanche, du fait de l'application de coefficients d'équivalence qui diffèrent selon l'origine de l'électricité (voir l'encadré méthodologique), la consommation primaire corrigée des variations climatiques exprimée en tonne-équivalent-pétrole (tep) a baissé de 2,1 % à 114,2 Mtep, il s'agit de la première diminution enregistrée depuis 2009.

Le maximum de puissance appelée dans l'année a été atteint le 8 février 2012 à l'occasion d'une vague de froid exceptionnelle. À 102,1 GW, cette pointe de consommation est en hausse de plus de 11 % par rapport au précédent maximum, qui datait de l'année 2010 (96,7 GWh).

La consommation d'électricité primaire de la branche Énergie a décliné pour la deuxième année consécutive, à 80,7 TWh (- 3,8 %). La mise en service d'une nouvelle usine d'enrichissement de l'uranium, dont la technique est nettement moins consommatrice d'électricité, explique la plus grande partie de la baisse constatée. La légère diminution de la consommation des raffineries (- 1,5 %), en lien avec la baisse de l'activité, y a également contribué. De même, l'hydraulicité qui a été en 2012 supérieure à la moyenne a permis aux stations de turbinage et de pompage (Step) de diminuer leur consommation liée à la réalisation des opérations de pompage (- 3,3 %), après 2011 qui avait été marquée par une sécheresse prolongée (+ 4,9 %). *A contrario*, la consommation interne des producteurs d'électricité et les pertes sur le réseau ont augmenté mécaniquement avec le développement du parc de production et l'augmentation de la longueur des réseaux, qu'il s'agisse des interconnexions destinées à développer les échanges ou bien des raccordements de nouveaux producteurs dispersés sur le territoire.

La consommation finale d'électricité, mesurée en données réelles, a augmenté de 3,3 % en 2012 à 436 TWh, une hausse qui s'explique en particulier par des conditions météorologiques moins favorables (moindre chaleur) qu'en 2011. Ces dernières années, elle a suivi les évolutions contrastées du climat (- 6,0 % en 2011, une année qui a

### Coefficients d'équivalence pour l'électricité

Lorsque l'on souhaite agréger les différentes formes d'énergie, il faut utiliser un « coefficient d'équivalence ». Or, ce dernier est fortement tributaire du niveau d'énergie (primaire, secondaire, final, utile) auquel on se place. Une convention est donc nécessaire. Elle consiste, le plus souvent, à choisir entre « équivalence à la production » et « équivalence à la consommation » : plus précisément, pour l'électricité, 1 kWh obtenu à la sortie d'une prise de courant doit-il être comparé à la quantité de fioul qu'il a fallu pour produire ce même kWh dans une centrale ou à la quantité de chaleur « contenue » qu'il peut dissiper par « effet Joule » dans une résistance électrique branchée à la prise précitée ? Les deux principes sont légitimes et effectivement utilisés par les experts selon les objectifs qu'ils se fixent. Le premier est particulièrement adapté à une analyse en termes de substitution d'énergies primaires, alors que le second se prête mieux à des comparaisons entre secteurs d'activité pour évaluer leurs efforts en matière d'efficacité énergétique ou de substitution.

La convention adoptée par les instances internationales conduit à distinguer trois cas pour l'électricité :

✓ l'électricité produite par une **centrale nucléaire** est comptabilisée selon la méthode de « l'équivalent primaire à la production », avec un rendement théorique de conversion des installations égal à 33 % ; le coefficient de substitution est donc :  $0,086/0,33 = 0,260606\dots$  tep/MWh.

✓ l'électricité produite par une **centrale à géothermie** est aussi comptabilisée selon la méthode de « l'équivalent primaire à la production », mais avec un rendement théorique de conversion des installations égal à 10 % ; le coefficient de substitution est donc :  $0,086/0,10 = 0,86$  tep/MWh.

Toutes les **autres formes d'électricité** (production par une centrale thermique classique, hydraulique, éolienne, marémotrice, photovoltaïque, etc., échanges avec l'étranger, consommation) sont comptabilisées selon la méthode du « contenu énergétique à la consommation », avec pour coefficient 0,086 tep/MWh.

Compte tenu de son poids relatif dans la consommation d'électricité primaire et de l'application du coefficient d'équivalence correspondant, la baisse de la production nucléaire en 2012 (- 3,8 %) se traduit mécaniquement par une diminution, en tep, de la consommation d'électricité primaire.

connu des températures particulièrement douces, + 5,9 % en 2010, une année relativement froide). Après correction de ces variations climatiques, la hausse de la consommation finale n'est plus que de 1,6 %.

Tous les secteurs d'activité y contribuent, à l'exception de l'industrie et, surtout, de la sidérurgie.

Après avoir chuté de presque 26 % en 2009 avec la crise économique, la consommation d'électricité par la sidérurgie s'était nettement redressée les deux années suivantes (+ 19 % en 2010 et + 6,6 % en 2011). Elle baisse à nouveau en 2012 à 10,6 TWh (- 4,8 %) ou 0,91 Mtep, une baisse en lien avec la stagnation économique.

En 2012, la consommation d'électricité dans le reste de l'industrie a également enregistré une baisse, qui est toutefois moins prononcée qu'en 2011 (- 0,6 %, à 9,23 Mtep). Le résidentiel-tertiaire, qui représente plus des deux tiers de la consommation finale, est la composante la plus sensible à la variation des températures. En 2012, année moins chaude que 2011, sa consommation a donc été à la hausse (+ 5,2 %). Corrigées des variations climatiques, les évolutions des dernières années sont moins contrastées : la baisse de 2011 à - 8,2 % en données réelles, est ramenée à 3,6 %, tandis que la hausse de 2012 n'est plus que de 2,7 %.

La consommation d'électricité des transports ferroviaires et urbains a augmenté de 2,4 % en 2012, mais

cette hausse a essentiellement résulté de la forte augmentation de la consommation des transports urbains (+ 8,6 %), tandis que celle des transports ferroviaires, qui représentent 70 % de l'ensemble, a stagné.

Après avoir augmenté en 2010 et 2011, la consommation d'électricité des exploitations agricoles est restée stable en 2012, à 8 TWh (0,69 Mtep).

### ✓ Bilan électrique en outre-mer : une hausse de la production, liée à celle des énergies renouvelables

Chaque département d'outre-mer (DOM) constitue une zone non interconnectée, qui ne dispose donc d'aucune possibilité d'échange d'électricité avec l'extérieur, et doit, à chaque instant, produire l'électricité dont elle a besoin, sans pouvoir exporter celle dont elle n'a pas l'usage.

En 2012, les quatre principaux DOM (21) ont produit 7,6 TWh d'électricité, dont 1,6 TWh d'électricité primaire (20,5 %). En métropole, en raison du poids de la production nucléaire, l'électricité primaire occupe une part prépondérante (plus de 90 % des 561,2 TWh d'électricité produits).

Les centrales thermiques classiques constituent ainsi la source principale d'électricité ultramarine, mais leur part dans le total tend à diminuer, notamment du fait du développement du photovoltaïque. Une partie de la production d'électricité thermique est issue d'énergies renouvelables :

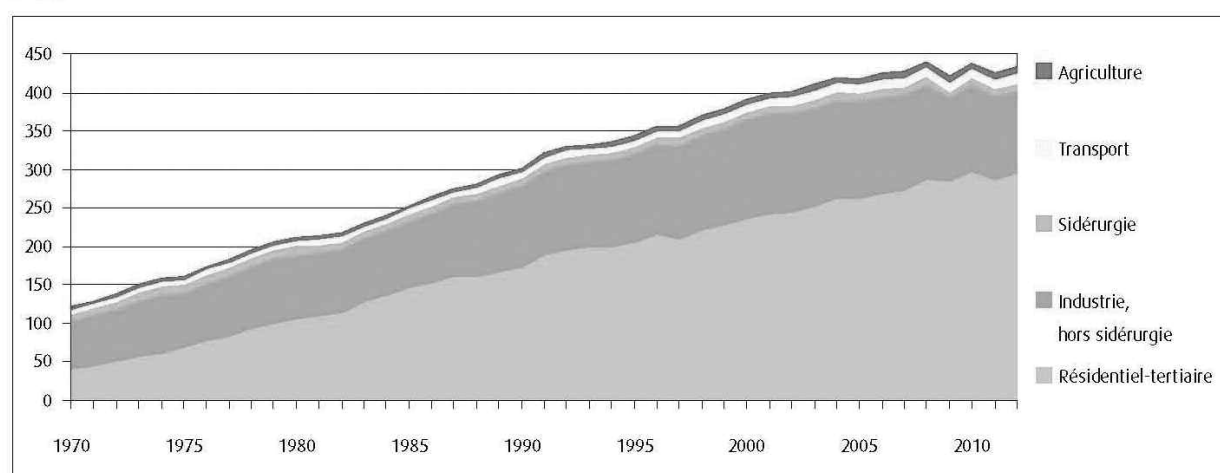
En Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)				
							Entre 1973 et 1990	Entre 1990 et 2002	Entre 2002 et 2010	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
<b>Branche énergie</b>	-5,2	57,3	79,0	77,1	79,6	76,6		2,7	-0,3	3,2	-3,8
<b>Consommation finale</b>	13,0	25,9	34,5	38,1	37,0	37,6	4,2	2,4	1,3	-2,8	1,6
Sidérurgie	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	-0,6	0,6	-0,9	6,6	-4,8
Industrie (hors sidérurgie)	6,2	9,0	11,0	9,5	9,3	9,2	2,2	1,7	-1,8	-2,2	-0,6
Résidentiel-tertiaire	4,9	14,9	21,0	26,0	25,0	25,7	6,8	2,9	2,7	-3,6	2,6
dont résidentiel	nd	nd	nd	13,9	13,2	13,7	nd	nd	nd	-5,3	4,0
dont tertiaire	nd	nd	nd	12,1	11,9	12,0	nd	nd	nd	-1,7	1,1
Agriculture	0,3	0,4	0,6	0,7	0,7	0,7	2,1	2,3	2,0	5,1	0,0
Transports	0,6	0,7	0,9	1,1	1,0	1,1	1,5	2,2	1,6	-0,9	2,4
<b>Total consommation primaire</b>	7,7	83,2	113,5	115,2	116,7	114,2	15,0	2,6	0,2	1,2	-2,1

Source : Enquête transport et distribution d'électricité (SOEs), RTE, EDF

Tableau 23 : Consommation d'électricité corrigée des variations climatiques par secteur.

En TWh



Source : Enquête transport et distribution d'électricité (SOEs), RTE, EDF

Graphique 26 : Évolution de la consommation finale d'électricité corrigée des variations climatiques.

	2010		2011		2012		Taux de croissance (en %)	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
Électricité primaire	1 218	16,1	1 232	16,4	1 561	20,5	1,1	26,7
dont :								
hydraulique	1 032	13,6	890	11,9	1 064	14,0	-13,7	19,5
géothermie	15	0,2	56	0,7	51	0,7	280,9	-9,5
éolien	59	0,8	57	0,8	70	0,9	-3,1	22,7
photovoltaïque	112	1,5	228	3,0	376	4,9	103,8	64,9
Thermique classique	6 344	83,9	6 271	83,6	6 058	79,5	-1,1	-3,4
dont biomasse	362	4,8	354	4,7	369	4,8	-2,2	4,3
<b>Production totale brute d'électricité</b>	<b>7 562</b>	<b>100,0</b>	<b>7 503</b>	<b>100,0</b>	<b>7 619</b>	<b>100,0</b>	<b>-0,8</b>	<b>1,5</b>
dont électricité d'origine renouvelable	1 602	21,2	1 607	21,4	1 952	25,6	0,3	21,5

Source : calculs SOeS, d'après EDF-SEI

Tableau 24 : Production totale brute d'électricité dans les DOM

bagasse en Guadeloupe et à la Réunion, bois en Guyane, biogaz à la Réunion, et ordures ménagères (22) en Martinique.

En 2012, la production totale brute d'électricité dans les DOM a progressé de 1,5 % par rapport à 2011, du fait des énergies renouvelables (+ 21,5 % sur un an). Ces dernières ont représenté 25,6 % de la production totale, soit quatre points de plus qu'en 2011.

La production ultramarine d'électricité a une structure très variable selon les DOM.

En Guadeloupe et en Martinique, la production est principalement assurée par des centrales thermiques classiques, mais leur part dans le total décroît fortement

(moins cinq points en deux ans pour la Guadeloupe, et moins trois points pour la Martinique) au profit du photovoltaïque et, dans une moindre mesure, en Guadeloupe, de l'éolien.

Il y a très peu de production d'électricité primaire, notamment en Martinique où la production hydraulique est même absente et où la production éolienne est marginale.

Dans ces deux DOM antillais, la production a légèrement augmenté en 2012 (+ 1,8 % en Guadeloupe et + 0,4 % en Martinique), après avoir diminué en 2011.

La part de l'électricité d'origine renouvelable a fortement progressé, tout en restant faible en Martinique.

	2010		2011		2012		Taux de croissance (en %)	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
Électricité primaire	90	4,2	145	7,0	197	9,3	62,1	36,0
dont :								
hydraulique	15	0,7	15	0,7	14	0,7	- 0,9	- 5,5
géothermie	15	0,7	56	2,7	51	2,4	280,9	- 9,5
éolien	41	1,9	45	2,2	51	2,4	9,9	13,0
photovoltaïque	19	0,9	29	1,4	82	3,9	55,5	178,7
Thermique classique	2 049	95,8	1 937	93,0	1 921	90,7	- 5,5	- 0,8
dont biomasse	60	0,8	55	0,7	61	0,8	- 8,9	10,5
<b>Production totale brute d'électricité</b>	<b>2 139</b>	<b>100,0</b>	<b>2 082</b>	<b>100,0</b>	<b>2 119</b>	<b>100,0</b>	<b>- 2,6</b>	<b>1,8</b>
dont électricité d'origine renouvelable	154	7,2	204	9,8	262	12,4	32,3	28,7

Source : calculs SOeS, d'après EDF-SEI

Tableau 25 : Production totale brute d'électricité en Guadeloupe.

	2010		2011		2012		Taux de croissance (en %)	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
Électricité primaire	21	1,2	37	2,2	70	4,2	73,0	90,5
dont :								
hydraulique	0	0	0	0	0	0	0	0
éolien	1	0,1	1	0,1	1	0,1	- 2,1	- 1,5
photovoltaïque	20	1,2	35	2,1	69	4,1	78,0	93,9
Thermique classique	1 704	98,8	1 635	97,8	1 608	95,8	- 4,0	- 1,6
dont biomasse	17	1,0	11	0,6	14	0,8	- 38,0	26,5
<b>Production totale brute d'électricité</b>	<b>1 725</b>	<b>100,0</b>	<b>1 672</b>	<b>100,0</b>	<b>1 678</b>	<b>100,0</b>	<b>- 3,1</b>	<b>0,4</b>
dont électricité d'origine renouvelable	39	2,3	48	2,9	84	5,0	21,6	75,4

Source : calculs SOeS, d'après EDF-SEI

Tableau 26 : Production totale brute d'électricité en Martinique.

Plus diversifiée, la production de la Réunion s'élève à 2,9 TWh en 2012, soit 38,5 % de la production des DOM. Elle est majoritairement constituée de thermique classique (76 %). La filière hydraulique arrive en deuxième position (17 %), laquelle est suivie du photovoltaïque (6 %). Comme en Martinique, l'éolien reste marginal.

La production a progressé en 2011 et en 2012, d'un peu moins de 2 % chaque année.

En 2012, la production d'électricité primaire a représenté près du quart du total produit, l'électricité d'origine renouvelable en représente le tiers.

Terre d'eaux abondantes, comme l'indique son nom d'origine « arawak », la Guyane fait exception au sein des DOM. En 2012, 63 % de sa production a été assurée par l'hydraulique ; le thermique classique n'en représente que le tiers, sa part baisse régulièrement.

La production a progressé de 2 % en 2012, après avoir stagné en 2011.

En 2012, la production d'électricité primaire qui est à 70 % d'origine renouvelable en Guyane, a représenté les deux tiers de l'ensemble de la production brute d'électri-

cité du département. Toutes deux ont été en forte progression en 2011 et 2012.

En 2012, la consommation finale d'électricité des quatre DOM s'est élevée à 6,5 TWh.

Avec 2,5 TWh, la Réunion concentre 39 % de la consommation pour 44 % de la population totale des quatre DOM ; la Guyane représente 12 % de la population et de la consommation. Enfin, la Guadeloupe (23 % de la population) et la Martinique (21 %) consomment respectivement 27 % et 22 % de l'ensemble.

Globalement, la consommation finale d'électricité dans les DOM a crû en 2012 (+ 1,3 %), après avoir légèrement diminué en 2011. Le secteur résidentiel représente 44 % de la consommation finale et a affiché une progression de 2 % en 2012, après avoir reculé de 5,6 % en 2011.

La consommation à la Réunion a progressé pour la deuxième année consécutive, de 1 % en 2012. La part de la consommation du résidentiel dans l'ensemble a atteint 44 %, tandis que celle de l'industrie est la plus élevée des quatre DOM.

	2010		2011		2012		Taux de croissance (en %)	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
Électricité primaire	637	22,5	550	19,1	690	23,6	- 13,7	25,6
dont :								
hydraulique	548	19,4	407	14,1	494	16,8	- 25,8	21,4
éolien	17	0,6	11	0,4	18	0,6	- 34,7	64,9
photovoltaïque	72	2,6	132	4,6	179	6,1	82,8	35,6
Thermique classique	2 189	77,5	2 326	80,9	2 241	76,4	6,3	- 3,7
dont biomasse	277	9,8	276	9,6	284	9,7	- 0,1	2,7
<b>Production totale brute d'électricité</b>	<b>2 826</b>	<b>100,0</b>	<b>2 876</b>	<b>100,0</b>	<b>2 931</b>	<b>100,0</b>	<b>1,8</b>	<b>1,9</b>
dont électricité d'origine renouvelable	930	32,9	842	29,3	991	33,8	- 9,5	17,7

Source : calculs SOeS, d'après EDF-SEI

Tableau 27 : Production brute totale d'électricité à la Réunion.

	2010		2011		2012		Taux de croissance (en %)	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
Électricité primaire	470	53,9	500	57,3	603	67,7	6,4	20,5
dont :								
hydraulique	469	53,8	469	53,7	556	62,5	- 0,1	18,7
éolien								
photovoltaïque	1	0,1	31	3,6	47	5,2	3 043,9	48,6
Thermique classique	402	46,1	373	42,7	287	32,3	- 7,2	- 23,0
dont biomasse	8	0,9	12	1,4	11	1,3	53,6	- 5,5
<b>Production totale brute d'électricité</b>	<b>872</b>	<b>100,0</b>	<b>873</b>	<b>100,0</b>	<b>890</b>	<b>100,0</b>	<b>0,1</b>	<b>1,9</b>
dont électricité d'origine renouvelable	478	54,8	513	58,7	615	69,1	7,2	19,9

Source : calculs SOeS, d'après EDF-SEI

Tableau 28 : Production brute totale d'électricité en Guyane

## BILAN ÉNERGÉTIQUE DE LA FRANCE POUR 2012

111

	2010		2011		2012		Taux de croissance (en %)	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
Industrie	461	7,2	462	7,3	441	6,8	0,2	- 4,7
Résidentiel-tertiaire	5 930	92,4	5 878	92,3	5 988	92,7	- 0,9	1,9
dont résidentiel	2 980	46,4	2 814	44,2	2 870	44,4	- 5,6	2,0
dont tertiaire	2 950	46,0	3 063	48,1	3 119	48,3	3,8	1,8
Agriculture	26	0,4	28	0,4	25	0,4	7,4	- 10,9
Transports	2	0,0	3	0,0	3	0,0	22,2	7,9
<b>Consommation finale</b>	<b>6 419</b>	<b>100,0</b>	<b>6 371</b>	<b>100,0</b>	<b>6 456</b>	<b>100,0</b>	<b>- 0,8</b>	<b>1,3</b>
<b>Branche énergie</b>	<b>1 143</b>	<b>15,1</b>	<b>1 133</b>	<b>15,1</b>	<b>1 162</b>	<b>15,3</b>	<b>- 0,9</b>	<b>2,6</b>
<b>Total consommation primaire d'électricité</b>	<b>7 562</b>	<b>100,0</b>	<b>7 503</b>	<b>100,0</b>	<b>7 619</b>	<b>100,0</b>	<b>- 0,8</b>	<b>1,5</b>

Source : calculs SOeS, d'après EDF-SEI

Tableau 29 : Consommation d'électricité dans les DOM.

	2010		2011		2012		Taux de croissance (en %)	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
Industrie	237	9,6	237	9,5	219	8,7	0,0	- 7,4
Résidentiel-tertiaire	2 201	89,5	2 237	89,6	2 280	90,4	1,6	1,9
dont résidentiel	1 115	45,3	1 100	44,0	1 107	43,9	- 1,4	0,7
dont tertiaire	1 086	44,2	1 137	45,5	1 173	46,5	4,7	3,1
Agriculture	20	0,8	22	0,9	19	0,8	10,1	- 10,5
Transports	1	0,1	2	0,1	3	0,1	37,2	33,0
<b>Consommation finale</b>	<b>2 459</b>	<b>100,0</b>	<b>2 497</b>	<b>100,0</b>	<b>2 521</b>	<b>100,0</b>	<b>1,6</b>	<b>1,0</b>

Source : calculs SOeS, d'après EDF-SEI

Tableau 30 : Consommation d'électricité à la Réunion.

	2010		2011		2012		Taux de croissance (en %)	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
Industrie	88	4,9	84	4,9	92	5,2	- 3,6	8,4
Résidentiel-tertiaire	1 682	95,0	1 643	95,1	1 684	94,8	- 2,3	2,5
dont résidentiel	906	51,2	843	48,8	866	48,7	- 6,9	2,6
dont tertiaire	776	43,8	799	46,3	818	46,0	3,0	2,3
Agriculture	1	0,0	1	0,0	1	0,0	- 16,6	20,5
Transports	0	0,0	0	0,0	0	0,0	- 8,2	- 0,6
<b>Consommation finale</b>	<b>1 770</b>	<b>100,0</b>	<b>1 728</b>	<b>100,0</b>	<b>1 776</b>	<b>100,0</b>	<b>- 2,4</b>	<b>2,8</b>

Source : calculs SOeS, d'après EDF-SEI

Tableau 31 : Consommation d'électricité en Guadeloupe.

La consommation d'électricité en Guadeloupe a augmenté de 2,8 % en 2012, après avoir diminué en 2011. Le recul constaté en 2011 peut s'expliquer par des températures se situant en dessous des normales saisonnières et donc par une moindre sollicitation de la clima-

tisation et des équipements de production de froid, mais aussi par une activité économique ralentie. La part du résidentiel dans la consommation finale est la plus forte des quatre DOM, tandis que celle de l'industrie plafonne à 5 %.



	2010		2011		2012		Taux de croissance (en %)	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
Industrie	116	8,0	119	8,5	108	7,7	2,6	- 9,2
Résidentiel-tertiaire	1 327	91,7	1 273	91,2	1 284	92,0	- 4,1	0,9
dont résidentiel	673	46,5	588	42,1	606	43,4	- 12,7	3,1
dont tertiaire	654	45,2	685	49,1	678	48,6	4,7	- 1,0
Agriculture	5	0,3	5	0,3	4	0,3	- 0,3	- 20,2
Transports	0	0,0	0	0,0	0	0,0		
<b>Consommation finale</b>	<b>1 447</b>	<b>100,0</b>	<b>1 396</b>	<b>100,0</b>	<b>1 395</b>	<b>100,0</b>	<b>- 3,5</b>	<b>0,0</b>

Source : calculs SOeS, d'après EDF-SEI

Tableau 32 : Consommation d'électricité en Martinique.

La consommation en Martinique a stagné en 2012 après avoir diminué en 2011 (- 3,5 %). Comme en Guadeloupe, l'année 2011 a été nettement moins chaude que la précédente et l'impact de la crise s'est également fait sentir en Martinique.

Comme à la Réunion, mais contrairement à la Martinique et à la Guadeloupe, la consommation finale d'électricité en Guyane a augmenté en 2011 et en 2012 (respectivement de 0,9 % et 1,9 %). La part de l'industrie dans la consommation d'électricité est particulièrement faible en Guyane, tout comme celle du résidentiel. En revanche, le secteur tertiaire, auquel sont affectées les consommations de plusieurs établissements du Centre spatial de Kourou, représente près de 60 % des consommations, elle a progressé de 2 % en 2011 et 2012.

#### *Les énergies renouvelables thermiques et les déchets : une remontée significative de la consommation (+ 6,5 %)*

Après correction des variations climatiques, la consommation primaire totale de l'ensemble des énergies renouvelables thermiques et de la valorisation énergétique des déchets (EnRt (23) et déchets), avec 17,2 Mtep, a nettement augmenté en 2012 : + 6,5 %, après + 2,9 % en 2011 et + 0,7 % en 2010. Le développement sensible des filières

bois-énergie et biogaz, le léger redémarrage des biocarburants mis à la consommation après deux années de stagnation et la croissance régulière de certaines nouvelles filières technologiques (pompes à chaleur, solaire thermique, notamment) ont contribué à une croissance plus marquée en 2012. À la période 2000-2005 (24) de quasi-stagnation, avaient succédé quelques années de forte croissance tirée notamment par le développement rapide des biocarburants. Depuis 2009, la consommation primaire s'était accrue à un rythme beaucoup plus modéré et plus équilibré entre les différentes filières. En 2012, la croissance semble repartir sur un rythme plus soutenu grâce au développement de la quasi-totalité des filières.

La consommation de la branche Énergie, avec 2,3 Mtep, reste relativement stable malgré la hausse progressive de la quantité d'énergie primaire thermique transformée en électricité (déchets urbains, bois-énergie, biogaz).

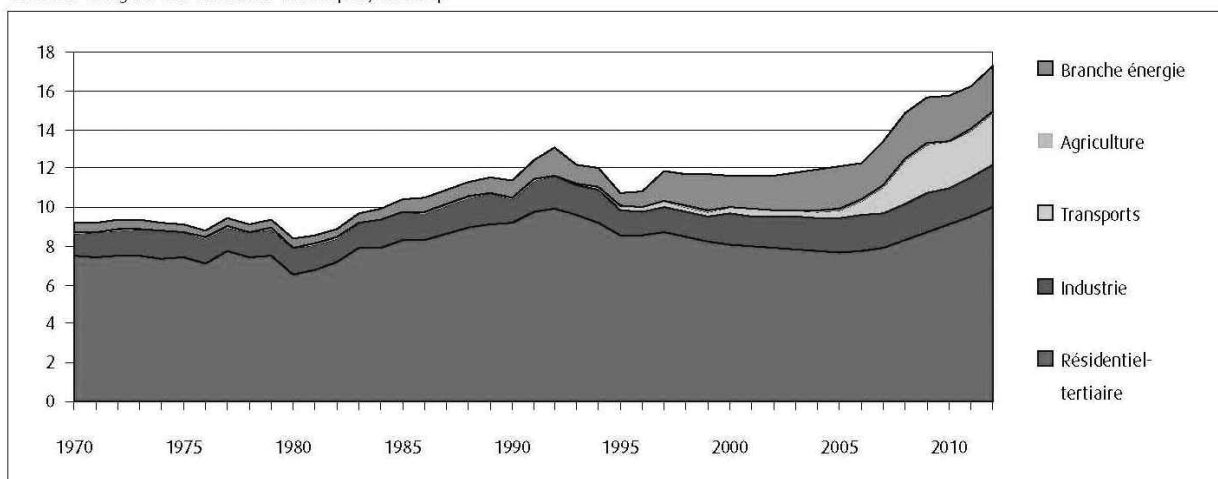
La consommation finale (14,9 Mtep après correction des variations climatiques) a progressé de 6,5 %. Elle a donc augmenté de façon marquée, grâce notamment à l'arrivée à terme des premiers projets du fonds chaleur. Tout comme la consommation primaire, elle avait connu avant 2010 quelques années de forte croissance liée notamment à la montée des biocarburants et des pompes à chaleur. Depuis, sa progression avait fortement ralenti dans un contexte

	2010		2011		2012		Taux de croissance (en %)	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
Industrie	21	2,9	22	3,0	22	2,9	5,3	- 1,4
Résidentiel-tertiaire	720	96,9	725	96,8	741	97,0	0,8	2,1
dont résidentiel	286	38,5	283	37,8	290	38,0	- 0,9	2,4
dont tertiaire	434	58,4	442	59,0	450	58,9	1,8	1,9
Agriculture	1	0,1	1	0,1	1	0,1	9,5	2,0
Transports	1	0,1	1	0,1	0	0,0	- 8,6	- 75,6
<b>Consommation finale</b>	<b>743</b>	<b>100,0</b>	<b>749</b>	<b>100,0</b>	<b>764</b>	<b>100,0</b>	<b>0,9</b>	<b>1,9</b>

Source : calculs SOeS, d'après EDF-SEI

Tableau 33 : Consommation d'électricité en Guyane.

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep



Source : SOeS, d'après les sources par énergie

Graphique 27 : Consommation primaire d'énergie renouvelable thermique et déchets par secteur.

économique moins porteur et dans l'attente de l'arrivée à terme de nombreux projets bénéficiant des divers soutiens de l'État (appels à projets biomasse chaleur industrie, agriculture et tertiaire – BCIAT – et fonds chaleur notamment).

La répartition de la consommation finale (après correction des variations climatiques) entre les différents secteurs utilisateurs a peu évolué : la part du résidentiel-tertiaire (10,0 Mtep) a diminué très légèrement, à 67 % du total. La part des transports (2,7 Mtep, soit 18 % du total) a baissé très légèrement après avoir gagné 11 points entre 2006 et 2008 grâce à la montée des biocarburants ; elle continue à devancer largement l'industrie. Cette dernière (2,2 Mtep, soit 15 % du total) reste relativement stable depuis plusieurs années. La part de l'agriculture reste marginale (moins de 0,5 %), mais sa consommation progresse très légèrement avec notamment la mise en service de nombreuses unités de méthanisation dans les exploitations agricoles.

Si la répartition entre secteurs est relativement constante depuis cinq ans, la consommation finale des énergies renouvelables thermiques ou issues de la valorisation des déchets a, en niveau, considérablement augmenté dans le temps : ainsi, elle s'est accrue dans le rési-

dentiel-tertiaire de plus de 2 Mtep entre 2005 (25) et 2012 (+ 0,5 Mtep en 2012, après + 0,4 Mtep en 2011), en raison notamment du poids grandissant des pompes à chaleur et de l'utilisation du bois-énergie, tant par les ménages que par le secteur collectif et tertiaire. De même, la consommation finale dans l'industrie a progressé sur cette même période de 0,4 Mtep et celle dans les transports de 2,3 Mtep. Au total, la consommation finale a progressé de plus de 5 Mtep entre 2005 et 2012.

En agrégeant l'ensemble des énergies renouvelables thermiques et électriques (EnRt + EnRé), la consommation primaire corrigée des variations climatiques s'élève à 22,9 Mtep. Elle est supérieure à la production primaire réelle (22,4 Mtep) du fait de l'existence d'échanges extérieurs de biocarburants (+ 0,3 Mtep) et de la correction climatique (+ 0,3 Mtep).

La part des énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie primaire (corrigée des variations climatiques), après s'être inscrite en léger recul en 2011, frôle la barre des 9 % (8,8 % précisément) en 2012. Avec ce taux record, elle retrouve ainsi l'orientation à la hausse qu'elle connaissait depuis 2005, année où elle avait atteint son plus bas niveau (5,6 %).

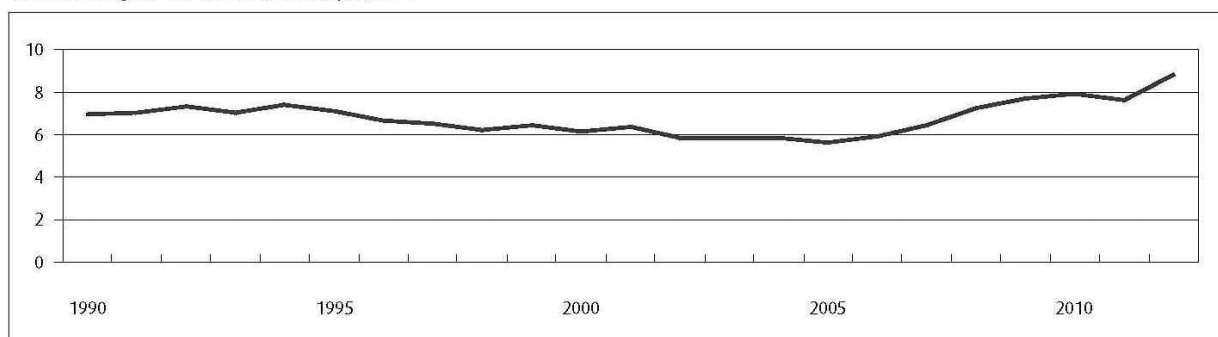
Données corrigées des variations climatiques, en Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)				
							Entre 1973 et 1990	Entre 1990 et 2002	Entre 2002 et 2010	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
							<b>Branche énergie</b>	0,5	0,9	1,8	2,3
<b>Consommation finale</b>	8,9	10,5	9,9	13,4	14,0	14,9	1,0	- 0,5	3,9	4,5	6,5
Industrie (yc sidérurgie)	1,4	1,2	1,6	1,8	2,0	2,2	-0,7	2,5	1,6	10,3	7,5
Résidentiel-tertiaire	7,5	9,2	7,9	9,1	9,5	10,0	1,2	- 1,3	1,8	4,4	4,9
dont résidentiel	nd	nd	nd	8,4	8,7	9,1	nd	nd	nd	4,2	4,6
dont tertiaire	nd	nd	nd	0,7	0,8	0,8	nd	nd	nd	6,2	9,3
Agriculture	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	1,3	- 0,2	0,1	7,5	6,8
Transports	0,0	0,0	0,3	2,4	2,4	2,7	-	-	28,1	0,4	12,0
<b>Total consommation primaire</b>	9,4	11,4	11,7	15,7	16,2	17,2	1,1	0,2	3,8	2,9	6,5

Source : calculs SOeS, d'après les sources par filière

Tableau 34 : Consommation d'énergie renouvelable et déchets par secteur.

Données corrigées des variations climatiques, en %



Source : calculs SOeS, d'après les sources par filière

Graphique 28 : Part des énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie primaire.

### Méthodologie

La directive 2009/28/CE relative à la promotion de l'utilisation des énergies renouvelables (EnR) introduit deux objectifs nationaux contraignants. Ainsi, pour la France, la part d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie doit s'établir à 23 % en 2020 (20 % pour l'ensemble de l'Union européenne). De plus, la part des énergies renouvelables doit être au moins égale à 10 % de la consommation finale d'énergie du secteur des transports. Le plan d'action national en faveur des énergies renouvelables (PNA) prévu par la directive EnR et remis à la Commission à l'été 2010, affiche la contribution attendue de chaque énergie renouvelable pour la production d'électricité, de chaleur ou de carburant pour les transports, avec, pour principale cible, l'objectif de 23 % d'EnR dans la consommation finale d'ici à 2020. Une trajectoire annuelle entre 2005 (année de référence de la directive EnR) et 2020 a ainsi été établie pour chacune des filières.

Les concepts et modes de comptage utilisés ici pour établir ces objectifs ont été définis par la directive EnR. Ils diffèrent de ceux du bilan de l'énergie : ils prennent notamment en compte les DOM ; ils normalisent les productions hydraulique et éolienne pour éliminer l'effet des variations aléatoires d'origine climatique (voir les définitions ci-après). Contrairement au bilan, les combustibles utilisés pour la production de chaleur ou de froid, notamment le bois-énergie, sont comptabilisés en données primaires réelles (non corrigées des variations climatiques). Par ailleurs, les pompes à chaleur les moins performantes ne sont pas comptabilisées, de même que les biocarburants qui n'apportent pas la preuve de leur durabilité. En outre, pour l'objectif du secteur des transports, une bonification est accordée aux biocarburants produits à partir de constituants végétaux d'origine non alimentaire et à la part renouvelable de l'électricité utilisée par les véhicules routiers électriques.

		2011	2012
<b>Bilan :</b>	Consommation finale des EnR thermiques et déchets (corrigée des variations climatiques <sup>1</sup> )	14,01	14,92
	- Déchets non renouvelables	- 0,25	- 0,26
	+ Electricité renouvelable <sup>2</sup>	5,56	7,09
	- Correction des variations climatiques <sup>1</sup>	- 1,15	- 0,17
	+ Consommation finale des EnR dans les DOM	0,29	0,32
	<b>Consommation finale des EnR France entière (non corrigée des variations climatiques<sup>1</sup>)</b>	<b>19,86</b>	<b>22,33</b>
	+ Normalisation de la production hydraulique	1,52	0,35
	+ Normalisation de la production éolienne	0,02	- 0,07
	- Elimination des PAC <sup>1</sup> les moins performantes	- 0,15	- 0,16
<b>Directive :</b>	<b>consommation finale brute renouvelable (pour le suivi des objectifs)</b>	<b>21,25</b>	<b>22,45</b>

<sup>1</sup> Au sens du bilan de l'énergie, dans lequel seule la consommation de bois et celle des pompes à chaleur (PAC) sont corrigées des variations climatiques (cf. annexe 4).

<sup>2</sup> L'électricité renouvelable est prise en compte dans la colonne électricité du bilan.

Tableau 35 : De l'approche bilan au suivi de la directive

- ✓ **Électricité renouvelable normalisée** : la directive EnR introduit la notion de normalisation pour les productions d'électricité hydraulique et éolienne afin d'atténuer l'effet des variations aléatoires d'origine climatique. Ainsi, la production hydraulique renouvelable normalisée de l'année N est obtenue en multipliant les capacités du parc de l'année N par la moyenne établie sur les quinze dernières années du rapport « productions réelles/capacités installées ». La production éolienne normalisée de l'année N est, pour sa part, obtenue en multipliant les capacités moyennes de l'année N (soit [capacité début janvier + capacité fin décembre] / 2) par la moyenne établie sur les cinq dernières années de ce même rapport.
- ✓ **Consommation finale brute d'énergie** : ce concept a été également introduit par la directive EnR. Elle est égale à la somme de la consommation finale d'énergie, des pertes de réseau et de l'électricité et/ou de la chaleur consommées par la branche Énergie pour produire de l'électricité et/ou de la chaleur. Elle est toujours exprimée en données non corrigées des variations climatiques.

### La consommation d'énergies renouvelables progresse régulièrement depuis 2005

Le tableau ci-dessous retrace pour la France les principaux indicateurs de suivi des objectifs européens pour les années 2005, 2011 et 2012, dont les données sont provisoires, ainsi que la trajectoire 2012 et les objectifs prévus pour 2020.

Métropole + DOM, en %

	Réalisé *			Trajectoire	Objectif
	2005	2011	2012 p	2012	2020
Part de l'électricité renouvelable dans la consommation totale d'électricité	13,8	16,4	16,7	17,0	27,0
Part des EnR thermiques <sup>1</sup> dans la consommation totale pour production chaleur	12,4	15,8	17,2	19,0	33,0
Part des EnR dans le secteur des transports <sup>2</sup>	1,2	6,9	7,1	7,2	10,5
<b>Part des EnR dans la consommation brute finale totale</b>	<b>9,3</b>	<b>12,7</b>	<b>13,7</b>	<b>14,0</b>	<b>23,0</b>

\* Données pour la directive : prise en compte de l'hydraulique et éolien normalisé, pompes à chaleur (PAC) conformes à la directive.

<sup>1</sup> Chaleur vendue ou consommation d'énergies renouvelables thermiques primaires pour la production de chaleur ou de froid.

<sup>2</sup> Cet indicateur comprend les biocarburants ainsi que la part d'électricité renouvelable dans les transports, hors aviation.

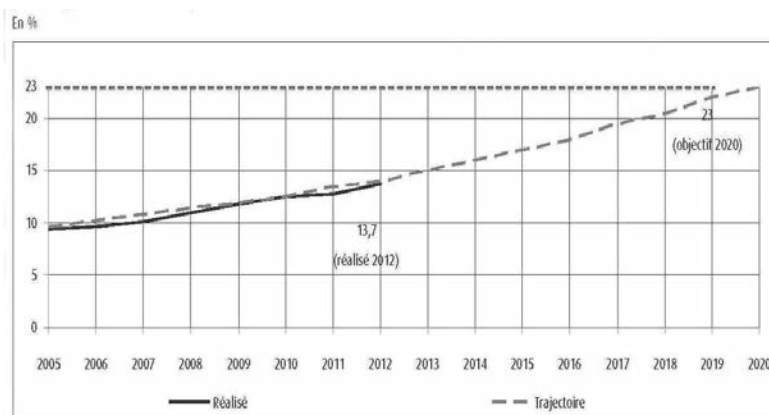
Les données 2012 sont provisoires à ce jour et devront être confirmées.

Champ : métropole et DOM.

Source : SOeS, bilan de l'énergie (réalisé) et PNA (trajectoire)

Tableau 36 : Chiffres clés des énergies renouvelables en 2005, 2011 et 2012 provisoire.

Entre 2005 et 2012, tous les indicateurs sont en hausse, confirmant la réalité des efforts déjà accomplis. La part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute totale, calculée selon la méthodologie de la directive, est estimée à 13,7 % en 2012, en hausse de 4,4 points par rapport à 2005 et de 1 point par rapport à 2011. La hausse significative de cet indicateur sur la période 2005-2012 résulte d'une augmentation de la consommation finale d'EnR de 6,2 Mtep, alors que, dans le même temps, la consommation finale toutes énergies confondues a baissé de près de 8,4 Mtep. Pour les renouvelables, l'accroissement de la consommation finale est le fait de la plupart des filières, à l'exception notable de l'hydraulique qui a vu sa production normalisée diminuer de 3,7 TWh (soit l'équivalent de 0,32 Mtep) entre 2005 et 2012. À eux seuls, les biocarburants expliquent pour plus du tiers cet accroissement (+ 2,3 Mtep).



Champ : métropole et DOM.

Source : SOeS, bilan de l'énergie (réalisé) et PNA (trajectoire)

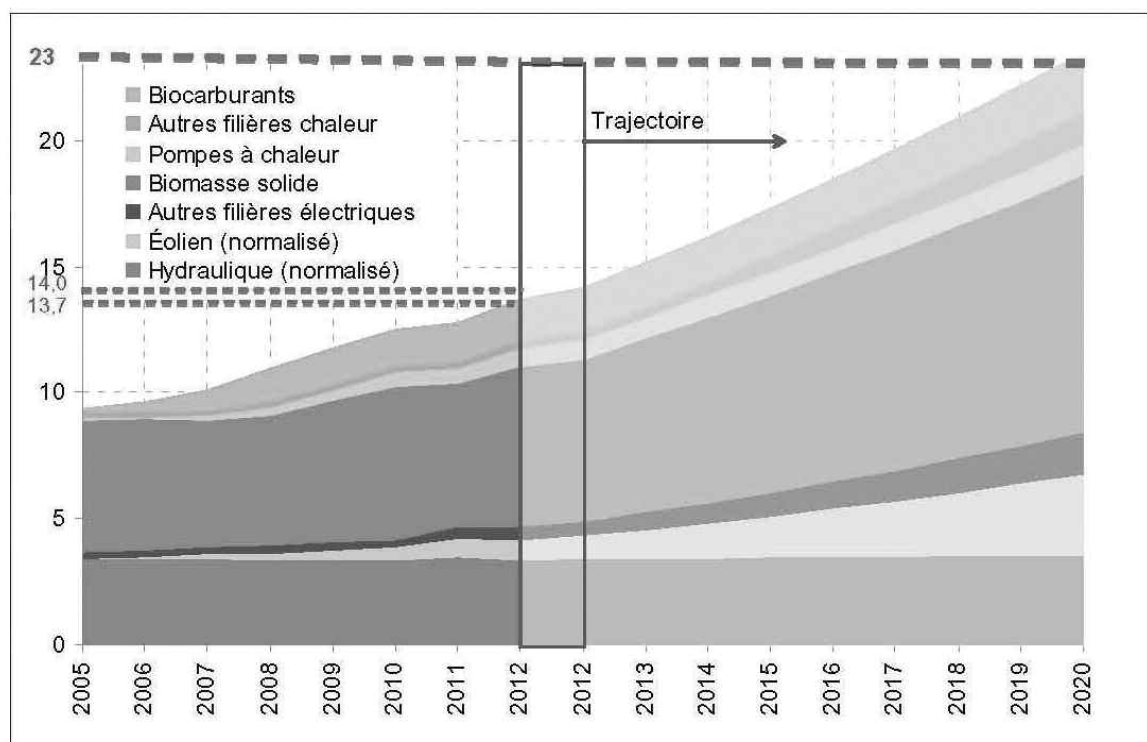
Graphique 29 : Part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie, de 2005 à 2012, et trajectoire prévue pour atteindre l'objectif de 2020.

### La consommation finale d'EnR est, en 2012, en léger retrait par rapport aux objectifs du PNA

Pour 2012, le PNA avait fixé un objectif de consommation finale de 22,9 Mtep d'énergies renouvelables : celle-ci a atteint 22,0 Mtep, soit un manque de 0,9 Mtep. La consommation finale d'énergies renouvelables s'est ainsi accrue de 6,2 Mtep entre 2005 et 2012, alors que le plan prévoyait une augmentation de 7,1 Mtep sur la période.

Le déficit de production constaté concerne à la fois les composantes électriques et thermiques. Comme en 2011, l'objectif relatif à la production d'électricité renouvelable n'est pas tout à fait atteint : 97 % de l'objectif a été réalisé en 2012, ce qui représente un écart de 0,25 Mtep par rapport à l'objectif. Avec une production atteignant seulement 79 % du niveau de la trajectoire prévue pour 2012, la filière éolienne est la principale responsable de cet écart. Le décalage par rapport à la trajectoire fixée risque par ailleurs de perdurer dans l'attente de la mise en production des futurs parcs éoliens *offshore* français. La contribution de l'hydraulique, malgré le lissage des fluctuations de production, tend par ailleurs à diminuer depuis 2005 du fait de l'accumulation au cours des dernières années d'épisodes de faible hydraulité. À l'opposé, la filière photovoltaïque se distingue, elle est en effet la seule filière électrique en avance par rapport à la trajectoire du PNA. Les EnR thermiques atteignent, quant à elles, 96 % de l'objectif qui leur était assigné (soit un manque de près de 0,5 Mtep). La situation s'améliore ainsi par rapport à celle observée en 2011. Cela provient principalement d'une consommation supérieure de bois-énergie, ainsi que d'une utilisation plus intense des pompes à chaleur, du fait d'un hiver 2012 plus rigoureux que celui de 2011. En effet, les consommations sont comptabilisées au titre de la directive sans application d'une correction climatique. La consommation de biogaz s'avère par ailleurs en nette hausse en 2012, ce qui permet à cette filière de remplir son objectif. Quant aux biocarburants, la consommation de biodiesel est très proche de la trajectoire indiquée, contrairement au bioéthanol où l'écart constaté est beaucoup plus important.

En %



Champ : métropole et DOM.

Source : SOeS, bilan de l'énergie (réalisé, jusqu'en 2012) et Plan national d'action (trajectoire, à partir de 2012)

Graphique 30 : Part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie par filière, de 2005 à 2012 et objectifs 2020.

En 2013, pour l'ensemble des filières, 2,3 Mtep de consommation supplémentaire seraient nécessaires pour pouvoir rejoindre la trajectoire prévue par le PNA, dont près de 0,8 Mtep pour la production d'électricité et 1,4 Mtep pour les EnR thermiques. D'ici à 2020, un surplus de consommation de plus de 14 Mtep sera nécessaire pour tenir les engagements pris au niveau européen. En 2012, la France a réalisé 61 % des objectifs fixés à l'échéance 2020 (59 % pour l'électricité renouvelable, 60 % pour le thermique renouvelable et 74 % pour les biocarburants).

Les efforts à réaliser devront donc se poursuivre sur l'ensemble des filières électriques et thermiques, mais les enjeux les plus importants portent tout particulièrement sur le développement de l'éolien (+ 3,8 Mtep à prévoir d'ici à 2020) et de la biomasse solide (+ 5,7 Mtep), notamment le bois-énergie dans les secteurs du résidentiel collectif, du tertiaire et de l'industrie.

	Réalisé		Trajectoire	Objectif	Réalisé	A réaliser	Écart à	Réalisation de
	2005 (A)	2012 (B)	2012 (C)	2020 (E)	2005-12 (B-A)	2012-20 (E-B)	l'objectif 2012 (B-C)	l'objectif 2012 (B/C)
<b>Électricité renouvelable</b>								
Hydraulique normalisé	5 723	5 404	5 504	5 541	-320	138	-101	98%
Éolien normalisé	96	1 220	1 544	4 979	1 124	3 759	-324	79%
Solaire photovoltaïque	2	382	116	592	380	210	266	329%
Énergie marémotrice et hydrocinétique	41	39	49	99	-2	60	-10	80%
Géothermie	8	4	19	41	-4	36	-14	23%
Biomasse	322	491	558	1 477	169	986	-67	88%
<b>Total électricité renouvelable (A)</b>	<b>6 193</b>	<b>7 541</b>	<b>7 791</b>	<b>12 729</b>	<b>1 348</b>	<b>5 189</b>	<b>-250</b>	<b>97%</b>
<b>EnR thermiques pour chaleur</b>								
Solaire thermique	49	133	185	927	84	794	-52	72%
Géothermie profonde	96	94	195	500	-2	406	-101	48%
Pompes à chaleur <sup>1</sup>	133	1 227	1 300	1 850	1 094	623	-73	94%
Biomasse solide	8 830	10 158	10 456	15 900	1 327	5 742	-298	97%
Bois-énergie	8 371	9 512	x	x	1 141	x	x	x
<i>dont consommation des ménages</i>	<i>6 650</i>	<i>7 155</i>	<i>6 945</i>	<i>7 400</i>	<i>505</i>	<i>245</i>	<i>210</i>	<i>103%</i>
Déchets urbains incinérés	258	258	x	x	-1	x	x	x
Résidus agricoles et agroalimentaires	201	388	x	x	187	x	x	x
Biogaz	85	151	86	555	66	404	65	176%
<b>Total chaleur renouvelable (B)</b>	<b>9 193</b>	<b>11 763</b>	<b>12 222</b>	<b>19 732</b>	<b>2 569</b>	<b>7 969</b>	<b>-459</b>	<b>96%</b>
<b>Carburants renouvelables dans les transports</b>								
Bioéthanol	75	418	550	650	343	232	-132	76%
Biodiesel	328	2 300	2 350	2 850	1 972	550	-50	98%
Autres (biogaz, huiles végétales,...)	-	-	-	160	-	160	-	-
<b>Total carburants renouvelables (C)</b>	<b>403</b>	<b>2 717</b>	<b>2 900</b>	<b>3 660</b>	<b>2 314</b>	<b>943</b>	<b>-183</b>	<b>94%</b>
<b>Consommation finale brute renouvelable (A) + (B) + (C)</b>	<b>15 789</b>	<b>22 021</b>	<b>22 913</b>	<b>36 121</b>	<b>6 231</b>	<b>14 101</b>	<b>-892</b>	<b>96%</b>
<b>Focus sur le secteur des transports</b>								
Carburants renouvelables	403	2 717	2 900	3 660	2 314	943	-183	94%
Électricité renouvelable dans les transports	148	209	212	402	61	193	-3	99%
<i>dont transport routier</i>	<i>-</i>	<i>7</i>	<i>10</i>	<i>110</i>	<i>7</i>	<i>109</i>	<i>-9</i>	<i>6%</i>
<i>dont transport non routier</i>	<i>148</i>	<i>209</i>	<i>202</i>	<i>292</i>	<i>60</i>	<i>83</i>	<i>7</i>	<i>103%</i>
Bonifications <sup>2</sup>	-	126	-	-	126	-	-	-
<b>Consommation finale brute renouvelable dans le secteur des transports</b>	<b>551</b>	<b>3 053</b>	<b>3 112</b>	<b>4 062</b>	<b>2 501</b>	<b>1 009</b>	<b>-59</b>	<b>98%</b>

<sup>1</sup> Des travaux méthodologiques portant sur la chaleur renouvelable produite par les pompes à chaleur sont en cours. Les séries sont ainsi amenées à être révisées, en particulier pour les pompes à chaleur aérothermiques.

<sup>2</sup> Des bonifications sont prévues par la directive dans les transports pour les biocarburants de seconde génération et l'électricité consommée par les véhicules électriques. Elles interviennent pour le calcul de l'objectif d'énergies renouvelables dans la consommation du secteur des transports et sont donc incluses dans la consommation finale brute d'énergies renouvelables des transports.

x Absence d'objectif détaillé dans le plan national d'action.

Champ : métropole et DOM.

Source : S0eS, bilan de l'énergie (réalisé) et PNA (trajectoire et objectif)

Tableau 37 : Consommation finale brute d'énergies renouvelables : suivi des objectifs par filière Métropole + DOM.

### Consommation sectorielle : un recul quasi général de la consommation finale d'énergie (26)

La consommation finale de produits énergétiques, corrigée des variations climatiques, est en baisse de - 0,7 % en 2012, à 166,4 Mtep. Il semble donc qu'un nouveau plateau se soit établi depuis 2009, autour de 167 Mtep, soit à un niveau inférieur à celui qui prévalait entre 2000 et 2008 : 175 Mtep.

Oscillant depuis trois ans autour de 155 Mtep, la consommation finale énergétique corrigée des variations climatiques a reculé de - 0,5 % en 2012. Ce très léger repli a été plus marqué dans l'industrie, avec - 1,2 %, et ce, en raison d'une consommation d'énergie en baisse de - 5,6 % dans la sidérurgie, ainsi que dans le tertiaire (- 1,0 %) et, dans une moindre mesure, dans les transports (- 0,8 %). En revanche, la consommation du secteur résidentiel a légè-

rement augmenté de + 0,3 %. C'est dans l'agriculture qu'elle a été la plus dynamique, en hausse de + 0,7 %.

La consommation non énergétique (27) a fortement chuté en 2012 : - 3,1 %, après une hausse de 1,5 % en 2011, une baisse qui est due au repli de l'activité dans la branche de la chimie. Elle a tout juste atteint les 12 Mtep en 2012.

### L'industrie : un recul de la consommation de - 1,2 %

Dans le bilan de l'énergie, le secteur de l'industrie comprend les industries agroalimentaires, la sidérurgie, le bâtiment et le génie civil. En revanche, il n'englobe pas ce qui relève de la production et de la transformation d'énergie (centrales électriques, cokeries, raffineries, pertes de distribution, etc.), que l'on affecte à une branche spécifique, la branche Énergie. Par ailleurs, on distingue les

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)					
							Entre 1973	Entre 1990	Entre 2002	Entre 2010	Entre 2011	
							et 1990	et 2002	et 2010	et 2011	et 2012	
Consommation finale énergétique												
Résidentiel-tertiaire	56,2	57,7	67,9	67,8	68,8	68,7	0,2	1,4	0,0	1,4	-0,2	
<i>dont résidentiel</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	45,4	45,9	46,0	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	1,2	0,3	
<i>dont tertiaire</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	22,4	22,9	22,6	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	1,9	-1,0	
Transports	25,9	40,8	50,2	49,4	49,6	49,2	2,7	1,7	-0,2	0,3	-0,8	
Industrie	47,9	38,2	38,3	33,3	32,5	32,1	-1,3	0,0	-1,7	-2,4	-1,2	
<i>dont sidérurgie</i>	12,5	7,0	6,1	5,0	5,0	4,7	-3,4	-1,1	-2,4	-1,2	-5,6	
Agriculture	3,6	4,0	4,4	4,4	4,4	4,4	0,5	0,9	-0,2	0,6	0,7	
Total consommation finale énergétique	133,6	140,7	160,7	154,9	155,2	154,4	0,3	1,1	-0,5	0,2	-0,5	
Consommation finale non énergétique	10,9	12,4	14,7	12,2	12,4	12,0	0,8	1,4	-2,3	1,5	-3,1	
<b>Consommation finale</b>	<b>144,6</b>	<b>153,1</b>	<b>175,4</b>	<b>167,1</b>	<b>167,6</b>	<b>166,4</b>	<b>0,3</b>	<b>1,1</b>	<b>-0,6</b>	<b>0,3</b>	<b>-0,7</b>	

Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie

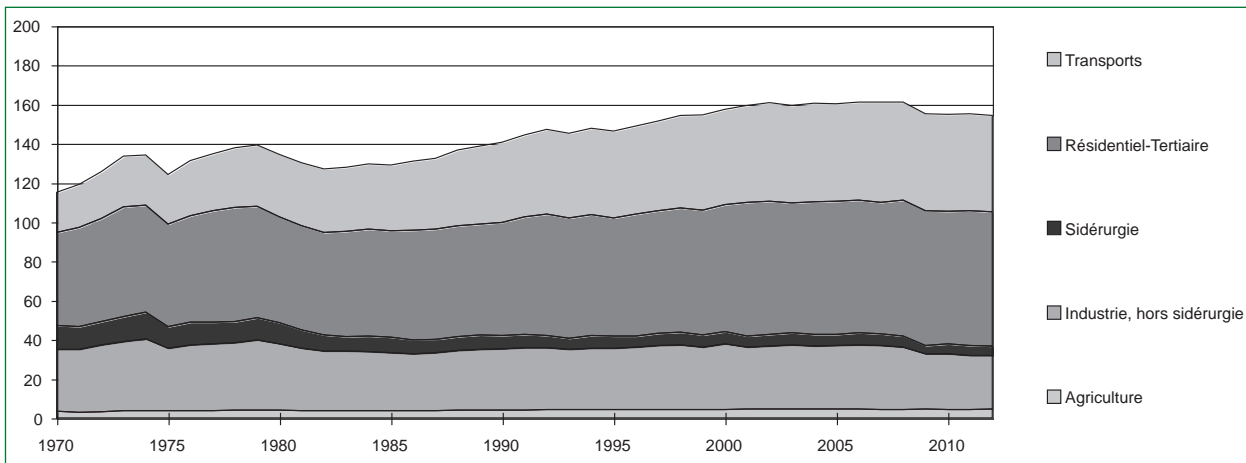
Tableau 38 : Consommation finale d'énergie par secteur

Données corrigées des variations climatiques, en %

	1973	1990	2002	2010	2011	2012
Résidentiel-tertiaire	42,0	41,0	42,2	43,8	44,3	44,5
<i>dont résidentiel</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	<i>nd</i>	29,3	29,6	29,8
Transports	19,4	29,0	31,2	31,9	31,9	31,9
Industrie	35,9	27,1	23,8	21,5	20,9	20,8
<i>dont sidérurgie</i>	9,4	4,9	3,8	3,3	3,2	3,1
Agriculture	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,9
<b>Total énergétique</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie

Tableau 39 : Structure sectorielle de la consommation finale énergétique.



Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie.

Graphique 31 : Evolution de la consommation finale énergétique par secteur - Données corrigées des variations climatiques, en Mtep.

usages énergétiques de l'énergie des usages non énergétiques de celle-ci : c'est le cas lorsque les molécules sont utilisées comme matières premières, par exemple pour la production de plastiques, d'engrais... Les usages non énergétiques sont traités énergie par énergie, dans le paragraphe « Consommation par énergie : diminution sensible de la consommation d'énergie primaire ».

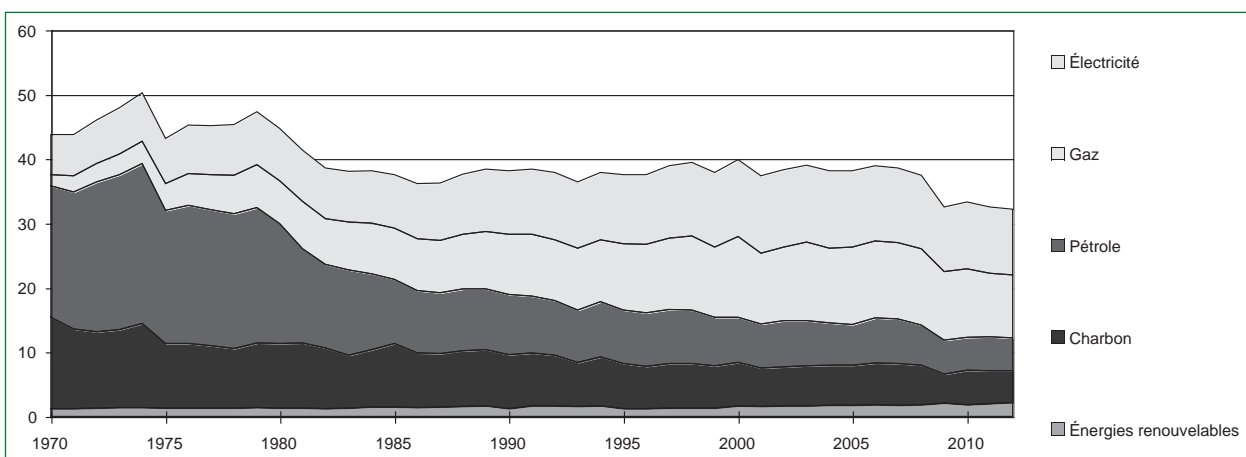
La consommation finale d'énergie de l'industrie ainsi définie a diminué de - 1,2 % en 2012, à 32,1 Mtep. Entre 1990 et 2008, cette consommation est restée relativement stable. En 2009, suite à la crise économique, elle a fortement chuté à 33,0 Mtep (- 12,9 %). Après une remontée en 2010 (+ 2,9 %), la consommation finale de l'industrie recule à nouveau depuis 2011. Elle est ainsi à son plus bas niveau depuis l'instauration des séries du bilan de l'énergie, soit 1970.

Selon l'indice de production industrielle de l'Insee, la production de l'industrie, au sens du bilan, a reculé de - 3,4 % en 2012. C'est notamment le cas de l'industrie manufacturière (- 4,2 %) et de la construction (- 3,0 %) ;

l'industrie agroalimentaire a, quant à elle, mieux résisté (- 0,8 %).

Parmi les industries grandes consommatrices d'énergie, la baisse a été quasi générale : la production de verre a plongé de - 9,5 % ; la fabrication de produits en plâtre, en chaux ou en ciment a chuté de - 6,2 % ; la sidérurgie et la métallurgie ont connu une baisse de même ampleur. L'industrie des métaux non ferreux a reculé de - 5,9 % et celle du papier-carton de - 4,8 %. Seule la production d'engrais s'est distinguée, avec une hausse exceptionnelle de + 28 %.

Dans ce contexte, la baisse de la consommation finale de l'industrie a affecté, en 2012, l'ensemble des énergies, les énergies fossiles semblant les plus affectées. Le repli de la sidérurgie, qui absorbe les trois quarts du charbon dans l'industrie, a fait reculer la consommation de ce combustible de - 3,4 %. La consommation des produits pétroliers a baissé de - 1,6 %, en raison de la contraction de la chimie organique (- 2,5 %). La demande de gaz a diminué de - 1,7 % en 2012, après la forte baisse de - 7,1 % en 2011 :



Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie.

Graphique 32 : Consommation finale énergétique dans l'industrie - Données corrigées des variations climatiques, en Mtep



la production d'engrais a permis d'amortir cette baisse. La consommation d'électricité a été moins touchée, avec un recul de - 1,0 %. Cette baisse l'a néanmoins ramenée à son niveau de 1991.

La consommation des énergies renouvelables augmenterait de + 7,5 %, à 2,2 Mtep. Cette hausse est à première vue surprenante dans la mesure où la production de papier-carton, qui représentait 60 % de la consommation d'énergies renouvelables dans l'industrie en 2011, a reculé. En fait, c'est le succès du dispositif du « fonds chaleur », qui vise à soutenir la production de chaleur à partir d'énergies renouvelables, qui explique cette progression. La consommation d'énergies renouvelables dans l'industrie a été composée en 2012 de déchets de bois à usage énergétique (84 %) et de résidus agricoles (11 %). Ceux-ci sont brûlés par les établissements industriels pour produire de la chaleur qui est ensuite utilisée dans leurs processus de fabrication ou est revendue à d'autres entités.

Depuis 2005, les contributions relatives des différentes énergies au mix de l'industrie restent globalement

stables : environ 31 % pour le gaz et l'électricité, et 16 % pour le pétrole et le charbon. Seule la part des énergies renouvelables évolue sensiblement : elle est passée de 4,6 % en 2005 à 6,8 % en 2012.

### Résidentiel et tertiaire : une consommation en légère baisse

La consommation énergétique corrigée des variations climatiques du secteur résidentiel est en légère hausse de + 0,3 % en 2012, après + 1,2 % en 2011. En revanche, celle du secteur tertiaire est en baisse de - 1,0 %, après + 1,9 % en 2011.

Les mix énergétiques des deux secteurs sont assez différents. Les énergies renouvelables représentent 20 % de la consommation finale énergétique du résidentiel, essentiellement du bois, mais seulement 4 % dans le tertiaire. La part de l'électricité est beaucoup plus importante dans le tertiaire (53 %) que dans le résidentiel (30 %), en raison de son utilisation intensive pour la bureautique et pour la climatisation.

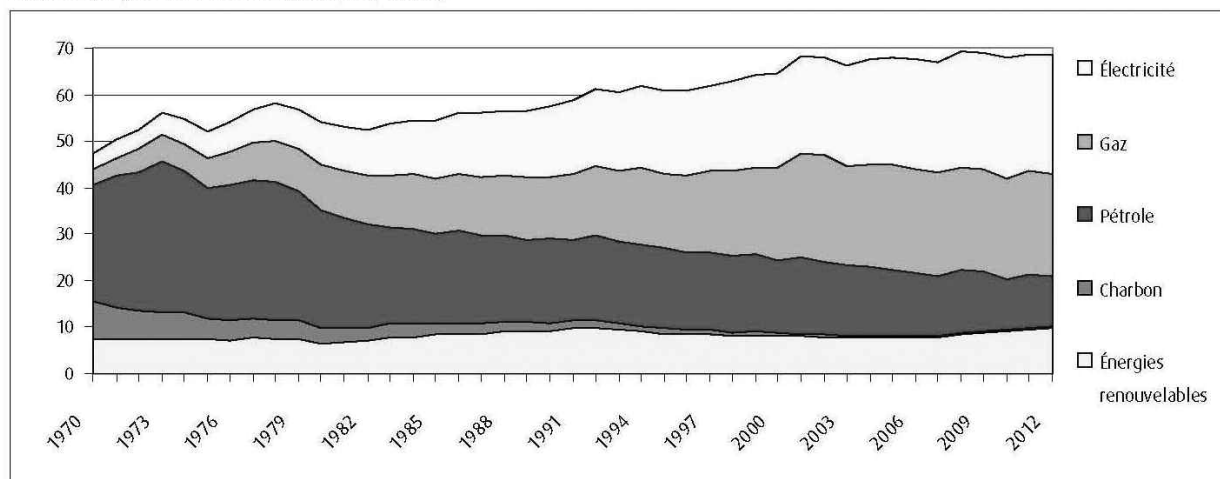
Données corrigées des variations climatiques, en Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)				
							Entre 1973 et 1990	Entre 1990 et 2002	Entre 2002 et 2010	Entre 2010 et 2011	Entre 2011 et 2012
<b>Total</b>	47,9	38,2	38,3	33,3	32,5	32,1	-1,3	0,0	-1,7	-2,4	-1,2
Gaz	3,2	9,3	11,4	10,7	9,9	9,8	6,5	1,7	-0,8	-7,1	-1,7
Électricité	7,2	9,9	12,0	10,4	10,2	10,1	1,9	1,6	-1,7	-1,5	-1,0
Pétrole	24,1	9,3	7,2	5,1	5,2	5,1	-5,4	-2,2	-4,3	3,2	-1,6
Charbon	12,1	8,4	6,1	5,3	5,1	4,9	-2,1	-2,7	-1,6	-4,7	-3,4
Énergies renouvelables	1,4	1,2	1,6	1,8	2,0	2,2	-0,7	2,5	1,6	10,3	7,5

Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie

Tableau 40 : Consommation finale énergétique de l'industrie.

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep



Calculs SOeS, d'après les sources par énergie

Graphique 33 : Consommation finale énergétique dans les secteurs résidentiel et tertiaire.

La consommation de produits pétroliers est en chute de - 7,0 % dans le secteur résidentiel et de - 7,9 % dans le secteur tertiaire, confirmant ainsi le déclin régulier des produits pétroliers depuis le début des années 1980. Les hausses de 2011 (+ 3,2 % dans le résidentiel et, surtout, + 9,4 % dans le tertiaire) tiennent pour une large part au fait que les consommations d'énergies stockables (fioul, charbon, GPL) sont considérées dans le bilan de l'énergie sous l'angle des achats, sans correction de la variation des stocks entre le début et la fin de la période. Les agents économiques peuvent avancer ou retarder leurs achats, selon l'état de leurs stocks et de leurs besoins, et leurs anticipations de l'évolution des prix. La volatilité des prix et la variabilité météorologique étant fortes, les achats peuvent fortement fluctuer d'une année sur l'autre, ce qui rend difficile l'interprétation des évolutions annuelles. Néanmoins, sur longue période, le déclin des produits pétroliers ne fait aucun doute : une baisse annuelle en moyenne de 3,1 % est constatée entre 2007 et 2012.

La consommation de gaz naturel a évolué de façon parallèle dans les deux secteurs : - 1,7 % en 2012 (après + 4,4 % en 2011) dans le résidentiel et + 4,2 % dans le tertiaire. L'année 2012 s'inscrit ainsi dans la continuité de la baisse constatée au titre des années antérieures à 2011.

En 2012, la consommation électrique de l'ensemble résidentiel-tertiaire est repartie à la hausse : + 4,0 % dans le résidentiel et + 1,1 % dans le tertiaire, soit + 2,6 % pour l'ensemble résidentiel-tertiaire. L'année 2011 avait enregistré pour la première fois depuis 1970 une diminution de cette consommation, année de début des séries du bilan de l'énergie. Ce rebond se situe dans la tendance de long terme : + 2,3 % par an en moyenne entre 1997 et 2012. Il peut s'expliquer en partie par un été plus chaud en 2012 qu'en 2011, ce qui a favorisé l'usage de la climatisation, notamment dans le secteur tertiaire. La correction des variations climatiques ne neutralise pas cet effet, car elle ne porte actuellement que sur les effets des températures froides sur la consommation d'énergie.

Les énergies renouvelables ont continué de progresser en 2012 : + 4,6 % dans le résidentiel et + 9,3 % dans le tertiaire. La consommation de bois, qui représente 80 % des énergies renouvelables dans le résidentiel, a légèrement progressé, en raison du succès des nouveaux appareils au bois, tels les inserts. Malgré un léger ralentissement des ventes, le développement des pompes à chaleur s'est poursuivi ; celles-ci ont représenté 12 % de la consommation d'énergies renouvelables des ménages. Ces évolutions fortes sont dans la continuité de celles observées les années précédentes : + 4,5 % dans le résidentiel et + 6,7 % dans le tertiaire en moyenne annuelle depuis 2007.

### Agriculture-pêche : légère augmentation de la consommation

En 2012, la consommation finale d'énergie du secteur agriculture-pêche a représenté 4,42 Mtep, soit 2,9 % de la consommation finale énergétique. Cette consommation est en hausse de + 0,7 % par rapport à 2011, alors que la production agricole a diminué en volume selon les données des comptes provisoires de l'agriculture de l'Insee.

Les produits pétroliers ont concentré à eux seuls 78 % de la consommation d'énergie du secteur, avec 3,45 Mtep en 2012. Il s'agit, pour l'essentiel, de fioul domestique et de gazole non routier. Leur consommation est en hausse de + 0,8 % par rapport à 2011.

La progression a été également modérée pour les autres énergies. La consommation de gaz a augmenté de + 0,5 % en 2012 ; celle d'électricité a été stable en 2012 à 0,69 Mtep, après + 5,1 % en 2011.

La pêche représente 7 % des consommations d'énergie de l'ensemble agriculture-pêche. Cette consommation a augmenté de + 1,0 % en 2012. Il s'agit, pour l'essentiel, du gazole consommé par les bateaux de pêche. La consommation de ce secteur avait fortement reculé entre 2003 et 2008, de - 7,7 % en moyenne annuelle. Depuis, elle s'est stabilisée autour de 0,29 Mtep.

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)				
							Entre 1973 et	Entre 1990 et	Entre 2002 et	Entre 2010 et	Entre 2011 et
							1990	2002	2010	2011	2012
<b>Total</b>	56,2	57,7	67,9	67,8	68,8	68,7	0,2	1,4	0,0	1,4	-0,2
dont résidentiel	nd	nd	nd	45,4	45,9	46,0	nd	nd	nd	1,2	0,3
dont tertiaire	nd	nd	nd	22,4	22,9	22,6	nd	nd	nd	1,9	-1,0
<b>Électricité</b>	4,9	14,9	21,0	26,0	25,0	25,7	6,8	2,9	2,7	-3,6	2,6
dont résidentiel	nd	nd	nd	13,9	13,2	13,7	nd	nd	nd	-5,3	4,0
dont tertiaire	nd	nd	nd	12,1	11,9	12,0	nd	nd	nd	-1,7	1,1
<b>Gaz</b>	5,5	13,8	22,9	21,4	22,3	22,0	5,6	4,3	-0,9	4,4	-1,7
dont résidentiel	nd	nd	nd	15,8	16,5	16,2	nd	nd	nd	4,4	-1,7
dont tertiaire	nd	nd	nd	5,6	5,8	5,7	nd	nd	nd	4,2	-1,7
<b>Pétrole</b>	32,7	18,0	15,6	11,0	11,6	10,7	-3,5	-1,2	-4,3	5,5	-7,4
dont résidentiel	nd	nd	nd	7,1	7,3	6,8	nd	nd	nd	3,2	-7,0
dont tertiaire	nd	nd	nd	3,9	4,2	3,9	nd	nd	nd	9,4	-7,9
<b>Énergies renouvelables</b>	7,5	9,2	7,9	9,1	9,5	10,0	1,2	-1,3	1,8	4,4	4,9
dont résidentiel	nd	nd	nd	8,4	8,7	9,1	nd	nd	nd	4,2	4,6
dont tertiaire	nd	nd	nd	0,7	0,8	0,8	nd	nd	nd	6,2	9,3
<b>Charbon</b>	5,6	1,8	0,5	0,3	0,3	0,3	-6,4	-10,5	-4,9	-4,7	-0,2
dont résidentiel	nd	nd	nd	0,2	0,2	0,2	nd	nd	nd	-5,2	-0,2
dont tertiaire	nd	nd	nd	0,1	0,1	0,1	nd	nd	nd	-4,2	-0,1

Calculs SOeS, d'après les sources par énergie

Tableau 41 : Consommation finale des secteurs résidentiel et tertiaire par forme d'énergie.

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)				
							Entre 1973 et	Entre 1990 et	Entre 2002 et	Entre 2010 et	Entre 2011 et
							1990	2002	2010	2011	2012
<b>Total</b>	<b>3,65</b>	<b>3,97</b>	<b>4,44</b>	<b>4,37</b>	<b>4,39</b>	<b>4,42</b>	<b>0,5</b>	<b>0,9</b>	<b>-0,2</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>
Pétrole	3,27	3,33	3,51	3,43	3,42	3,45	0,1	0,4	-0,3	-0,3	0,8
Gaz	0,04	0,16	0,32	0,23	0,23	0,23	8,5	5,9	-4,0	1,0	0,5
Électricité	0,30	0,43	0,56	0,66	0,69	0,69	2,1	2,3	2,0	5,1	0,0
Énergies renouvelables	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	1,3	-0,2	0,1	7,5	6,8

Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie

Tableau 42 : Consommation finale d'énergie du secteur agriculture-pêche.

*Transports : une légère baisse de - 0,8 %*

En 2012, la consommation finale d'énergie du secteur des transports a atteint 49,2 Mtep, elle est en léger recul par rapport à 2011 (- 0,8 %). Après une période de forte croissance entre 1985 et 2002 (+ 2,4 % en moyenne annuelle), elle s'est effritée doucement avec - 0,1 % par an en moyenne entre 2003 et 2012.

D'après les premières estimations du SOeS, le transport intérieur terrestre de marchandises mesuré en tonnes-kilomètres (28) a reculé de - 4,4 % en 2012. La reprise (+ 3,9 % en 2010 et + 2,4 % en 2011), qui avait suivi la chute historique de 2009 (- 13,5 %), ne s'est donc pas confirmée. La baisse a affecté tous les modes. Le fret routier, prédominant avec 88 % des tonnes-kilomètres, s'est contracté de - 4,3 %. Le transport ferroviaire a reculé de - 5,9 %, après une croissance exceptionnelle de + 14,1 % en 2011. Le repli du transport fluvial a été moindre, à - 1,6 %. La part du non routier reste stable depuis 2009, après avoir été divisée par deux en vingt ans : elle a été de 11,7 % en 2012, contre 23,5 % en 1990.

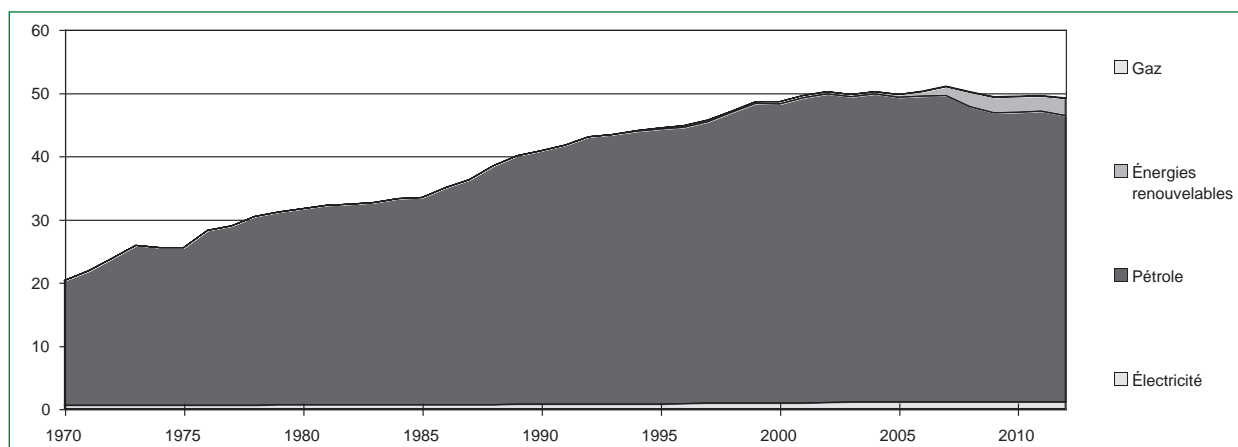
Le transport intérieur de voyageurs continue de progresser lentement. Mesuré en voyageurs-kilomètres, il a augmenté de + 0,3 % en 2012, après + 0,7 % en 2011. Ce léger ralentissement est imputable aux transports collectifs, qui ont progressé de + 1,1 % en 2012, contre + 3,3 % en 2011. Une diminution qui affecte notamment le trans-

port collectif ferroviaire de longue distance (- 1,4 %). En revanche, la circulation des véhicules particuliers a augmenté au même rythme qu'en 2011 (+ 0,2 %). Ce dernier mode représente 83 % du transport de voyageurs en 2012.

Mesurée en véhicules-kilomètres, la circulation routière a peu évolué en 2012 (+ 0,1 %). Si la circulation des véhicules légers a augmenté de + 0,4 % (+ 0,1 % pour les véhicules particuliers et + 1,6 % pour les véhicules utilitaires), celle des poids lourds a chuté de - 6,4 %, parallèlement au repli de l'activité du transport routier de marchandises. En 2012, la circulation des véhicules particuliers a crû moins vite que les années précédentes (+ 0,8 % en 2011 et + 1,5 % en 2010). Ce ralentissement s'explique par une baisse plus marquée en 2012 de la circulation des voitures essence (- 6,4 %), tandis que celle des voitures diesel a continué d'augmenter au même rythme (+ 2,6 %), soutenue par la poursuite de la diesélisation du parc.

Dans ce contexte, la consommation de carburants est en baisse de 0,8 % en 2012.

Ce recul est plus prononcé (- 1,5 %) pour les carburants issus du pétrole (essence, gazole, GPL carburant, carburateurs, hors biocarburants incorporés). En revanche, la consommation de biocarburants a bondi de + 12 % en 2012. Ce chiffre semble étonnant, dans la mesure où le taux d'incorporation des biocarburants est stable depuis 2010 : 7 % pour le gazole et 5,65 % pour l'essence. En fait,



Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie.

Graphique 34 : Consommation finale d'énergie des transports - Données corrigées des variations climatiques, en Mtep.

Données corrigées des variations climatiques, en Mtep

	1973	1990	2002	2010	2011	2012	Variation annuelle moyenne (en %)				
							Entre	Entre	Entre	Entre	Entre
							1973 et 1990	1990 et 2002	2002 et 2010	2010 et 2011	2011 et 2012
<b>Total</b>	<b>25,9</b>	<b>40,8</b>	<b>50,2</b>	<b>49,4</b>	<b>49,6</b>	<b>49,2</b>	<b>2,7</b>	<b>1,7</b>	<b>- 0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>- 0,8</b>
dont pétrole	25,3	40,1	48,9	45,8	46,0	45,3	2,8	1,7	- 0,8	0,3	- 1,5
énergies renouvelables	0,0	0,0	0,3	2,4	2,4	2,7	-	-	28,1	0,4	12,0
électricité	0,6	0,7	0,9	1,1	1,0	1,1	1,5	2,2	1,6	- 0,9	2,4
gaz	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	-	-	16,0	2,2	1,3

Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie

Tableau 43 : Consommation finale d'énergie des transports.

la production agréée de biocarburants en France a fortement augmenté en 2012, notamment celle des EMHV (esters méthyliques d'huiles végétales) qui entrent dans la composition du biodiesel. Cela a facilité le respect des taux réglementaires par les producteurs agréés de biocarburants. De plus, le supercarburant SP95-E10, à plus forte teneur en bioéthanol, a connu un vrai succès : il est passé de 17 % en 2011 à 24 % en 2012 des livraisons de supercarburant.

Par ailleurs, la consommation d'électricité a progressé de 2,4 %, celle de gaz naturel de 1,3 %.

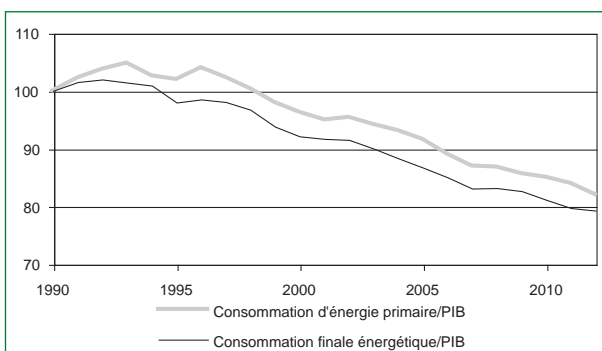
La consommation de gazole a augmenté de + 0,5 % en 2012, tirée essentiellement par la croissance des transports en véhicules légers. La consommation d'essence (y compris le bioéthanol incorporé) a reculé de - 5,2 %, continuant de subir les effets conjugués d'une baisse du parc de véhicules essence et d'une diminution de - 3,0 % du kilométrage annuel moyen. Le gazole (y compris le biodiesel incorporé) a représenté 70 % des carburants routiers.

Au final, le mix énergétique dans le secteur des transports est demeuré inchangé par rapport à 2011 : 93 % pour les produits pétroliers, 5 % pour les énergies renouvelables et 2 % pour l'électricité. La consommation de gaz naturel des transports est restée négligeable : 0,2 % du mix.

À 6,6 Mt, les ventes de carburateurs ont diminué de - 2,1 % en 2012. Les livraisons de carburants dans les ports français pour assurer les liaisons maritimes internationales, dites soutes maritimes internationales, ont baissé de - 5,5 %, à 2,3 Mtep. Par convention, les soutes maritimes internationales ne sont pas comptabilisées dans le bilan national de l'énergie, contrairement aux soutes aériennes internationales.

### Une amélioration continue de l'intensité énergétique

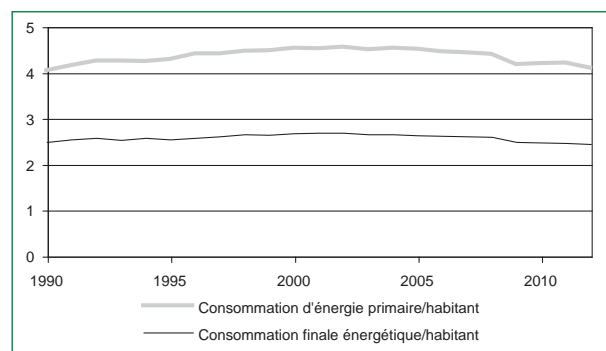
L'intensité énergétique (29) finale a diminué de - 0,6 % en 2012, après correction des variations climatiques. La baisse annuelle moyenne de l'intensité énergétique, constante depuis 2005, s'établit désormais à - 1,3 %. Bien qu'encourageante, cette moyenne n'est pas encore au niveau de l'objectif inscrit dans la loi de programme du 13 juillet 2005 fixant les orientations de politique énergétique. Cette loi dite loi « Pope » prévoyait en effet une réduction de - 2 % par an de l'intensité énergétique finale d'ici à 2015, puis de 2,5 % par an d'ici à 2030. Cela signifie qu'il faudrait chaque année diminuer de - 2 % la consommation d'énergie nécessaire pour produire une unité de PIB.



Indice base 100 en 1990

Données corrigées des variations climatiques

Source : calculs SOeS, d'après l'Insee et les sources par énergie.



En tep par habitant

Données corrigées des variations climatiques

Graphiques 35 : Consommations d'énergie primaire et finale par unité de PIB et par habitant.

La moindre diminution de l'intensité énergétique s'explique sans doute par la faible activité économique en 2012. En effet, en période de crise, les usines ne tournent pas à plein régime, ce qui détériore les rendements. Ce phénomène s'est déjà produit en 2008 (+ 0,2 %). Avec la reprise en 2010 et 2011, l'intensité énergétique avait à nouveau diminué de façon nette (- 1,8 % à chaque fois).

Mesurée en énergie primaire, c'est-à-dire en incluant la consommation de la branche Énergie, l'intensité énergétique a diminué beaucoup plus fortement en 2012 : - 2,3 %, après - 1,2 % en 2011. Cette différence est notamment due aux difficultés du secteur du raffinage en France, qui a un impact fort sur la consommation d'énergie primaire, mais qui en revanche n'a aucun effet sur la consommation finale d'énergie et n'influe que marginalement sur la création de richesse. Depuis 2005, la baisse moyenne annuelle de l'intensité énergétique est de - 1,6 % par an.

Par habitant, la consommation finale énergétique a baissé de - 1,0 % en 2012, après - 0,3 % en 2011, et la consommation d'énergie primaire a baissé de - 2,8 %, après + 0,2 %. Ainsi, la consommation d'énergie est en 2011 de 2,4 tep d'énergie finale (hors usages non énergétiques) et de 4,1 tep d'énergie primaire par habitant.

### Émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion d'énergie : une baisse de - 3,1 %

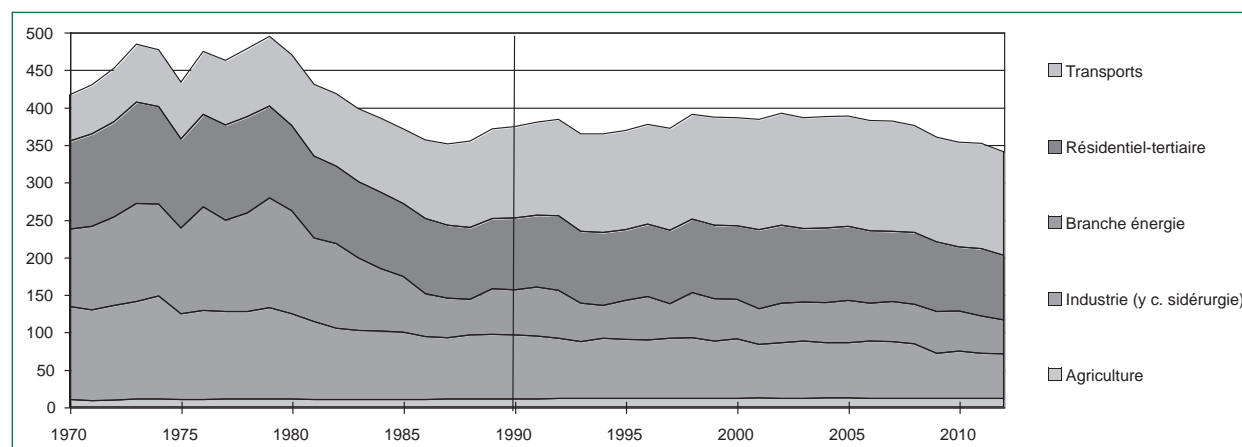
Le bilan de l'énergie fournit une première estimation des émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion d'énergie. Bien entendu, ce calcul n'est pas aussi précis que celui qui est transmis aux instances internationales dans le cadre du protocole de Kyoto (voir l'encadré méthodologique), mais il est disponible beaucoup plus tôt et donne une première idée, puisque les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion d'énergie représentent 95 % des émissions totales de CO<sub>2</sub>.

Selon ce calcul partiel et provisoire, les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion d'énergie sont restées stables en 2012, en données réelles. Cependant, une fois corrigées des variations climatiques, elles diminuent de - 3,1 %, le climat ayant été moins doux en 2012 qu'en 2011.

Après un « plateau » de 1998 à 2007, les émissions corrigées des variations climatiques diminuent désormais franchement : elles ont reculé de - 2,2 % en moyenne par an depuis 2007. Ainsi, en 2012, leur niveau a été inférieur de 8,8 % à celui de 1990. D'après les chiffres provisoires du rapport national d'inventaire des émissions, l'émission annuelle moyenne sur la période 2008-2011 de gaz à effet de serre (GES) autres que le CO<sub>2</sub> est de 20 % inférieure à celle de l'année 1990. La France s'était engagée à stabiliser ses émissions annuelles totales de GES sur la période 2008-2012 au niveau de celles de 1990. Manifestement, elle va faire nettement mieux que son engagement. Le développement des énergies renouvelables, les effets des politiques publiques en matière d'efficacité énergétique, tout comme une conjoncture économique difficile et l'envolée des prix des hydrocarbures ont contribué à ce résultat.

La branche Énergie est la principale responsable de la baisse globale des émissions de CO<sub>2</sub> dues à la combustion d'énergie en 2012 : elle y contribue à hauteur de 1,1 point. La baisse de - 7,7 % des émissions dans ce secteur (non corrigées des variations climatiques) provient du déclin du secteur du raffinage, symbolisé en 2012 par la fermeture de la raffinerie Pétroplus. À l'inverse, les émissions liées à la production d'électricité ont bondi de + 10,8 %, après - 20,0 % en 2011. Elles s'expliquent par le retour en grâce, en 2012, des centrales thermiques au charbon, suite à la baisse des prix de ce dernier. Ainsi, tout en restant très largement minoritaire dans la production d'électricité en France, la consommation de charbon a augmenté de + 4 % en 2012, au détriment du gaz (- 12 %) et du pétrole (- 8 %), moins émetteurs de CO<sub>2</sub> par kWh produit.

Les émissions liées à l'usage des bâtiments se sont contractées elles aussi (- 3,9 %), en raison de la baisse notable de la consommation de fioul domestique, aussi bien pour les logements que pour les bureaux. Les émissions de l'industrie ont reculé de - 2,3 %, nettement plus rapidement que la consommation finale d'énergie du secteur (- 1,2 %). En effet, la baisse de la consommation a été forte pour le charbon (- 3,4 %), combustible fortement émetteur de CO<sub>2</sub>,



Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie.

Graphique 36 : Émissions de CO<sub>2</sub> par secteur - En Mt de CO<sub>2</sub> - Données corrigées des variations climatiques (sauf branche Énergie)

alors que les énergies renouvelables, non émettrices de CO<sub>2</sub>, ont progressé. Les émissions des transports (- 1,5 %) ont diminué plus vite que leur consommation d'énergie (- 0,8

%), en raison de la forte progression des biocarburants. Le secteur de l'agriculture et de la pêche est le seul dont les émissions ont augmenté en 2012 (+ 0,7 %).

	1990	2010	2011	2012	Évolution 1990-2012 (en %)	Évolution 2011-2012 (en %)	Contribution à l'évolution 2011-2012 (en %)
Transports <sup>1</sup>	122	140	140	138	13,1	-1,5	-0,6
Résidentiel-tertiaire	95	86	90	86	-9,3	-3,9	-1,0
dont résidentiel	nd	60	63	60	nd	-3,6	-0,6
Industrie <sup>2</sup> hors énergie	85	63	61	59	-30,5	-2,3	-0,4
Agriculture	11	11	11	11	5,0	0,7	0,0
Branche énergie	61	54	49	46	-24,6	-7,7	-1,1
dont production d'électricité	39	34	27	30	-22,3	10,8	0,8
<b>Total</b>	<b>374</b>	<b>353</b>	<b>351</b>	<b>340</b>	<b>-8,9</b>	<b>-3,1</b>	<b>-3,1</b>

1 : Hors émissions des transports internationaux maritimes, y compris transports internationaux aériens.

2 : Y compris combustibles destinés à l'auto-production d'électricité (production d'électricité en complément d'une activité principale, par exemple industrielle).

Source : calculs SOeS, d'après les sources par énergie.

**Tableau 44** : Emissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie - Données corrigées des variations climatiques (sauf branche Énergie) - En Mt CO<sub>2</sub>

### Méthodologie du calcul simplifié des émissions dues à l'énergie

Les émissions de CO<sub>2</sub> calculées par le SOeS sont celles issues de la combustion d'énergie fossile. Elles représentent 95 % des émissions totales de CO<sub>2</sub> et environ 70 % des émissions de gaz à effet de serre en France.

Le SOeS applique des facteurs d'émissions moyens aux consommations d'énergies fossiles (produits pétroliers, gaz et combustibles minéraux solides), hors usages non énergétiques. Les inventaires officiels en matière d'émissions de gaz à effet de serre et de CO<sub>2</sub>, en particulier, font appel à une méthodologie beaucoup plus complexe, nécessitant des données plus détaillées, qui ne seront disponibles que plus tard.

Il faut également signaler des différences de périmètre :

- ✓ les émissions des déchets non renouvelables utilisés comme combustibles sont comptabilisées dans les inventaires officiels, mais pas par le SOeS ;
- ✓ le SOeS prend en compte les émissions liées au transport international aérien, alors que les inventaires les excluent ;
- ✓ le SOeS ne prend pas en compte les émissions des départements d'outre-mer.

De plus, dans le bilan de l'énergie, les émissions dues à l'autoproduction d'électricité sont comptabilisées dans le secteur de la branche Énergie et non dans les secteurs qui consomment cette électricité, sauf dans le cas d'une autoproduction des raffineries. Dans les inventaires, ces émissions sont affectées aux secteurs qui consomment l'électricité.

Dans les inventaires officiels comme dans l'estimation rapide du SOeS, ne sont mesurées que les émissions de CO<sub>2</sub> directes, c'est-à-dire celles dues aux activités réalisées sur le territoire. Pour une estimation des émissions de gaz à effet de serre engendrées par les importations, le lecteur pourra se reporter utilement à « L'empreinte carbone de la consommation des Français : évolution de 1990 à 2007 », *Le point*, n° 114 - Mars 2012.

### La facture énergétique s'alourdit encore et atteint un nouveau record de 69 milliards d'euros

À 68,7 milliards d'euros (Md€) en 2012, la facture énergétique de la France a établi un nouveau record historique, dépassant celui de 2011. Elle s'alourdit de 7 Md€ en un an (+ 11,4 %) et de 30 Md€ depuis 2009. Elle a représenté ainsi l'équivalent de 3,4 % de la richesse produite dans le pays, après 3,1 % en 2011 et 2,4 % en 2010, contre seulement 1 % dans les années 1990. La facture énergétique a dépassé ainsi le déficit commercial de la France (67,2 Md€ (30)).

La seule facture pétrolière s'est chiffrée à près de 55 Md€, elle est en hausse de plus de 4 milliards (+ 8,4 %) par rapport à 2011. Cette augmentation a masqué une évolution contrastée entre les produits. Alors que la facture du pétrole brut a baissé de 1,8 %, celle des produits raffinés fait un bond de 38 % entre 2011 et 2012. Les importations de brut en volume ont accusé une forte baisse, de près de 12 % ; *a contrario*, le solde importateur des produits raffinés a été en forte hausse, de 17,6 %. Le prix du brut importé et ceux des produits raffinés ont progressé respectivement de 9 % et de plus de 14 % (prix moyens CAF à l'importation en €t). Cette hausse sensible, mais plus modérée que celle observée en 2011, est intervenue dans un contexte de progression continue du prix du Brent. La progression de la facture pétrolière est donc liée à un effet quantitatif des produits raffinés et à un effet prix affectant l'ensemble des produits.

La facture gazière a également été en forte progression : + 16,3 % sur un an, pour un total d'environ 13,5 Md€. Cette tendance a résulté de la hausse des prix qui a touché à la fois les prix spots et les contrats à long terme, dont le prix a fluctué en fonction de celui du pétrole brut (avec cinq mois de décalage). En France, les contrats à long terme ont représenté 85 % des entrées brutes.

La facture charbonnière a atteint 2,4 Md€ - en hausse de 6,2 % - sous l'effet d'une progression des quantités

importées pour répondre aux besoins des centrales électriques. Le prix moyen des importations a baissé en effet d'environ 5 % entre 2011 et 2012.

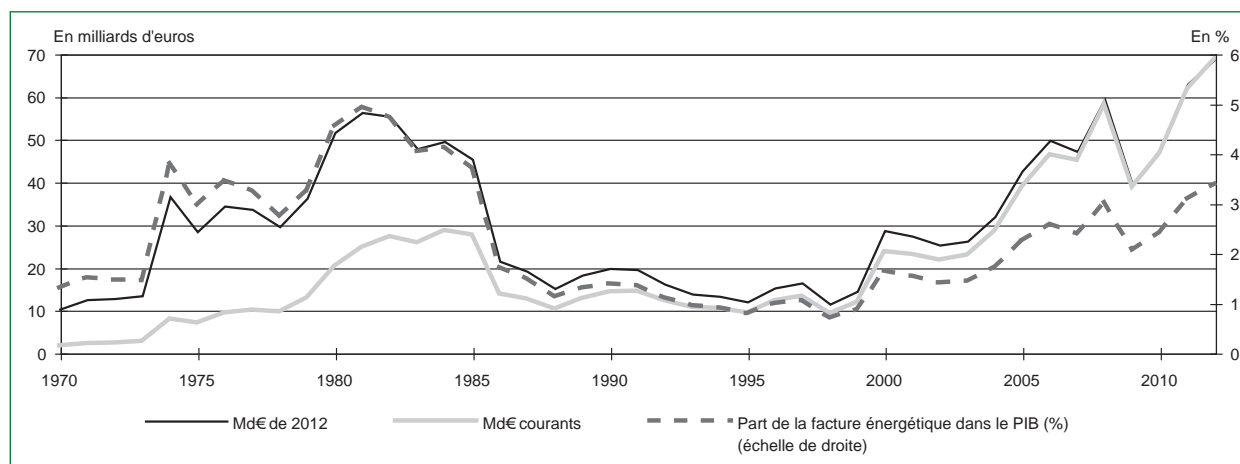
Seules les exportations d'électricité ont permis d'atténuer le déficit de la facture énergétique, même si l'excédent commercial dû aux échanges d'électricité en 2012 s'est rétréci sensiblement (1,9 Md€, soit - 29 % par rapport à 2011).

Le poids relatif de la facture énergétique dans les importations est remonté pour la troisième année consécutive : 16,7 %, soit plus d'un point qu'en 2011. Le dernier record de 2008 est désormais dépassé (16 %). En 2012, il fallait en moyenne 57 jours d'exportations totales du pays pour compenser la facture énergétique, soit 4 jours de plus qu'en 2011. Il faut remonter à la période du second choc pétrolier (1985) pour trouver une facture énergétique plus lourde relativement au commerce extérieur.

### Bond des dépenses d'énergie dans les logements

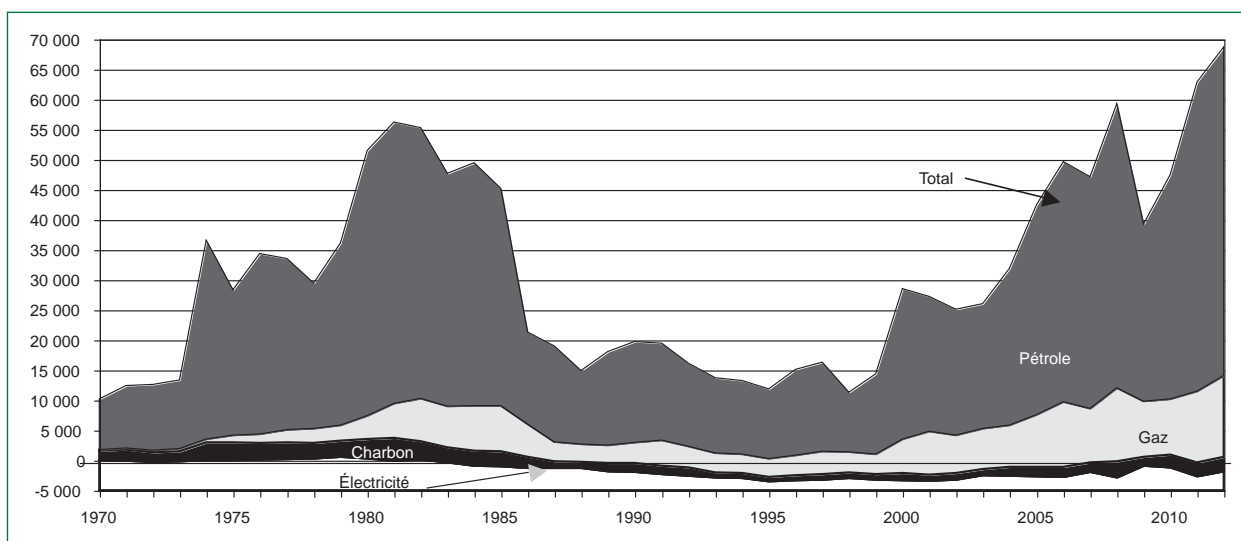
En 2012, les dépenses courantes d'énergie des ménages ont augmenté de 6 % par rapport à 2011, soit deux fois plus que l'année précédente. Elles ont ainsi représenté une facture de 3 200 euros en moyenne par ménage, soit presque 200 euros de plus qu'en 2011.

Cette augmentation est essentiellement due aux dépenses d'énergie dans le logement qui ont bondi de 11 % (chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson, usages électriques). Deux facteurs y concourent : la poursuite de la hausse des prix de l'énergie, d'une part, même si elle a été globalement ralentie par rapport à 2011 (fortement pour le fioul, le butane, le propane, l'électricité, nettement moins pour le gaz de ville, qui est l'énergie prépondérante pour le chauffage des logements) et, d'autre part, des températures légèrement moins clémentes qu'en 2011. En effet, même si l'année 2012 a été, en France, plus chaude que la moyenne constatée sur la période 1981-2010, et la neuvième plus chaude jamais observée au niveau mondial, selon l'Organisation météorologique mondiale, elle a été



Source : calculs SOeS, d'après des données Douanes.

Graphique 37 : Facture énergétique de la France - En milliards d'euros



Source : calculs SOeS, d'après des données Douanes.

Graphique 38 : La facture énergétique déclinée par type d'énergie - En milliards d'euros 2012

	Importations CAF *			Exportations FAB *			Facture			
	2011	2012	2011-2012 (%)	2011	2012	2011-2012 (%)	2011	2012	2011-2012 (%)	2011-2012 (M€)
Combustibles minéraux solides	2 315	2 453	+ 5,9	41	38	- 7,6	2 274	2 415	+ 6,2	+ 141
Pétrole brut	37 665	36 991	- 1,8	295	287	- 2,9	37 370	36 704	- 1,8	- 666
Produits pétroliers raffinés	26 106	31 696	+ 21,4	13 080	13 746	+ 5,1	13 025	17 950	+ 37,8	+ 4 924
<b>Total pétrole</b>	<b>63 771</b>	<b>68 686</b>	<b>+ 7,7</b>	<b>13 376</b>	<b>14 033</b>	<b>+ 4,9</b>	<b>50 396</b>	<b>54 654</b>	<b>+ 8,4</b>	<b>+ 4 258</b>
Gaz	12 952	14 339	+ 10,7	1 359	855	- 37,1	11 593	13 484	+ 16,3	+ 1 891
<b>Pétrole et gaz</b>	<b>76 723</b>	<b>83 025</b>	<b>+ 8,2</b>	<b>14 734</b>	<b>14 887</b>	<b>+ 1,0</b>	<b>61 989</b>	<b>68 138</b>	<b>+ 9,9</b>	<b>+ 6 149</b>
Électricité	971	1 384	+ 42,5	3 591	3 255	- 9,4	- 2 620	- 1 871	- 28,6	+ 749
<b>Total</b>	<b>80 009</b>	<b>86 862</b>	<b>+ 8,6</b>	<b>18 366</b>	<b>18 180</b>	<b>- 1,0</b>	<b>61 643</b>	<b>68 682</b>	<b>+ 11,4</b>	<b>+ 7 039</b>

\* CAF : coût, assurance et fret ; FAB : franco à bord.

Source : calculs SOeS, d'après des données des Douanes.

Tableau 45 : Le commerce extérieur de l'énergie en 2012 - En millions d'euros courants

	1973	1980	1985	1990	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012
Facture énergétique en milliards d'euros courants (CAF/FAB*)	2,6	20,3	27,5	14,2	23,5	38,7	58,1	38,7	46,5	61,6	68,7
Facture énergétique en milliards d'euros 2011	13,3	51,5	45,2	19,7	28,5	42,5	59,2	39,3	47,5	62,8	68,7
Part des importations d'énergie dans les importations totales (en %)	12,4	26,4	22,1	9,4	9,6	13,1	16,0	12,5	13,2	15,6	16,7
Nombre de jours d'exportations totales pour couvrir la facture énergétique	nd	99,0	72,8	28,8	26,4	39,7	50,8	40,8	43,0	52,6	56,8
Équivalence entre la facture énergétique et la richesse produite en France - Indicateur facture/PIB - en %	1,4	4,6	3,7	1,4	1,6	2,2	3,0	2,1	2,4	3,1	3,4
Cours moyen du dollar en euros	0,68	0,64	1,37	0,83	1,09	0,80	0,68	0,72	0,76	0,72	0,78

\* CAF : coût, assurance et fret ; FAB : franco à bord.

Source : calculs SOeS, d'après des données des Douanes.

Tableau 46 : Comparaison de la facture énergétique avec quelques agrégats économiques.



	1973	1980	1985	1986	1990	1995	1997	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Combustibles minéraux solides (€t)	115	107	131	105	76	62	69	59	85	85	130	103	114	143	134
Pétrole brut (€t)	91	395	461	184	190	123	157	276	347	404	505	331	456	608	650
Produits pétroliers raffinés (€t)	159	406	485	234	240	168	215	337	412	467	566	374	505	648	726
Gaz naturel (c€/kWh)	0,46	1,85	2,92	1,97	1,10	0,87	1,01	1,23	1,64	1,88	2,44	1,85	1,82	2,45	2,83

\* CAF : coût, assurance et fret.

Source : calculs SOeS, d'après des données des Douanes.

Tableau 47 : Prix moyens CAF\* des énergies importées - En euros constants de 2012.

En euros courants

	1973	1980	1985	1986	1990	1995	1997	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Combustibles minéraux solides (€/t)	22	42	80	67	55	48	55	49	78	81	128	102	112	141	134
Pétrole brut :															
- en euro/tonne	18	155	281	118	136	97	126	228	316	386	495	326	446	597	650
- en \$/bl	4	33	28	15	22	17	19	29	54	72	99	62	81	113	114
Produits pétroliers raffinés (en €/t)	31	160	295	150	172	132	174	278	375	446	555	369	494	635	726
Gaz naturel (c€/kWh)	0,09	0,73	1,77	1,26	0,79	0,68	0,82	1,02	1,49	1,80	2,39	1,83	1,78	2,41	2,83

\* CAF : coût, assurance et fret.

Source : données des Douanes, calculs SOeS

Tableau 48 : Prix moyens CAF\* des énergies importées.

plus fraîche d'environ 1°C que l'année 2011, ce qui explique un recours plus important au chauffage.

La dépense de carburant a dépassé en 2012 la moyenne de 1 500 euros par ménage. La hausse a toutefois été contenue en 2012 (+ 1,5 %) comparée à la forte hausse de

2011 (+ 11,4 %), du fait d'un très net ralentissement de la hausse des prix, laquelle a été divisée par trois.

Au total, les ménages français ont ainsi consacré 91 milliards d'euros courants à leurs achats d'énergie, soit plus de 8 % de leurs dépenses totales.

	2008	2009	2010	2011	2012
<i>En euros courants</i>					
Électricité, gaz et autres combustibles	1 554	1 457	1 592	1 532	1 702
Carburant	1 482	1 203	1 328	1 480	1 502
<b>Total énergie</b>	<b>3 036</b>	<b>2 660</b>	<b>2 920</b>	<b>3 013</b>	<b>3 204</b>
<i>En %</i>					
<b>Part dans la consommation des ménages</b>					
Électricité, gaz et autres combustibles	4,0	3,8	4,1	3,9	4,3
Carburant	3,8	3,1	3,4	3,7	3,8
<b>Total énergie</b>	<b>7,8</b>	<b>7,0</b>	<b>7,5</b>	<b>7,6</b>	<b>8,1</b>
<i>En %</i>					
<b>Part dans la consommation effective*</b>					
Électricité, gaz et autres combustibles	3,1	2,9	3,1	2,9	3,2
Carburant	2,9	2,4	2,6	2,8	2,9
<b>Total énergie</b>	<b>6,0</b>	<b>5,3</b>	<b>5,7</b>	<b>5,8</b>	<b>6,1</b>

\* (y compris consommation à prise en charge collective)

Source : calculs SOeS d'après Insee, Comptes nationaux base 2005, et SOeS, Comptes du logement 2012

Tableau 49 : Dépense moyenne en énergie par ménage.



# **BILANS DE L'ÉNERGIE ANNÉES 2012, 2011 ET 2010**

**(DONNÉES CORRIGÉES DES VARIATIONS CLIMATIQUES)**



## Bilan de l'énergie 2012

Unité : Mtep

Charbon		Pétrole		Gaz		Électricité		EnRt et déchets (2)	Total
Houille Lignite- PR (1)	Coke Agglomérés	Brut	Raffiné	Naturel	Industriels	Production brute	Consom- mation		

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)	0,12		0,81	0,29	0,45		H : 7,05 N : 110,85		16,75	<b>136,32</b>
Importations	9,85	0,69	56,82	43,01	38,95	-	1,05		0,44	<b>150,80</b>
Exportations	-0,11	-0,05	-0,18	-20,47	-2,14	-	-4,88		-0,12	<b>-27,95</b>
Stocks (+= déstockage, -= stockage)	+0,51	-0,14	-0,41	+0,87	+0,76	-			-	<b>+1,59</b>
Soutes maritimes internationales				-2,32						<b>-2,32</b>
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>10,86</b>		<b>57,04</b>	<b>21,38</b>	<b>38,03</b>	<b>-</b>	<b>114,08</b>		<b>17,07</b>	<b>258,45</b>

<b>Indépendance énergétique (P/D)</b>	<b>1,1%</b>		<b>1,4%</b>		<b>1,2%</b>		<b>103,4%</b>		<b>98,1%</b>	<b>52,7%</b>
---------------------------------------	-------------	--	-------------	--	-------------	--	---------------	--	--------------	--------------

## Emplois

## Consommation de la branche énergie

Raffinage			56,50	-53,18	0,56		-0,09	0,32		<b>4,11</b>
Production d'électricité thermique	4,32	-		0,72	3,64	0,59	-4,54		1,85	<b>6,58</b>
Usages internes de la branche (3)	2,79	-2,21	-	-	0,36	-0,19		0,96 3,02	0,41	<b>5,13</b>
Pertes et ajustement	0,58	0,09	0,54	-1,03	0,05	-0,02		76,92	0,06	<b>77,19</b>
<b>Total (A)</b>	<b>7,69</b>	<b>-2,12</b>	<b>57,04</b>	<b>-53,49</b>	<b>4,61</b>	<b>0,37</b>	<b>-4,63</b>	<b>81,21</b>	<b>2,32</b>	<b>93,00</b>

-0,49

## Consommation finale énergétique (corrégée des variations climatiques)

Sidérurgie (4)	1,41	2,24		0,02	0,50	0,64 -1,02		0,91	-	<b>4,71</b>
Industrie	0,99	0,28		5,11	9,63	-		9,23	2,18	<b>27,42</b>
Résidentiel	0,16	0,03		6,82	16,21	-		13,69	9,14	<b>46,04</b>
Tertiaire	0,11	-		3,91	5,74	-		12,02	0,83	<b>22,62</b>
Agriculture	-	-		3,45	0,23	-		0,69	0,06	<b>4,42</b>
Transports (5)	-	-		45,30	0,09	-		1,07	2,72	<b>49,18</b>
<b>Total (B)</b>	<b>2,68</b>	<b>2,54</b>		<b>64,60</b>	<b>32,41</b>	<b>-0,37</b>		<b>37,60</b>	<b>14,93</b>	<b>154,39</b>

## Consommation finale non énergétique

<b>Total (C)</b>	<b>-</b>	<b>0,07</b>		<b>10,44</b>	<b>1,47</b>	<b>-</b>				<b>11,99</b>
------------------	----------	-------------	--	--------------	-------------	----------	--	--	--	--------------

## Consommation totale d'énergie primaire (corrégée des variations climatiques)

<b>Total corrigé (A + B + C)</b>	<b>10,87</b>		<b>78,59</b>		<b>38,49</b>		<b>114,18</b>		<b>17,24</b>	<b>259,38</b>
<b>Dont corrections climatiques</b>	<b>0,01</b>		<b>0,18</b>		<b>0,46</b>		<b>0,10</b>		<b>0,17</b>	<b>0,92</b>

Indice de rigueur climatique = 0,973.

H : hydraulique, éolien, photovoltaïque N : nucléaire.

(1) PR : produits de récupération.

(2) EnRt : énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique...) et pompes à chaleur.

(3) Pour l'électricité, on distingue à gauche la consommation des producteurs d'énergie (cokeries, usines à gaz) et de l'enrichissement d'uranium, et à droite la consommation interne des centrales électriques (auxiliaires, transformateurs primaires) et la consommation de pompage.

(4) Pour la sidérurgie, on distingue en positif la consommation de gaz industriels et en négatif la production brute de gaz de haut-fourneau et la production de gaz de convertisseur.

(5) Hors soutes maritimes internationales.

Source : SOeS, bilan de l'énergie 2012

## Bilan de l'énergie 2011

Unité : Mtep

Charbon		Pétrole		Gaz		Électricité		EnRt et déchets (2)	Total
Houille Lignite- PR (1)	Coke Agglomérés	Brut	Raffiné	Naturel	Industriels	Production brute	Consom- mation		

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)	0,06		0,90	1,09	0,50		H : 5,52 N : 115,29		14,68	138,02
Importations	8,96	0,87	64,41	40,23	41,44	-	0,82		0,53	157,26
Exportations	-0,07	-0,06	-0,46	-22,78	-3,36	-	-5,67		-0,16	-32,55
Stocks (+= déstockage, -= stockage)	+0,01	-0,00	+0,46	-0,12	-1,73	-			-	-1,39
Soutes maritimes internationales				-2,45						-2,45
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>9,77</b>		<b>65,30</b>	<b>15,97</b>	<b>36,86</b>	-	<b>115,95</b>		<b>15,05</b>	<b>258,89</b>

<b>Indépendance énergétique (P/D)</b>	<b>0,6%</b>		<b>2,4%</b>		<b>1,4%</b>		<b>104,2%</b>		<b>97,5%</b>	<b>53,3%</b>
---------------------------------------	-------------	--	-------------	--	-------------	--	---------------	--	--------------	--------------

## Emplois

## Consommation de la branche énergie

Raffinage			64,69	-60,55	0,64		-0,10	0,32		5,01
Production d'électricité thermique	3,22	-		0,78	4,28	0,53	-4,74		1,79	5,86
Usages internes de la branche (3)	2,54	-2,04	-	-	0,47	-0,17	1,36 2,93		0,44	5,55
Pertes et ajustement	0,53	0,10	0,61	-0,01	0,42	-0,03		79,85	-0,04	81,43
<b>Total (A)</b>	<b>6,29</b>	<b>-1,94</b>	<b>65,30</b>	<b>-59,77</b>	<b>5,81</b>	<b>0,34</b>	<b>-4,84</b>	<b>84,47</b>	<b>2,19</b>	<b>97,85</b>

0,60

## Consommation finale énergétique (corrigée des variations climatiques)

Sidérurgie (4)	1,43	2,37		0,04	0,53	0,66 -0,99		0,96	-	4,99
Industrie	1,00	0,29		5,17	9,74	-		9,29	2,03	27,52
Résidentiel	0,16	0,03		7,33	16,50	-		13,16	8,74	45,93
Tertiaire	0,11	-		4,25	5,84	-		11,88	0,76	22,85
Agriculture	-	-		3,42	0,23	-		0,69	0,05	4,39
Transports (5)	-	-		46,00	0,09	-		1,04	2,43	49,56
<b>Total (B)</b>	<b>2,71</b>	<b>2,69</b>		<b>66,22</b>	<b>32,93</b>	<b>-0,34</b>		<b>37,03</b>	<b>14,01</b>	<b>155,24</b>

## Consommation finale non énergétique

<b>Total (C)</b>	-	<b>0,07</b>		<b>10,93</b>	<b>1,37</b>	-				<b>12,37</b>
------------------	---	-------------	--	--------------	-------------	---	--	--	--	--------------

## Consommation totale d'énergie primaire (corrigée des variations climatiques)

<b>Total corrigé (A + B + C)</b>	<b>9,81</b>		<b>82,68</b>		<b>40,11</b>		<b>116,66</b>		<b>16,20</b>	<b>265,45</b>
<b>Donc corrections climatiques</b>	<b>0,04</b>		<b>1,41</b>		<b>3,25</b>		<b>0,71</b>		<b>1,15</b>	<b>6,57</b>

Indice de rigueur climatique = 0,812.

H : hydraulique, éolien, photovoltaïque N : nucléaire.

(1) PR : produits de récupération.

(2) EnRt : énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique...) et pompes à chaleur.

(3) Pour l'électricité, on distingue à gauche la consommation des producteurs d'énergie (cokeries, usines à gaz) et de l'enrichissement d'uranium, et à droite la consommation interne des centrales électriques (auxiliaires, transformateurs primaires) et la consommation de pompage.

(4) Pour la sidérurgie, on distingue en positif la consommation de gaz industriels et en négatif la production brute de gaz de haut-fourneau et la production de gaz de convertisseur.

(5) Hors soutes maritimes internationales.

Source : SOeS, bilan de l'énergie 2012

## Bilan de l'énergie 2010

Unité : Mtep

Charbon		Pétrole		Gaz		Électricité		EnRt et déchets (2)	Total
Houille Lignite- PR (1)	Coke Agglomérés	Brut	Raffiné	Naturel	Industriels	Production brute	Consom- mation		

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)	0,11		0,90	1,01	0,63		H : 6,73 N : 111,67	16,36	137,40
Importations	10,90	0,93	64,12	40,54	41,90	-	1,67	0,36	160,43
Exportations	-0,08	-0,08	-	-23,02	-2,54	-	-4,32	-0,20	-30,24
Stocks (+= déstockage, -= stockage)	-0,22	-0,04	+0,25	+0,30	+2,41	-		-	+2,69
Soutes maritimes internationales				-2,28					-2,28
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>11,51</b>		<b>65,26</b>	<b>16,54</b>	<b>42,39</b>	-	<b>115,76</b>	<b>16,52</b>	<b>267,98</b>

<b>Indépendance énergétique (P/D)</b>	<b>0,9%</b>		<b>2,3%</b>		<b>1,5%</b>		<b>102,3%</b>	<b>99,0%</b>	<b>51,3%</b>
---------------------------------------	-------------	--	-------------	--	-------------	--	---------------	--------------	--------------

## Emplois

## Consommation de la branche énergie

Raffinage			64,59	-60,36	0,64		-0,11	0,29		5,05
Production d'électricité thermique	4,65	-		1,41	3,81	0,59	-5,29		1,79	6,96
Usages internes de la branche (3)	2,69	-2,16	-	-	0,52	-0,22		1,90 2,77	0,39	5,89
Pertes et ajustement	0,55	0,04	0,68	-1,57	1,06	0,03		77,57	0,14	78,49
<b>Total (A)</b>	<b>7,88</b>	<b>-2,12</b>	<b>65,26</b>	<b>-60,51</b>	<b>6,03</b>	<b>0,40</b>	<b>-5,40</b>	<b>82,54</b>	<b>2,33</b>	<b>96,39</b>

-0,89

## Consommation finale énergétique (corrigée des variations climatiques)

Sidérurgie (4)	1,49	2,49		0,02	0,54	0,72 -1,12		0,90	-	5,05
Industrie	1,03	0,33		5,03	10,55	-		9,50	1,84	28,27
Résidentiel	0,17	0,04		7,10	15,80	-		13,90	8,38	45,39
Tertiaire	0,12	-		3,88	5,61	-		12,09	0,72	22,42
Agriculture	-	-		3,43	0,23	-		0,66	0,05	4,37
Transports (5)	-	-		45,85	0,09	-		1,05	2,42	49,40
<b>Total (B)</b>	<b>2,81</b>	<b>2,86</b>		<b>65,32</b>	<b>32,81</b>	<b>-0,40</b>		<b>38,10</b>	<b>13,41</b>	<b>154,90</b>

## Consommation finale non énergétique

<b>Total (C)</b>	-	0,06		10,79	1,33	-				12,18
------------------	---	------	--	-------	------	---	--	--	--	-------

## Consommation totale d'énergie primaire (corrigée des variations climatiques)

<b>Total corrigé (A + B + C)</b>	<b>11,48</b>		<b>80,85</b>		<b>40,16</b>		<b>115,23</b>	<b>15,74</b>		<b>263,47</b>
<b>Dont corrections climatiques</b>	<b>-0,03</b>		<b>-0,95</b>		<b>-2,23</b>		<b>-0,53</b>	<b>-0,78</b>		<b>-4,52</b>

Indice de rigueur climatique = 1,133

H : hydraulique, éolien, photovoltaïque N : nucléaire.

(1) PR : produits de récupération.

(2) EnRt : énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique...) et pompes à chaleur.

(3) Pour l'électricité, on distingue à gauche la consommation des producteurs d'énergie (cokeries, usines à gaz) et de l'enrichissement d'uranium, et à droite la consommation interne des centrales électriques (auxiliaires, transformateurs primaires) et la consommation de pompage.

(4) Pour la sidérurgie, on distingue en positif la consommation de gaz industriels et en négatif la production brute de gaz de haut-fourneau et la production de gaz de convertisseur.

(5) Hors soutes maritimes internationales.

Source : SOeS, bilan de l'énergie 2012

## Charbon

Unité : kt

2010		2011		2012 p	
Houille Lignite- PR (1)	Coke Agglomérés	Houille Lignite- PR (1)	Coke Agglomérés	Houille Lignite- PR (1)	Coke Agglomérés

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)	261		149		290	
Importations	17 633	1 374	14 510	1 289	15 933	1 021
Exportations	-131	-126	-119	-84	-177	-72
Stocks (+= déstockage, -= stockage)	-376	-65	+32	-7	+854	-217
Soutes maritimes internationales						
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>18 570</b>		<b>15 770</b>		<b>17 632</b>	

## Emplois

## Consommation de la branche énergie

Raffinage						
Production d'électricité thermique	7 577	-	5 280	-	7 120	-
Usages internes de la branche	4 339	-3 219	4 103	-3 032	4 502	-3 285
Pertes et ajustement	875	53	852	138	932	132
<b>Total (A)</b>	<b>12 791</b>	<b>-3 166</b>	<b>10 235</b>	<b>-2 894</b>	<b>12 554</b>	<b>-3 153</b>

## Consommation finale énergétique (corrigée des variations climatiques)

Sidérurgie	2 410	3 740	2 309	3 551	2 284	3 355
Industrie	1 680	488	1 651	428	1 623	414
Résidentiel	271	47	256	45	265	37
Tertiaire	191	-	183	-	182	-
Agriculture	-	-	-	-	-	-
Transports (2)	-	-	-	-	-	-
<b>Total (B)</b>	<b>4 551</b>	<b>4 275</b>	<b>4 399</b>	<b>4 024</b>	<b>4 355</b>	<b>3 806</b>

## Consommation finale non énergétique

<b>Total (C)</b>	-	68	-	74	-	80
------------------	---	----	---	----	---	----

## Consommation totale d'énergie primaire (corrigée des variations climatiques)

<b>Total corrigé (A + B + C)</b>	<b>18 519</b>		<b>15 838</b>		<b>17 642</b>	
<b>Dont corrections climatiques</b>	-51		68		10	
<i>Indice de rigueur climatique</i>	1,13		0,81		0,97	

(1) PR : produits de récupération.

(2) Hors soutes maritimes internationales.

Source : S0eS, bilan de l'énergie 2012

## Pétrole

Unité : kt

2010		2011		2012 p	
Brut	Raffiné	Brut	Raffiné	Brut	Raffiné

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)	896	933	895	1 005	807	887
Importations	64 120	40 728	64 410	40 472	56 820	43 048
Exportations	-	-22 876	-461	-22 729	-183	-20 379
Stocks (+ = déstockage, - = stockage)	+245	+300	+456	-131	-405	+868
Soutes maritimes internationales		-2 392		-2 566		-2 426
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>65 261</b>	<b>16 693</b>	<b>65 300</b>	<b>16 051</b>	<b>57 039</b>	<b>21 998</b>

## Emplois

## Consommation de la branche énergie

Raffinage	64 585	-60 390	64 689	-60 605	56 503	-53 226
Production d'électricité thermique		1 447		795		739
Usages internes de la branche	-	-	-	-	-	-
Pertes et ajustement	676	-248	611	1 221	536	831
<b>Total (A)</b>	<b>65 261</b>	<b>-59 191</b>	<b>65 300</b>	<b>-58 589</b>	<b>57 039</b>	<b>-51 656</b>

## Consommation finale énergétique (corrigée des variations climatiques)

Sidérurgie		24		41		20
Industrie		5 241		5 444		5 304
Résidentiel	-	7 009	-	7 235	-	6 732
Tertiaire	-	3 826	-	4 179	-	3 853
Agriculture		3 405		3 394		3 420
Transports (1)		44 688		44 847		44 129
<b>Total (B)</b>		<b>64 194</b>		<b>65 140</b>		<b>63 458</b>

## Consommation finale non énergétique

<b>Total (C)</b>		<b>10 754</b>		<b>10 890</b>		<b>10 406</b>
------------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------

## Consommation totale d'énergie primaire (corrigée des variations climatiques)

<b>Total corrigé (A + B + C)</b>	<b>81 018</b>	<b>82 741</b>	<b>79 247</b>
<b>Dont corrections climatiques</b>	-936	1 390	210
<i>Indice de rigueur climatique</i>	<i>1,13</i>	<i>0,81</i>	<i>0,97</i>

(1) Hors soutes maritimes internationales.

Source : SOeS, bilan de l'énergie 2012

**BILAN ÉNERGÉTIQUE DE LA FRANCE POUR 2012**

135

**Gaz**

Unité : GWh PCS

2010		2011		2012 p	
Naturel	Industriels	Naturel	Industriels	Naturel	Industriels

**Approvisionnement**

Production énergie primaire (P)	8 170		6 534		5 839	
Importations	544 169	-	538 143	-	505 883	-
Exportations	-33 051	-	-43 572	-	-27 756	-
Stocks (+= déstockage, -= stockage)	+31 257	-	-22 442	-	+9 927	-
Soutes maritimes internationales						
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>550 545</b>	<b>-</b>	<b>478 663</b>	<b>-</b>	<b>493 893</b>	<b>-</b>

**Emplois****Consommation de la branche énergie**

Raffinage	8 334		8 367		7 271	
Production d'électricité thermique	49 455	7 654	55 572	6 923	47 279	7 661
Usages internes de la branche	6 763	-2 861	6 155	-2 147	4 649	-2 510
Pertes et ajustement	13 730	378	5 414	-408	674	-323
<b>Total (A)</b>	<b>78 283</b>	<b>5 171</b>	<b>75 508</b>	<b>4 368</b>	<b>59 873</b>	<b>4 828</b>

**Consommation finale énergétique (corrigée des variations climatiques)**

Sidérurgie (1)	6 966	9 325 / -14 496	6 850	8 537 / -12 905	6 447	8 375 / -13 202
Industrie	136 953	-	126 429	-	125 112	-
Résidentiel	205 193	-	214 286	-	210 543	-
Tertiaire	72 808	-	75 866	-	74 589	-
Agriculture	2 975	-	3 005	-	3 020	-
Transports (2)	1 150	-	1 175	-	1 190	-
<b>Total (B)</b>	<b>426 044</b>	<b>-5 171</b>	<b>427 612</b>	<b>-4 368</b>	<b>420 901</b>	<b>-4 828</b>

**Consommation finale non énergétique**

<b>Total (C)</b>	<b>17 243</b>	<b>-</b>	<b>17 767</b>	<b>-</b>	<b>19 081</b>	<b>-</b>
------------------	---------------	----------	---------------	----------	---------------	----------

**Consommation totale d'énergie primaire (corrigée des variations climatiques)**

<b>Total corrigé (A + B + C)</b>	<b>521 569</b>	<b>520 886</b>	<b>499 856</b>
<b>Dont corrections climatiques</b>	<b>-28 976</b>	<b>42 223</b>	<b>5 963</b>
<i>Indice de rigueur climatique</i>	<i>1,13</i>	<i>0,81</i>	<i>0,97</i>

(1) Pour la sidérurgie, on distingue en positif la consommation de gaz industriels et en négatif la production brute de gaz de haut-fourneau et la production de gaz de convertisseur.

(2) Hors soutes maritimes internationales.

Source : SOeS, bilan de l'énergie 2012



## Électricité

Unité : GWh

2010		2011		2012 p	
Production brute	Consommation	Production brute	Consommation	Production brute	Consommation

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)	H : 78237 N : 428519	H : 64129 N : 442383	H : 82013 N : 425371
Importations	19 475	9 501	12 213
Exportations	-50 206	-65 914	-56 734
Stocks (+=déstockage, -= stockage)			
Soutes maritimes internationales			
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>476 024</b>	<b>450 100</b>	<b>462 864</b>

## Emplois

## Consommation de la branche énergie

Raffinage	-1 250	3 358	-1 119	3 760	-1 071	3 703
Production d'électricité thermique	-61 565		-55 125		-52 770	
Usages internes de la branche (1)		22 135 32 244		15 868 34 110		11 163 35 063
Pertes et ajustement		31 953		30 335		30 755
<b>Total (A)</b>	<b>-62 815</b>	<b>89 690</b>	<b>-56 245</b>	<b>84 073</b>	<b>-53 841</b>	<b>80 685</b>

## Consommation finale énergétique (corrigée des variations climatiques)

Sidérurgie		10 464		11 155		10 625
Industrie		110 486		108 019		107 324
Résidentiel		161 609		153 045		159 134
Tertiaire		140 634		138 197		139 742
Agriculture		7 616		8 003		8 003
Transports (2)		12 224		12 113		12 407
<b>Total (B)</b>		<b>443 033</b>		<b>430 532</b>		<b>437 234</b>

## Consommation finale non énergétique

<b>Total (C)</b>						
------------------	--	--	--	--	--	--

## Consommation totale d'énergie primaire (corrigée des variations climatiques)

<b>Total corrigé (A+B+C)</b>	<b>469 908</b>	<b>458 360</b>	<b>464 077</b>
<i>Dont corrections climatiques</i>	-6 116	8 260	1 213
<i>Indice de rigueur climatique</i>	1,13	0,81	0,97

H : Hydraulique, éolien, photovoltaïque N : Nucléaire.

(1) Dans la branche énergie, on distingue à gauche la consommation des producteurs d'énergie (cokeries, usines à gaz) et de l'enrichissement d'uranium, et à droite la consommation interne des centrales électriques (auxiliaires, transformateurs primaires) et la consommation de pompage.

(2) Hors soutes maritimes internationales.

Source : SOeS, bilan de l'énergie 2012

## Énergies renouvelables thermiques et déchets

Unité : ktep

2010	2011	2012 p
------	------	--------

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)	16 355	14 675	16 750
Importations	363	528	437
Exportations	-201	-156	-116
Stocks (+= déstockage, -= stockage)	-	-	-
Soutes maritimes internationales			
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>16 517</b>	<b>15 047</b>	<b>17 070</b>

## Emplois

## Consommation de la branche énergie

Raffinage	-	-	-
Production d'électricité thermique	1 794	1 785	1 846
Usages internes de la branche	394	443	411
Pertes et ajustement	143	-40	59
<b>Total (A)</b>	<b>2 330</b>	<b>2 188</b>	<b>2 317</b>

## Consommation finale énergétique (corrigée des variations climatiques)

Sidérurgie	-	-	-
Industrie	1 840	2 030	2 182
Résidentiel	8 382	8 737	9 136
Tertiaire	720	764	835
Agriculture	49	53	57
Transports (hors soutes)	2 418	2 427	2 717
<b>Total (B)</b>	<b>13 409</b>	<b>14 011</b>	<b>14 927</b>

## Consommation finale non énergétique

<b>Total (C)</b>	-	-	-
------------------	---	---	---

## Consommation totale d'énergie primaire (corrigée des variations climatiques)

<b>Total corrigé (A + B + C)</b>	<b>15 739</b>	<b>16 199</b>	<b>17 244</b>
<i>Dont corrections climatiques</i>	-778	1 152	173
<i>Indice de rigueur climatique</i>	1,13	0,81	0,97

Nota : hydraulique, éolien et photovoltaïque non inclus.

Source : SOeS, bilan de l'énergie 2012

**BILANS DE L'ÉNERGIE**  
**ANNÉES 2012, 2011 ET 2010**  
**(DONNÉES NON CORRIGÉES DES VARIATIONS CLIMATIQUES)**

## Bilan de l'énergie 2012

Unité : Mtep

Charbon		Pétrole		Gaz		Électricité		EnRT et déchets (2)	Total
Houille PR (1)	Lignite- Coke Agglomérés	Brut	Raffiné	Naturel	Industriels	Production brute	Consommation		

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)	0,12		0,81	0,29	0,45		H : 7,05 N : 110,85		16,75	136,32
Importations	9,85	0,69	56,82	43,01	38,95	-	1,05		0,44	150,80
Exportations	-0,11	-0,05	-0,18	-20,47	-2,14	-	-4,88		-0,12	-27,95
Stocks (+ = déstockage, - = stockage)	+0,51	-0,14	-0,41	+0,87	+0,76	-			-	+1,59
Soutes maritimes internationales				-2,32						-2,32
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>10,86</b>		<b>57,04</b>	<b>21,38</b>	<b>38,03</b>	-	<b>114,08</b>		<b>17,07</b>	<b>258,45</b>
<b>Indépendance énergétique (P/D)</b>	<b>1,1%</b>		<b>1,4%</b>		<b>1,2%</b>		<b>103,4%</b>		<b>98,1%</b>	<b>52,7%</b>

## Emplois

## Consommation de la branche énergie

Raffinage			56,50	-53,18	0,56		-0,09	0,32		4,11
Production d'électricité thermique	4,32	-		0,72	3,64	0,59	-4,54		1,85	6,58
Usages internes de la branche (3)	2,79	-2,21	-	-	0,36	-0,19		0,96 3,02	0,41	5,13
Pertes et ajustement	0,58	0,09	0,54	-1,03	0,05	-0,02		76,92	0,06	77,19
<b>Total (A)</b>	<b>7,69</b>	<b>-2,12</b>	<b>57,04</b>	<b>-53,49</b>	<b>4,61</b>	<b>0,37</b>	<b>-4,63</b>	<b>81,21</b>	<b>2,32</b>	<b>93,00</b>

## Consommation finale énergétique (non corrigée des variations climatiques)

Sidérurgie (4)	1,41	2,24		0,02	0,50	0,64 -1,02		0,91	-	4,71
Industrie	0,99	0,28		5,10	9,59	-		9,23	2,18	27,37
Résidentiel Tertiaire	0,27	0,03		10,56	21,54	-		25,60	9,80	67,79
Agriculture	-	-		3,45	0,23	-		0,69	0,06	4,42
Transports (5)	-	-		45,30	0,09	-		1,07	2,72	49,18
<b>Total (B)</b>	<b>2,67</b>	<b>2,54</b>	<b>-</b>	<b>64,42</b>	<b>31,95</b>	<b>-0,37</b>		<b>37,50</b>	<b>14,75</b>	<b>153,47</b>

## Consommation finale non énergétique

<b>Total (C)</b>	<b>-</b>	<b>0,07</b>		<b>10,44</b>	<b>1,47</b>	<b>-</b>				<b>11,99</b>
------------------	----------	-------------	--	--------------	-------------	----------	--	--	--	--------------

## Consommation totale d'énergie primaire (non corrigée des variations climatiques)

<b>Total non corrigé (A + B + C)</b>	<b>10,86</b>		<b>78,41</b>		<b>38,03</b>		<b>114,08</b>		<b>17,07</b>	<b>258,45</b>
<b>Corrections climatiques</b>	<b>0,01</b>		<b>0,18</b>		<b>0,46</b>		<b>0,10</b>		<b>0,17</b>	<b>0,92</b>

H : hydraulique, éolien, photovoltaïque N : nucléaire.

(1) PR : produits de récupération.

(2) EnRT : énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique...) et pompes à chaleur.

(3) Pour l'électricité, on distingue à gauche la consommation des producteurs d'énergie (cokeries, usines à gaz) et de l'enrichissement d'uranium, et à droite la consommation interne des centrales électriques (auxiliaires, transformateurs primaires) et la consommation de pompage.

(4) Pour la sidérurgie, on distingue en positif la consommation de gaz industriels et en négatif la production brute de gaz de haut-fourneau et la production de gaz de convertisseur.

(5) Hors soutes maritimes internationales.

Source : SOeS, bilan de l'énergie 2012

## Bilan de l'énergie 2011

Unité : Mtep

Charbon		Pétrole		Gaz		Électricité		EnRT et déchets (2)	Total
Houille lignite- PR (1)	Coke Agglomérés	Brut	Raffiné	Naturel	Industriels	Production brute	Consommation		

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)	0,06		0,90	1,09	0,50		H : 5,52 N : 115,29		14,68	138,02
Importations	8,96	0,87	64,41	40,23	41,44	-	0,82		0,53	157,26
Exportations	-0,07	-0,06	-0,46	-22,78	-3,36	-	-5,67		-0,16	-32,55
Stocks (+ = déstockage, - = stockage)	+0,01	-0,00	+0,46	-0,12	-1,73	-			-	-1,39
Soutes maritimes internationales				-2,45						-2,45
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>9,77</b>		<b>65,30</b>	<b>15,97</b>	<b>36,86</b>	<b>-</b>	<b>115,95</b>		<b>15,05</b>	<b>258,89</b>

<b>Indépendance énergétique (P/D)</b>	<b>0,6%</b>		<b>2,4%</b>		<b>1,4%</b>		<b>104,2%</b>		<b>97,5%</b>	<b>53,3%</b>
---------------------------------------	-------------	--	-------------	--	-------------	--	---------------	--	--------------	--------------

## Emplois

## Consommation de la branche énergie

Raffinage			64,69	-60,55	0,64		-0,10	0,32		5,01
Production d'électricité thermique	3,22	-		0,78	4,28	0,53	-4,74		1,79	5,86
Usages internes de la branche (3)	2,54	-2,04	-	-	0,47	-0,17		1,36 2,93	0,44	5,55
Pertes et ajustement	0,53	0,10	0,61	-0,01	0,42	-0,03		79,85	-0,04	81,43
<b>Total (A)</b>	<b>6,29</b>	<b>-1,94</b>	<b>65,30</b>	<b>-59,77</b>	<b>5,81</b>	<b>0,34</b>	<b>-4,84</b>	<b>84,47</b>	<b>2,19</b>	<b>97,85</b>

## Consommation finale énergétique (non corrigée des variations climatiques)

Sidérurgie (4)	1,43	2,37		0,04	0,53	0,66 -0,99		0,96	-	4,99
Industrie	1,00	0,29		5,07	9,42	-		9,29	2,03	27,11
Résidentiel Tertiaire	0,23	0,03		10,28	19,40	-		24,34	8,35	62,63
Agriculture	-	-		3,42	0,23	-		0,69	0,05	4,39
Transports (5)	-	-		46,00	0,09	-		1,04	2,43	49,56
<b>Total (B)</b>	<b>2,67</b>	<b>2,68</b>	<b>-</b>	<b>64,81</b>	<b>29,67</b>	<b>-0,34</b>		<b>36,32</b>	<b>12,86</b>	<b>148,67</b>

## Consommation finale non énergétique

<b>Total (C)</b>	<b>-</b>	<b>0,07</b>		<b>10,93</b>	<b>1,37</b>	<b>-</b>				<b>12,37</b>
------------------	----------	-------------	--	--------------	-------------	----------	--	--	--	--------------

## Consommation totale d'énergie primaire (non corrigée des variations climatiques)

<b>Total non corrigé (A+B+C)</b>	<b>9,77</b>		<b>81,27</b>		<b>36,86</b>		<b>115,95</b>		<b>15,05</b>	<b>258,89</b>
<b>Corrections climatiques</b>	<b>0,04</b>		<b>1,41</b>		<b>3,25</b>		<b>0,71</b>		<b>1,15</b>	<b>6,57</b>

H : hydraulique, éolien, photovoltaïque N : nucléaire.

(1) PR : produits de récupération.

(2) EnRT : énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique...) et pompes à chaleur.

(3) Pour l'électricité, on distingue à gauche la consommation des producteurs d'énergie (cokeries, usines à gaz) et de l'enrichissement d'uranium, et à droite la consommation interne des centrales électriques (auxiliaires, transformateurs primaires) et la consommation de pompage.

(4) Pour la sidérurgie, on distingue en positif la consommation de gaz industriels et en négatif la production brute de gaz de haut-fourneau et la production de gaz de convertisseur.

(5) Hors soutes maritimes internationales.

Source : S0eS, bilan de l'énergie 2012

## Bilan de l'énergie 2010

Unité: Mtep

Charbon		Pétrole		Gaz		Électricité		EnRT et déchets (2)	Total
Houille Lignite-PR (1)	Coke Agglomérés	Brut	Raffiné	Naturel	Industriels	Production brute	Consommation		

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)	0,11		0,90	1,01	0,63		H : 6,73 N : 111,67		16,36	137,40
Importations	10,90	0,93	64,12	40,54	41,90	-	1,67		0,36	160,43
Exportations	-0,08	-0,08	-	-23,02	-2,54	-	-4,32		-0,20	-30,24
Stocks (+ = déstockage, - = stockage)	-0,22	-0,04	+0,25	+0,30	+2,41	-			-	+2,69
Soutes maritimes internationales				-2,28						-2,28
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>11,51</b>		<b>65,26</b>	<b>16,54</b>	<b>42,39</b>	-	<b>115,76</b>		<b>16,52</b>	<b>267,98</b>
<i>Indépendance énergétique (P/D)</i>	<i>0,9%</i>		<i>2,3%</i>		<i>1,5%</i>		<i>102,3%</i>		<i>99,0%</i>	<i>51,3%</i>

## Emplois

## Consommation de la branche énergie

Raffinage			64,59	-60,36	0,64		-0,11	0,29		5,05
Production d'électricité thermique	4,65	-		1,41	3,81	0,59	-5,29		1,79	6,96
Usages internes de la branche (3)	2,69	-2,16	-	-	0,52	-0,22		1,90 2,77	0,39	5,89
Pertes et ajustement	0,55	0,04	0,68	-1,57	1,06	0,03		77,57	0,14	78,49
<b>Total (A)</b>	<b>7,88</b>	<b>-2,12</b>	<b>65,26</b>	<b>-60,51</b>	<b>6,03</b>	<b>0,40</b>	<b>-5,40</b>	<b>82,54</b>	<b>2,33</b>	<b>96,39</b>

## Consommation finale énergétique (non corrigée des variations climatiques)

Sidérurgie (4)	1,49	2,49		0,02	0,54	0,72 -1,12		0,90	-	5,05
Industrie	1,03	0,33		5,10	10,78	-		9,50	1,84	28,58
Résidentiel Tertiaire	0,31	0,04		11,87	23,40	-		26,52	9,88	72,02
Agriculture	-	-		3,43	0,23	-		0,66	0,05	4,37
Transports (5)	-	-		45,85	0,09	-		1,05	2,42	49,40
<b>Total (B)</b>	<b>2,83</b>	<b>2,86</b>	<b>-</b>	<b>66,27</b>	<b>35,04</b>	<b>-0,40</b>		<b>38,63</b>	<b>14,19</b>	<b>159,41</b>

## Consommation finale non énergétique

<b>Total (C)</b>	<b>-</b>	<b>0,06</b>		<b>10,79</b>	<b>1,33</b>	<b>-</b>				<b>12,18</b>
------------------	----------	-------------	--	--------------	-------------	----------	--	--	--	--------------

## Consommation totale d'énergie primaire (non corrigée des variations climatiques)

<b>Total non corrigé (A + B + C)</b>	<b>11,51</b>		<b>81,80</b>		<b>42,39</b>		<b>115,76</b>		<b>16,52</b>	<b>267,98</b>
<i>Corrections climatiques</i>	<i>-0,03</i>		<i>-0,95</i>		<i>-2,23</i>		<i>-0,53</i>		<i>-0,78</i>	<i>-4,52</i>

H : hydraulique, éolien, photovoltaïque N : nucléaire.

(1) PR : produits de récupération.

(2) EnRT : énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique...) et pompes à chaleur.

(3) Pour l'électricité, on distingue à gauche la consommation des producteurs d'énergie (cokeries, usines à gaz) et de l'enrichissement d'uranium, et à droite la consommation interne des centrales électriques (auxiliaires, transformateurs primaires) et la consommation de pompage.

(4) Pour la sidérurgie, on distingue en positif la consommation de gaz industriels et en négatif la production brute de gaz de haut-fourneau et la production de gaz de convertisseur.

(5) Hors soutes maritimes internationales.

Source : SOeS, bilan de l'énergie 2012

# **BILANS ÉLECTRIQUES DANS LES DOM**

**(ANNÉES 2010, 2011 ET 2012)**

## Bilan électrique dans les DOM en 2010

Unité : GWh

Guadeloupe		Martinique		Guyane		Réunion		Total DOM	
Production brute	Consommation	Production brute	Consommation	Production brute	Consommation	Production brute	Consommation	Production brute	Consommation

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)	90		21		470		637		1 218	
Importations	-		-		-		-		-	
Exportations	-		-		-		-		-	
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>90</b>		<b>21</b>		<b>470</b>		<b>637</b>		<b>1 218</b>	

## Emplois

## consommation de la branche énergie

Raffinage (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Production d'électricité thermique	-2 049		-1 704		-402		-2 189		-6 344	
Usages internes de la branche (2)		17		25		17		8		67
		116		96		29		131		372
Pertes et ajustement		235		157		84		228		704
<b>Total (A)</b>	<b>-2 049</b>	<b>369</b>	<b>-1 704</b>	<b>278</b>	<b>-402</b>	<b>129</b>	<b>-2 189</b>	<b>367</b>	<b>-6 344</b>	<b>1 143</b>

## consommation finale énergétique (non corrigée des variations climatiques)

Sidérurgie		-		-		-		-		-
Industrie		88		116		21		237		461
Résidentiel		906		673		286		1 115		2 980
Tertiaire		776		654		434		1 086		2 950
Agriculture		1		5		1		20		26
Transports (hors soutes)		-		-		1		1		2
<b>Total (B)</b>		<b>1 770</b>		<b>1 447</b>		<b>743</b>		<b>2 459</b>		<b>6 419</b>

## consommation finale non énergétique

<b>Total (C)</b>		-		-		-		-		-
------------------	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---

## consommation totale d'énergie primaire (non corrigée des variations climatiques)

<b>Total non corrigé (A + B + C)</b>	<b>90</b>		<b>21</b>		<b>470</b>		<b>637</b>		<b>1 218</b>	
--------------------------------------	-----------	--	-----------	--	------------	--	------------	--	--------------	--

(P) Hydraulique, éolien, photovoltaïque et géothermique.

(1) Il existe une seule raffinerie en Martinique. Afin de préserver le secret statistique, sa consommation a été regroupée avec les usages internes de la branche énergie.

(2) Dans la branche énergie, on distingue à gauche la consommation des producteurs d'énergie (y compris les raffineries), et à droite la consommation interne des centrales électriques (auxiliaires, transformateurs primaires) et la consommation de pompage.

Source : calculs SOeS, d'après EDF-SEI



## Bilan électrique dans les DOM en 2011

Unité : GWh

Guadeloupe		Martinique		Guyane		Réunion		Total DOM	
Production brute	Consommation	Production brute	Consommation	Production brute	Consommation	Production brute	Consommation	Production brute	Consommation

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)	145		37		500		550		1 232
Importations	-		-		-		-		-
Exportations	-		-		-		-		-
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>145</b>		<b>37</b>		<b>500</b>		<b>550</b>		<b>1 232</b>

## Emplois

## Consommation de la branche énergie

Raffinage (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Production d'électricité thermique	-1 937		-1 635		-373		-2 326		-6 271
Usages internes de la branche (2)	15	110	27	93	17	27	9	137	69
Pertes et ajustement		229		156		80		233	698
<b>Total (A)</b>	<b>-1 937</b>	<b>354</b>	<b>-1 635</b>	<b>276</b>	<b>-373</b>	<b>124</b>	<b>-2 326</b>	<b>379</b>	<b>-6 271</b>

## Consommation finale énergétique (non corrigée des variations climatiques)

Sidérurgie		-		-		-		-	-
Industrie		84		119		22		237	462
Résidentiel		843		588		283		1 100	2 814
Tertiaire		799		685		442		1 137	3 063
Agriculture		1		5		1		22	28
Transports (hors routes)		-		-		1		2	3
<b>Total (B)</b>		<b>1 728</b>		<b>1 396</b>		<b>749</b>		<b>2 497</b>	<b>6 371</b>

## Consommation finale non énergétique

<b>Total (C)</b>		-		-		-		-	-
------------------	--	---	--	---	--	---	--	---	---

## Consommation totale d'énergie primaire (non corrigée des variations climatiques)

<b>Total non corrigé (A + B + C)</b>	<b>145</b>		<b>37</b>		<b>500</b>		<b>550</b>		<b>1 232</b>
--------------------------------------	------------	--	-----------	--	------------	--	------------	--	--------------

(P) Hydraulique, éolien, photovoltaïque et géothermique.

(1) Il existe une seule raffinerie en Martinique. Afin de préserver le secret statistique, sa consommation a été regroupée avec les usages internes de la branche énergie.

(2) Dans la branche énergie, on distingue à gauche la consommation des producteurs d'énergie (y compris les raffineries), et à droite la consommation interne des centrales électriques (auxiliaires, transformateurs primaires) et la consommation de pompage.

Source : calculs SOeS, d'après EDF-SEI

## Bilan électrique dans les DOM en 2012

Unité : GWh

Guadeloupe		Martinique		Guyane		Réunion		Total DOM	
Production brute	Consommation	Production brute	Consommation	Production brute	Consommation	Production brute	Consommation	Production brute	Consommation

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)	197		70		603		690		1 561	
Importations	-		-		-		-		-	
Exportations	-		-		-		-		-	
<b>Total disponibilités (D)</b>	<b>197</b>		<b>70</b>		<b>603</b>		<b>690</b>		<b>1 561</b>	

## Emplois

## Consommation de la branche énergie

Raffinage (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Production d'électricité thermique	-1 921		-1 608		-287		-2 241		-6 058	
Usages internes de la branche (2)		16		26		16		6		65
		109		91		23		133		356
Pertes et ajustement		217		166		87		271		741
<b>Total (A)</b>	<b>-1 921</b>	<b>343</b>	<b>-1 608</b>	<b>283</b>	<b>-287</b>	<b>126</b>	<b>-2 241</b>	<b>410</b>	<b>-6 058</b>	<b>1 162</b>

## Consommation finale énergétique (non corrigée des variations climatiques)

Sidérurgie		-		-		-		-		-
Industrie		92		108		22		219		441
Résidentiel		866		606		290		1 107		2 870
Tertiaire		818		678		450		1 173		3 119
Agriculture		1		4		1		19		25
Transports (hors soutes)		-		-		-		3		3
<b>Total (B)</b>		<b>1 776</b>		<b>1 395</b>		<b>764</b>		<b>2 521</b>		<b>6 456</b>

## Consommation finale non énergétique

<b>Total (C)</b>		-		-		-		-		-
------------------	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---

## Consommation totale d'énergie primaire (non corrigée des variations climatiques)

<b>Total non corrigé (A + B + C)</b>	<b>198</b>		<b>70</b>		<b>603</b>		<b>690</b>		<b>1 561</b>	
--------------------------------------	------------	--	-----------	--	------------	--	------------	--	--------------	--

(P) Hydraulique, éolien, photovoltaïque et géothermique.

(1) Il existe une seule raffinerie en Martinique. Afin de préserver le secret statistique, sa consommation a été regroupée avec les usages internes de la branche énergie.

(2) Dans la branche énergie, on distingue à gauche la consommation des producteurs d'énergie (y compris les raffineries), et à la consommation interne des centrales électriques (auxiliaires, transformateurs primaires) et la consommation de pompage.

Source : calculs SOeS, d'après EDF-SEI

**ANNEXES MÉTHODOLOGIQUES****ANNEXE 1 – LE BILAN DE L'ÉNERGIE : UNE ÉQUATION COMPTABLE**

Le bilan établi chaque année par le Service de l'observation et des statistiques (SOeS) du ministère en charge de l'Énergie respecte, dans la mesure du possible, l'ensemble des recommandations figurant dans le manuel sur les statistiques de l'énergie coédité par l'Agence internationale de l'énergie et Eurostat.

Il est présenté sous la forme d'un tableau comptable, ventilant les approvisionnements, d'une part, et les emplois de l'énergie, d'autre part.

Les approvisionnements sont :

- ✓ la production primaire ;
- ✓ les importations ;

Moins,

- ✓ les exportations ;
- ✓ la variation des stocks (par convention, que celles-ci soient de signe « + » ou « - ») ;
- ✓ les soutes maritimes.

Les emplois sont :

- ✓ la consommation de la branche Énergie ;
- ✓ les pertes sur les réseaux ;
- ✓ la consommation finale énergétique par secteur ;
- ✓ la consommation finale non énergétique.

Le bilan global et le bilan des énergies renouvelables thermiques sont exprimés dans l'unité commune, la tonne équivalent pétrole (tep), tandis que les bilans des autres énergies sont exprimés dans leur unité propre (tonne pour le charbon et le pétrole, giga-watt-heure pour le gaz et l'électricité).

Le bilan énergétique de la France porte aujourd'hui sur le territoire métropolitain, l'objectif étant à moyen terme de produire un bilan pour l'ensemble des DOM et, plus globalement, de la France entière. Depuis 2011, est publié un bilan électrique des DOM qui sera complété à terme par des bilans pour les autres énergies.

Une présentation distincte des estimations entre le secteur résidentiel et le secteur tertiaire, initiée dans le bilan 2011 et portant sur les années 2009 à 2011, a été reconduite en 2012, une présentation séparée a été réalisée au titre des années 2005 à 2008. L'ambition est à terme de reconstituer, si possible, une série complète à partir de 1990, de façon à pouvoir suivre séparément sur longue période l'évolution de la consommation de ces deux secteurs.

L'ensemble des modifications introduites à l'occasion de ce bilan 2012 est présenté en annexe 7.

## ANNEXE 2 – DÉFINITIONS

**Chaleur** : énergie qui peut être produite sous forme d'énergie primaire et secondaire. La chaleur primaire s'obtient à partir de sources naturelles, telles que l'énergie géothermique et solaire. Par convention, la chaleur issue de la fission de combustibles nucléaires est considérée comme une chaleur primaire.

Dans le bilan de l'énergie, on pourrait considérer la chaleur comme une énergie finale et la production de chaleur destinée à la vente comme une industrie de l'énergie. Cette production consomme des combustibles, notamment du gaz, pour fabriquer de la chaleur, chaleur qui est ensuite vendue aux secteurs finals. C'est l'option retenue par les conventions internationales.

Actuellement, le bilan de l'énergie du Service de l'observation et des statistiques (SOeS) ne retient pas cette option, faute d'une connaissance suffisante de la production de chaleur destinée à la vente. En effet, si les consommations d'énergie et les clients des réseaux de chauffage urbain sont eux bien connus grâce à l'enquête du Syndicat national du chauffage urbain et de la climatisation urbaine (SNCU) et si les consommations d'énergie des entreprises produisant de la chaleur par cogénération le sont également grâce aux enquêtes du SOeS, ces enquêtes ne couvrent pas en revanche tous les réseaux de chaleur. Il est donc nécessaire d'améliorer la connaissance de ces réseaux (par exemple, celle des réseaux valorisant les déchets de bois dans une papeterie), préalablement à la création d'une colonne « Chaleur » dans le bilan.

Par ailleurs, et même si le combustible nucléaire est importé, la chaleur nucléaire primaire est considérée comme une ressource nationale, cela conformément à la convention internationale actuellement en vigueur.

La chaleur secondaire s'obtient en brûlant des combustibles primaires classiques et assimilés, tels que le charbon, le gaz naturel, le pétrole, les énergies renouvelables et les déchets. La chaleur est également produite en transformant de l'électricité en chaleur dans des chaudières électriques ou des pompes à chaleur.

**Combustible** : toute substance brûlée pour produire de la chaleur ou de l'électricité. La chaleur est dérivée du processus de combustion, au cours duquel le carbone et l'hydrogène contenus dans la substance combustible réagissent avec l'oxygène pour dégager de la chaleur.

**Combustibles minéraux solides** : ils désignent plusieurs types de charbon et de produits dérivés du charbon. Par convention, les combustibles solides renouvelables, comme le bois de chauffage et le charbon de bois, en sont exclus, ils sont comptabilisés dans la catégorie des énergies renouvelables. Le charbon primaire est un combustible fossile qui revêt généralement l'aspect physique d'un roc brun ou noir et qui est constitué de matière végétale carbonisée. Plus la teneur en carbone du charbon est élevée, plus son rang ou sa qualité sera élevé. Les types de charbon se différencient par leurs caractéristiques physiques et chimiques. Il existe trois grandes catégories de charbon : la houille, le charbon sous-bitumineux et le

lignite. Les produits secondaires ou dérivés incluent, quant à eux, les agglomérés, les briquettes (BKB et briquettes de tourbe), le coke de cokerie, le coke de gaz, mais aussi des gaz manufacturés comme le gaz d'usines à gaz, le gaz de cokerie, le gaz de haut-fourneau et le gaz de convertisseur à l'oxygène.

**Consommation d'énergie primaire** : consommation finale + pertes + consommation des producteurs et des transformateurs d'énergie (branche Énergie). La consommation d'énergie primaire permet de mesurer le taux d'indépendance énergétique national, alors que la consommation d'énergie finale sert à suivre la pénétration des diverses formes d'énergie dans les secteurs utilisateurs de l'économie.

**Consommation finale énergétique** : elle désigne les livraisons de produits à des consommateurs pour réaliser des activités autres que la conversion ou la transformation de combustibles, telles qu'elles sont définies ailleurs dans la structure du bilan. Elle exclut aussi les énergies utilisées en tant que matière première (dans la pétrochimie ou la fabrication d'engrais, par exemple), une utilisation appelée **consommation finale (d'énergie) non énergétique**.

La consommation finale énergétique correspond ainsi à la consommation de toutes les branches de l'économie, à l'exception des quantités consommées par les producteurs et les transformateurs d'énergie (par exemple, la consommation propre d'une raffinerie) et des quantités de produits énergétiques transformés en autres produits. Elle est nette des pertes de distribution (par exemple, les pertes en lignes électriques).

**Consommation finale non énergétique** : certains combustibles peuvent être utilisés à des fins non énergétiques :

- ✓ en tant que matières premières pour la fabrication de produits non énergétiques. L'utilisation des hydrocarbures contenus dans les combustibles en tant que matières premières est une activité presque entièrement limitée aux industries pétrochimiques et de raffinage ;
- ✓ pour leurs propriétés physiques. Les graisses et lubrifiants sont utilisés dans les moteurs en fonction de leur viscosité ; le bitume est utilisé en raison de ses qualités imperméabilisantes et résistantes, pour la couverture des toits et la réalisation de routes ;
- ✓ pour leurs propriétés de solvant. Le white-spirit et d'autres essences industrielles sont utilisés dans la fabrication de peintures et pour le nettoyage industriel.

**Consommation corrigée des variations climatiques** : consommation corrigée des effets de température (voir la méthode présentée en Annexe 4). La consommation observée avant toute correction est en général appelée consommation réelle.

**Électricité** : elle est produite sous forme d'énergie primaire et secondaire. L'électricité primaire s'obtient à partir de sources naturelles telles que l'énergie hydraulique,

éolienne, solaire photovoltaïque, marémotrice ou houlo-motrice. L'électricité secondaire est générée à partir de la chaleur résultant de la fission des combustibles nucléaires, de la chaleur géothermique et solaire, et en brûlant des combustibles primaires classiques et assimilés, tels que le charbon, le gaz naturel, le pétrole, les énergies renouvelables et les déchets.

**Énergie finale ou disponible** : énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence délivrée à la pompe, électricité distribuée au foyer, gaz nécessaire au chauffage d'une serre...).

**Énergie primaire** : énergie brute, c'est-à-dire l'énergie non transformée après son extraction (houille, lignite, pétrole brut, gaz naturel, électricité primaire). En d'autres termes, il s'agit de l'énergie tirée de la nature (soleil, fleuves ou vent) ou contenue dans les produits énergétiques tirés de la nature (comme les combustibles fossiles ou le bois) avant transformation. On considère donc que l'énergie électrique produite à partir d'une éolienne, d'un barrage ou de capteurs photovoltaïques est une énergie primaire. La chaleur primaire est fournie par les réservoirs géothermiques, les réacteurs nucléaires et les panneaux solaires qui convertissent les rayons solaires en chaleur.

**Énergie renouvelable** : énergie dérivée de processus naturels en perpétuel renouvellement. Il existe plusieurs formes d'énergies renouvelables, dérivées directement ou indirectement du soleil ou de la chaleur produite au plus profond de la Terre, notamment l'énergie générée par le soleil, le vent, la biomasse et la biomasse solide, la chaleur terrestre, l'eau des fleuves, des lacs, des mers et des océans, le biogaz et les biocarburants liquides. On distingue l'énergie renouvelable électrique de l'énergie renouvelable thermique. L'énergie renouvelable électrique comprend l'électricité hydraulique, éolienne, marémotrice, le solaire photovoltaïque et la géothermie à haute température. L'énergie renouvelable thermique comprend le bois de chauffage (ramassé ou commercialisé), la géothermie valorisée sous forme de chaleur, le solaire thermique actif, les résidus de bois et de récoltes, les biogaz, les biocarburants et les pompes à chaleur, les déchets urbains et industriels biodégradables (quelle que soit leur nature).

Les déchets sont un combustible composé de matériaux divers issus des déchets de l'industrie, des administrations, des hôpitaux et des ménages, comme le caoutchouc, le plastique, les déchets de combustibles fossiles et d'autres produits semblables. Ils sont soit solides soit liquides, renouvelables ou non renouvelables, biodégradables ou non biodégradables. Par convention, faute de pouvoir distinguer les déchets renouvelables des déchets non renouvelables, n'est comptabilisée en énergie renouvelable que la moitié de l'ensemble des déchets valorisés.

*NB : dans ce document, l'électricité renouvelable est comptabilisée dans le bilan « Électricité ».*

**Énergie secondaire ou dérivée** : toute énergie obtenue par la transformation d'une énergie primaire ou d'une autre énergie secondaire. La production d'électricité en brûlant du fioul en est un exemple. Comme autres exemples, on peut citer les produits pétroliers (secondaires)

issus du pétrole brut (primaire), le coke de cokerie (secondaire) issu du charbon à coke (primaire), le charbon de bois (secondaire) issu du bois de chauffage (primaire), etc. La branche industrielle qui effectue cette transformation est appelée industrie de l'énergie, ou plus simplement branche Énergie.

**Gaz naturel** : comportant plusieurs gaz, il se compose principalement de méthane (CH<sub>4</sub>). Comme son nom l'indique, il est extrait de réserves naturelles souterraines et n'est pas un produit chimiquement unique.

**Pétrole** : mélange complexe d'hydrocarbures liquides – des éléments chimiques contenant de l'hydrogène et du carbone – qui se forme naturellement dans des nappes souterraines présentes dans les roches sédimentaires. Au sens large, il inclut les produits tant primaires (non raffinés) que secondaires (raffinés). Le pétrole brut est la principale matière première qui sert à fabriquer un grand nombre de produits pétroliers. Beaucoup sont destinés à des usages spécifiques, comme l'essence ou les lubrifiants ; d'autres sont destinés à satisfaire des besoins de chauffage en général, comme le gazole ou le mazout.

**Pouvoir calorifique** : quantité de chaleur dégagée par la combustion complète de l'unité de combustible considéré. La notion de pouvoir calorifique ne s'applique donc qu'aux combustibles.

On distingue notamment :

- ✓ le pouvoir calorifique supérieur (PCS) qui donne le dégagement maximal théorique de la chaleur lors de la combustion, y compris la chaleur de condensation de la vapeur d'eau produite lors de la combustion ;
- ✓ le pouvoir calorifique inférieur (PCI), lequel exclut de la chaleur dégagée la chaleur de condensation de l'eau supposée restée à l'état de vapeur à l'issue de la combustion.

*Nota* : dans la pratique, la différence entre PCS et PCI est de l'ordre de grandeur suivant :

- ✓ gaz naturel : 10 % ;
- ✓ gaz de pétrole liquéfié : 9 % ;
- ✓ autres produits pétroliers : 7-8 % ;
- ✓ combustibles solides : 2-5 %.

**Production brute d'électricité** : production mesurée aux bornes des groupes des centrales ; elle comprend, par conséquent, la consommation des services auxiliaires et les pertes dans les transformateurs des centrales.

**Production nette d'électricité** : production mesurée à la sortie des centrales, c'est-à-dire déduction faite de la consommation des services auxiliaires et des pertes dans les transformateurs des centrales.

**Soutes maritimes internationales** : quantités de pétrole utilisées comme combustibles par les navires lors de leurs trajets internationaux (combustibles de soute). Le pétrole ainsi comptabilisé ne fait pas partie de la cargaison du navire. Tous les navires, quel que soit leur pavillon, doivent être pris en compte, dès lors qu'ils effectuent une liaison internationale. Les combustibles de soute utilisés par les navires de pêche sont exclus, car ils sont comptabilisés dans la consommation finale du secteur Agriculture et pêche.

**Stocks** : quantités de combustibles servant à préserver le fonctionnement de l'économie lorsque l'offre et la demande varient de telle sorte qu'elles ne correspondent plus. Les stocks maintenus par les fournisseurs de combustibles et les générateurs d'électricité doivent toujours être compris dans les statistiques nationales sur les combustibles. Les stocks maintenus par les autres consommateurs ne doivent y être inclus que si les chiffres relatifs à la consommation de ces consommateurs se basent sur des enquêtes de consommation réalisées auprès de ces derniers. Les niveaux des stocks au début et à la fin de la période d'analyse sont appelés respectivement « stock initial » et « stock final ». Un flux de combustible découle d'une variation du stock ; c'est elle qui est inscrite dans le compte rendu statistique. Les variations de stocks résultant de leur augmentation (stock final > stock initial) ou de leur diminution (stock initial > stock final) sont appelées respectivement « stockage » et « déstockage ».

**Taux d'indépendance énergétique** : rapport entre la production nationale d'énergies primaires (charbon, pétrole, gaz naturel, nucléaire, hydraulique, énergies renouvelables) et les disponibilités totales en énergies primaires, pour une année donnée. Ce taux peut être calculé pour chacun des grands types d'énergies ou globalement, toutes énergies confondues. Un taux supérieur à 100 % (c'est le cas pour l'électricité) traduit un excédent de la production nationale par rapport à la demande intérieure et donc un solde exportateur.

**Transformation ou conversion d'un combustible** : action consistant à modifier un combustible primaire, par des moyens physiques et/ou chimiques, en un produit énergétique secondaire mieux adapté aux usages auxquels le produit secondaire est destiné. Il s'agit, par exemple, de la fabrication de coke à partir de charbon dans des fours à coke, ou de la production d'électricité à partir de la vapeur générée en brûlant des combustibles.

## ANNEXE 3 - ÉQUIVALENCES ÉNERGÉTIQUES

Les équivalences énergétiques utilisées sont celles que recommandent les organisations internationales concernées (l'Agence internationale de l'Énergie, Eurostat). Le tableau ci-après précise les coefficients d'équivalence entre les unités propres à chaque énergie et tep. Ces coefficients sont systématiquement utilisés dans les publications officielles françaises.

Énergie	Unité physique	gigajoules (GJ) (PCI)	tep (PCI)
<b>Charbon</b>			
Houille	1 t	26	26 / 42 = 0,619
Coke de houille	1 t	28	28 / 42 = 0,667
Agglomérés et briquettes de lignite	1 t	32	32 / 42 = 0,762
Lignite et produits de récupération	1 t	17	17 / 42 = 0,405
<b>Pétrole brut et produits pétroliers</b>			
Pétrole brut, gazole / fioul domestique, produits à usages non énergétiques	1 t	42	1
GPL	1 t	46	46 / 42 = 1,095
Essence moteur et carburéacteur	1 t	44	44 / 42 = 1,048
Fioul lourd	1 t	40	40 / 42 = 0,952
Coke de pétrole	1 t	32	32 / 42 = 0,762
<b>Électricité</b>			
Production d'origine nucléaire	1 MWh	3,6	0,086 / 0,33 = 0,260606...
Production d'origine géothermique	1 MWh	3,6	0,086 / 0,10 = 0,86
Autres types de production, échanges avec l'étranger, consommation	1 MWh	3,6	3,6 / 42 = 0,086
<b>Bois</b>	1 stère	6,17	6,17 / 42 = 0,147
<b>Gaz naturel et industriel</b>	1 MWh PCS	3,24	3,24 / 42 = 0,077

Pour l'électricité, trois cas sont distingués :

- ✓ l'électricité produite par une centrale nucléaire est comptabilisée selon la méthode de l'équivalent primaire à la production, avec un rendement théorique de conversion des installations égal à 33 % ; le coefficient de substitution est donc :  $0,086/0,33 = 0,260606...$  tep/MWh ;
- ✓ l'électricité produite par une centrale à géothermie est elle aussi comptabilisée selon la méthode de l'équivalent primaire à la production, mais avec un rendement théorique de conversion des installations égal à 10 % ; le coefficient de substitution est donc :  $0,086/0,10 = 0,86$  tep/MWh ;
- ✓ toutes les autres formes d'électricité (production par une centrale thermique classique, hydraulique, éolienne, marémotrice, photovoltaïque..., échanges avec l'étranger, consommation) sont comptabilisées selon la méthode du « contenu énergétique à la consommation », en appliquant le coefficient 0,086 tep/MWh.

## ANNEXE 4 - MÉTHODE DE CORRECTION DES VARIATIONS CLIMATIQUES

La consommation d'énergie dépend de la température extérieure : l'utilisation du chauffage lorsqu'il fait froid, de la climatisation lors des périodes de fortes chaleurs. On peut souhaiter neutraliser ce facteur exogène quand on veut analyser les évolutions annuelles de la consommation.

À cette fin, on choisit une référence, par exemple un climat « moyen » sur longue période, et on estime la consommation qui aurait été si les températures de l'année considérée avaient été conformes à ce climat « normal ».

Dans le bilan de l'énergie, seule l'influence des températures basses sur la consommation de chauffage est « neutralisée ». La correction des variations climatiques ne tient pas compte de l'influence des températures élevées sur la consommation des ventilateurs et des climatiseurs. Cette consommation reste faible, même si elle est en progression.

Dès lors, on distingue :

- ✓ la consommation brute, dite encore « à climat réel », ou « non corrigée des variations climatiques » ;
- ✓ et la consommation corrigée des variations climatiques, ou « à climat normal ».

La méthode de correction des variations climatiques présentée ci-dessous est mise en œuvre depuis le bilan de l'année 2005.

**Calcul de l'indice de rigueur**

La correction des variations climatiques se fonde sur la notion de degré-jour unifié (DJU).

Pour chaque jour de l'année, on compare la température observée à un seuil, évalué à 17°C. Plus précisément, on calcule T, moyenne des extrêma des températures sur une journée :

$$T = (T_{\min} + T_{\max}) / 2.$$

Le nombre de degrés-jours de cette journée est égal à  $17 - T$ , si  $T < 17^\circ\text{C}$ , et à 0 dans le cas contraire ( $T > 17^\circ\text{C}$ ).

On calcule ensuite le DJU, la somme des degrés-jours de tous les jours de la « saison de chauffe », correspondant à la période de l'année qui va de janvier à mai et d'octobre à décembre inclus.

En pratique, ce calcul est réalisé pour 22 stations météorologiques, soit une par région métropolitaine. Les résultats de chaque station sont pondérés par la population de la région au recensement de 1999.

On a par ailleurs DJU0, la moyenne des DJU sur la période de référence.

Le ratio DJU/DJU0 est appelé **indice de rigueur** de l'année, il est noté IR. Cet indice de rigueur est fonction du seuil, lequel est fixé arbitrairement à 17°C. En réalité, l'indice de rigueur (et donc la correction) est peu affecté par le choix du seuil.

Si l'IR est supérieur à 1, le climat de l'année considérée aura été plus rigoureux qu'une année moyenne de la période de référence. La consommation de chauffage sera donc supérieure à ce qu'elle aurait été si le climat avait été « normal », c'est-à-dire s'il avait correspondu au climat moyen de la période de référence. La consommation corrigée des variations climatiques sera donc moins importante que la consommation brute.

Inversement, si l'IR est inférieur à 1, le climat de l'année considérée aura été moins rigoureux que celui constaté en moyenne sur la période de référence. La consommation de chauffage sera donc inférieure à ce qu'elle aurait été si le climat avait été « normal ». La consommation corrigée des variations climatiques sera donc plus élevée que la consommation brute.

La période de référence choisie n'est pas constante. Le tableau ci-dessous présente année par année, depuis 1970 (qui correspond à la période de référence), le DJU0 associé, le DJU et l'indice de rigueur de l'année considérée.

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Période trentenaire	1976-2005														
DJU0	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061
DJU	2 275	2 247	2 138	2 343	2 038	2 231	2 194	1 990	2 210	2 263	2 343	2 118	2 045	2 185	2 180
Indice de rigueur	1,104	1,090	1,038	1,137	0,989	1,082	1,065	0,966	1,072	1,098	1,137	1,028	0,992	1,060	1,058

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Période trentenaire	1976-2005														
DJU0	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061	2 061
DJU	2 417	2 265	2 349	1 930	1 904	1 846	2 243	2 069	2 069	1 773	1 896	2 192	1 895	2 003	1 915
Indice de rigueur	1,173	1,099	1,140	0,936	0,924	0,896	1,088	1,004	1,004	0,860	0,920	1,064	0,920	0,972	0,929

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Période trentenaire	1981-2010												
DJU0	2 026	2 026	2 026	2 026	2 026	2 026	2 026	2 026	2 026	2 026	2 026	2 026	2 026
DJU	1 804	1 919	1 720	1 995	2 047	2 049	1 948	1 793	1 939	1 977	2 296	1 645	1 972
Indice de rigueur	0,890	0,947	0,849	0,985	1,010	1,011	0,961	0,885	0,957	0,976	1,133	0,812	0,973

Source : calculs SOEs d'après Météo France

Tableau 65 : En nombre de degrés-jours et indices de rigueur de 1970 à 2012.



### Formule de calcul des consommations CVC

On appelle  $p$  la proportion d'énergie sensible au climat. Comme on ne corrige pas l'impact des températures élevées sur la consommation de ventilation/réfrigération, ce coefficient peut être interprété comme la part des consommations liées au chauffage, à climat normal. Ce coefficient  $p$  est fonction d'une énergie et d'un secteur. Il est utilisé pour passer des consommations brutes aux consommations corrigées des variations climatiques (CVC).

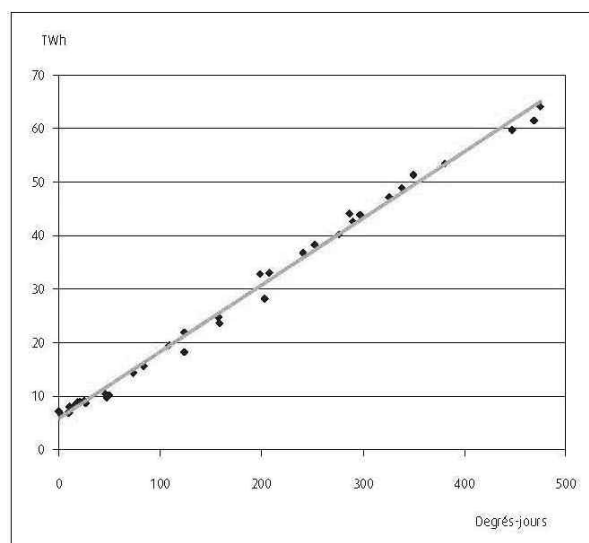
Appelons CR, l'énergie réelle consommée, et CCVC, l'énergie qui aurait été consommée si les températures réelles avaient été conformes aux températures moyennes.

On a par définition :  $CCVC = CR + \text{correction climatique}$ ,

ou encore, série CVC = série brute + CC (correction climatique).

On suppose que la consommation d'énergie qui correspond à l'usage chauffage est sensible au climat, mais que les consommations pour les autres usages ne le sont pas. On suppose également que, pour cette part sensible, l'énergie consommée est proportionnelle au nombre de DJU.

Cette hypothèse est raisonnable comme le montre, à titre illustratif, le graphique suivant.



Source : SOeS

**Graphique 39** : Quantité de gaz distribuée en fonction des degrés-jours du mois entre 2010 et 2012.

Soit  $p$ , la part des consommations sensibles au climat à climat normal et, DJU<sub>0</sub>, le nombre de degrés-jours à climat normal. On considère donc que :

$CR = \text{Consommation non sensible au climat} + \text{Consommation sensible au climat}$   
 $= CCVC (1-p) + y \text{ DJU}$ , où  $y$  est à déterminer.

Si DJU = DJU<sub>0</sub>, alors, par définition, CR = CCVC. On en déduit alors que  $y = p \times CCVC / \text{DJU}_0$ , soit

$$C_R = C_{CVC} \left( 1 - p + p \frac{DJU}{DJU_0} \right)$$

On peut vérifier ainsi que, si DJU = DJU<sub>0</sub>, alors CR = CCVC.

En pratique, cette relation permet de déterminer CCVC à partir de CR, DJU,  $p$  et DJU<sub>0</sub>. Il est donc nécessaire de déterminer  $p$  *ex ante*.

### Coefficient $p$

Le tableau de la page suivante indique le coefficient  $p$  pour chaque énergie x secteur soumis à correction depuis 1970. On remarque que l'industrie et le résidentiel-tertiaire sont les seuls secteurs soumis à correction.

S'agissant des énergies renouvelables pour le résidentiel-tertiaire, seules les séries de consommation de bois et de consommation par les pompes à chaleur sont corrigées. En effet, la production du solaire thermique est fonction de la présence du soleil et non de la température : cette production (et donc la consommation associée qui est par définition égale à la production) ne fait donc pas l'objet d'une correction. Il en est de même de la production des usines d'incinération de déchets : celle-ci est fonction de la quantité de déchets à incinérer. Ce sont les autres énergies qui s'adaptent aux variations de la demande, et donc de la température.

Dans le présent bilan, les consommations finales des secteurs résidentiel et tertiaire sont distinguées depuis 2005 ; les coefficients  $p$  doivent donc eux aussi être distingués. Pour les produits pétroliers, le charbon et les énergies renouvelables, le facteur  $p$  de chacun de ces secteurs est égal à celui de l'ensemble. En revanche, pour le gaz naturel et pour l'électricité, les facteurs  $p$  ont réellement été distingués. Pour chacune de ces deux énergies, le calcul a été effectué avec la contrainte qu'en 2009, la consommation totale du secteur résidentiel-tertiaire ne soit pas impactée par la séparation. Dit autrement, pour l'électricité, la consommation du résidentiel-tertiaire corrigée par application d'un coefficient  $p$  égal à 17 % est égale à la somme de la consommation corrigée du résidentiel par un coefficient  $p$  égal à 20 % et de la consommation du tertiaire corrigée par un coefficient  $p$  égal à 9 %.

En %

Secteur	Énergie	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Industrie (hors sidérurgie)	Gaz naturel	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Industrie (hors sidérurgie)	Produits pétroliers	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Résidentiel-tertiaire	Gaz naturel	40	40	40	55	55	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Résidentiel	Gaz naturel															
Tertiaire	Gaz naturel															
Résidentiel-tertiaire	Produits pétroliers	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Résidentiel-tertiaire	Électricité	0	0	0	0	0	8	9	10	12	13	14	14	16	17	19
Résidentiel	Électricité															
Tertiaire	Électricité															
Résidentiel-tertiaire	Énergies renouvelables	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Résidentiel-tertiaire	Charbon	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

Secteur	Énergie	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Industrie (hors sidérurgie)	Gaz naturel	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Industrie (hors sidérurgie)	Produits pétroliers	25	25	25	20	18	15	15	12	12	12	12	12	12	12	12
Résidentiel-tertiaire	Gaz naturel	60	60	60	60	60	60	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Résidentiel	Gaz naturel															
Tertiaire	Gaz naturel															
Résidentiel-tertiaire	Produits pétroliers	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Résidentiel-tertiaire	Électricité	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19	19	18
Résidentiel	Électricité															
Tertiaire	Électricité															
Résidentiel-tertiaire	Énergies renouvelables	75	75	75	75	75	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Résidentiel-tertiaire	Charbon	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

Secteur	Énergie	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Industrie (hors sidérurgie)	Gaz naturel	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Industrie (hors sidérurgie)	Produits pétroliers	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Résidentiel-tertiaire	Gaz naturel	70	70	70	70	70								
Résidentiel	Gaz naturel						72	72	72	72	72	72	72	72
Tertiaire	Gaz naturel						63	63	63	63	63	63	63	63
Résidentiel-tertiaire	Produits pétroliers	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Résidentiel-tertiaire	Électricité	18	17	17	17	17								
Résidentiel	Électricité						20	20	20	20	20	20	20	20
Tertiaire	Électricité						9	9	9	9	9	9	9	9
Résidentiel-tertiaire	Énergies renouvelables	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Résidentiel-tertiaire	Charbon	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

Source : SOeS

Tableau 66 : Part des consommations dues au chauffage par secteur et énergie de 1970 à 2012.

## ANNEXE 5 - CONTENU DES POSTES DU BILAN DE L'ÉNERGIE

Charbon		Pétrole		Gaz		Électricité		EnRt	Total
Houille, lignite, produits de récupération	Coke, agglomérés	Brut	Raffiné	Naturel	Industriels	Production brute	Consommation		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		(8)	

## Approvisionnement

Production énergie primaire (P)			(21)	(29)			H : (20) N :		
Importations			(22)	(30)					
Exportations				(27)					
Stocks (+ = déstockage, - = stockage) (9)	(23)	(24)	(25)	(26)	(28)				
Soutes maritimes internationales									
<b>Total disponibilités (D)</b>									

<b>Indépendance énergétique (P / D) (10)</b>									
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## Emplois

## Consommation de la branche énergie

Raffinage			(31)	(32)			(45)		
Production d'électricité thermique (1)	(33)			(34)	(35)		(46)		(49)
Usages internes de la branche	(37)	(38)	(48)	(39)	(40)	(41)	(42)	(42 bis)	
Pertes et ajustements (12)	(43)			(44)			(47)		
<b>Total A</b>									

## Consommation finale énergétique (corrigée du climat)

Sidérurgie						(55)			
Industrie					(54)				
Résidentiel - tertiaire	(51)			(52)	(53)				
Agriculture					(61)		(56)		
Transports (13)				(50)			(62)		
<b>Total B</b>									

## Consommation finale non énergétique

<b>Total C</b>		(57)		(58)	(59)	(60)			
----------------	--	------	--	------	------	------	--	--	--

## Consommation totale d'énergie primaire (corrigée du climat)

<b>Total corrigé (A + B + C)</b>									
<i>dont corrections climatiques</i>									

Tableau 67

## Énergies

(1) Houille, lignite et produits de récupération (PR).

(2) Coke, agglomérés : sont inclus les briquettes de lignite, le semi-coke, les goudrons de houille et les brais de houille.

(3) Pétrole brut : correspond au pétrole à traiter en raffinerie, soit le pétrole brut, les condensats et les autres produits à distiller (APD).

(4) Pétrole raffiné : produits issus du raffinage du pétrole brut et hydrocarbures extraits du gaz naturel ; dont, en particulier, le gaz de pétrole liquéfié (GPL) distribué en bouteilles, en vrac ou canalisé.

(5) Gaz naturel : y compris le grisou. Le GPL distribué en réseau est comptabilisé dans les produits pétroliers raffinés.

(6) Gaz industriels : gaz de cokerie, gaz de haut-fourneau et gaz de convertisseur.

(7) Électricité : la production prise en compte est la production « brute », c'est-à-dire avant déduction des consommations des auxiliaires et des transformateurs primaires. Par ailleurs, on appelle **énergie électrique appelée** ou **consommation intérieure d'électricité**, le total des productions brutes d'électricité (case (20), d'une part, et cases (45) et (46) avec le signe inversé, d'autre part), dont sont déduits le solde exportateur et les usages internes indiqués en partie droite de la case (42).

(8) EnRt : énergies renouvelables thermiques autres que l'électricité hydraulique ou marémotrice, l'électricité éolienne, le solaire photovoltaïque et la géothermie (haute température) qui sont comptabilisés au titre de l'électricité. Voir aussi l'Annexe 2.

## Approvisionnement

Comprend, pour les formes primaires de l'énergie, la production nationale, le commerce extérieur et les variations de stocks ; pour les formes dérivées, le commerce extérieur et les variations de stocks.

(9) Variation de stocks des producteurs d'énergie, des importateurs, des transformateurs et des utilisateurs finals (lorsqu'ils sont connus). Les stockages sont précédés du signe « - », et les déstockages du signe « + ».

(10) Indépendance énergétique : rapport, pour une énergie donnée, entre la production d'énergie primaire (P) et le total des disponibilités (D).

(20) H : production hydraulique brute (avant déduction de la consommation des auxiliaires et des transformateurs primaires), y compris celle des auto-producteurs. Les consommations de pompage ne sont pas déduites. Sont également prises en compte dans ce poste les productions d'électricité éolienne, d'électricité marémotrice, du solaire photovoltaïque et de la géothermique (haute température) qui ne sont pas comptabilisées au titre des EnRt.

N : production nucléaire brute (avant déduction de la consommation des auxiliaires et des transformateurs primaires).

(21) Production française de pétrole brut.

(22) Importations de pétrole brut (y compris pour traitement à façon).

(23) Variation des stocks des producteurs, des transformateurs et des gros consommateurs (producteurs d'électricité, sidérurgie).

(24) Variation des stocks des producteurs et de la sidérurgie.

(25) Variation des stocks de brut.

(26) Variation des stocks de produits finis et intermédiaires de raffineries + variation de stock de la distribution et d'EDF.

(27) Exportations de produits pétroliers raffinés, y compris au titre du façonnage pour compte étranger.

(28) Stockage - déstockage déclarés par les gestionnaires de stockage de gaz naturel.

(29) Hydrocarbures extraits du gaz naturel, huiles régénérées et part non biocarburant des additifs (isobutène inclus dans l'ETBE).

(30) Importations de produits raffinés.

## Emplois

Sont comptabilisés les usages, à des fins énergétiques ou non, des produits figurant en colonne. Les consommations de chauffage font l'objet de corrections des variations climatiques (voir l'Annexe 4). Dans cette partie du bilan, les consommations sont comptabilisées positivement, les productions sont précédées du signe (-).

(11) Production d'électricité thermique : consommation de combustibles utilisés pour la production thermique classique (elle comprend aussi les combustibles utilisés pour la production d'électricité au titre d'une activité secondaire, par exemple dans l'industrie). La consumma-

tion des combustibles utilisés pour produire de l'électricité par les raffineries est rattachée à la ligne « raffinage » (incluse dans la case 45).

(12) Pertes et ajustements : ce poste comprend les pertes de réseau (électricité) et les « ajustements statistiques » par énergie correspondant à l'écart entre le total des emplois (A + B + C - les corrections climatiques) et le total des disponibilités (D).

(13) Transports : y compris les soutes aériennes internationales ; les soutes maritimes internationales sont, quant à elles, exclues (elles sont également retirées de l'approvisionnement).

## Consommation de la branche Énergie

(31) Pétrole brut distillé : comprend les importations de pétrole brut (y compris celui utilisé pour le traitement à façon) + la production nationale de pétrole brut + les produits à redistiller + les variations de stocks de pétrole brut.

(32) Production nette des raffineries : correspond au pétrole brut distillé (poste 31), dont sont déduites les consommations propres des raffineries et les pertes, ainsi que le soufre produit en raffinerie. La consommation de produits pétroliers pour l'auto-production d'électricité des raffineries est incluse dans les consommations propres de ces dernières.

(33) Houille et lignite consommés par les centrales thermiques et industrielles.

(34) Produits pétroliers consommés par les centrales thermiques et les centrales industrielles (à l'exception des raffineries).

(35) Gaz naturel consommé pour la production d'électricité par les centrales thermiques, y compris les centrales industrielles.

(37) Enfournement de houille en cokerie et en usines d'agglomération.

(38) Production des cokeries et des usines d'agglomération, y compris la consommation du brai de houille.

*Remarque : la différence entre les cases (37) et (38) comprend les pertes à la transformation de houille en coke et en agglomérés, ainsi que les productions fatales issues de cette transformation (goudrons et gaz). Ces éléments sont donc inclus, sous forme de houille, dans la case (37). La production de gaz de cokeries est incluse en case (41).*

(39) Consommation de produits pétroliers des producteurs d'énergie, à l'exception des raffineries et des centrales électriques : cokeries, usines à gaz.

(40) Usages internes (consommation des compresseurs, chauffage des locaux...), auxquels s'ajoute le solde des échanges de gaz (fourniture du grisou aux cokeries minières, réception de GPL mélangé au gaz dénitrogéné...).

(41) Ce poste ne concerne pas les gaz de haut-fourneau, sauf en ce qui concerne les livraisons de ces gaz aux cokeries. On y ajoute les consommations pour le chauffage des fours et les autres utilisations internes (chauffage des chaudières, des locaux...), ainsi que le solde des échanges de gaz ; la production brute de gaz industriels

(toujours hors gaz de haut-fourneau) est, quant à elle, soustraite.

(42) Comprend la consommation d'électricité d'Eurodif et des producteurs d'énergie (y compris cokeries, usines à gaz, agglomération), mais pas celle des raffineries (qui fait l'objet d'une case spécifique), ni celle du secteur « eau et chauffage urbain ». La consommation interne des centrales électriques (auxiliaires et transformateurs primaires) ainsi que l'électricité utilisée pour le relevage de l'eau (consommation de pompage) figurent à droite de la case.

(42 bis) Autoconsommation en EnRt des unités d'incinération des ordures ménagères (UIOM).

(43) Ajustement statistique, y compris pertes de transports et manutention (pertes à la transformation, voir les cases (37) et (38)).

(44) Ajustements (entre disponibilités et emplois connus).

(45) Autoproduction d'électricité des raffineries.

(46) Ensemble de la production thermique classique brute d'électricité, à l'exclusion de celle des raffineries (comptée en 45).

(47) Pertes du réseau électrique (pertes en ligne et pertes de transformation). Ce poste ne comprend pas les pertes directement liées au processus de production d'électricité qui sont incluses dans la partie droite de la case (42).

(48) Produits recyclés en distillation primaire.

(49) Ce poste correspond aux écarts entre les coefficients de valorisation des combustibles primaires utilisés pour la production d'électricité thermique classique et de valorisation de l'électricité produite.

### **Consommation finale énergétique (corrigée des variations climatiques)**

Dans cette partie du bilan, figure une ventilation des consommations d'énergie correspondant uniquement à des usages énergétiques, elles sont réparties selon la nature des utilisateurs finals. Ces consommations sont présentées corrigées des variations climatiques.

Dans l'industrie, l'énergie utilisée pour la production d'électricité est comptabilisée dans la partie « consommation de la branche énergie, production d'électricité thermique » (case n°11).

(50) L'avitaillement des avions civils (français ou étrangers), dit également « soutes aériennes internationales », est inclus dans ce poste. En revanche, les « soutes maritimes internationales » sont exclues du bilan de l'énergie.

(51) Comprend principalement les consommations de charbon des réseaux de chaleur, quels que soient les clients de ces réseaux – résidentiel, tertiaire ou petite industrie –, ainsi que les consommations « directes » de charbon des secteurs résidentiel et tertiaire.

(52) Les consommations pour des usages militaires sont incluses dans ce poste.

(53) et (54) Les consommations sont, par définition, égales aux livraisons minorées des variations de stocks entre le début et la fin de la période considérée. Faute

d'information sur les variations de stocks, les consommations sont simplement approchées par le biais des livraisons. Les consommations des boulangeries, des pâtisseries et des abattoirs sont incluses dans l'industrie.

(55) En haut et à gauche de la case, figure la consommation de gaz industriels ; en bas et à droite, la production brute de gaz de haut-fourneau et la production récupérée de gaz de convertisseur.

(56) Électricité utilisée dans l'agriculture.

(61) Vente de gaz naturel à l'agriculture.

(62) Comprend essentiellement la consommation d'électricité haute tension des transports ferroviaires (SNCF, RATP et autres).

### **Consommation finale non énergétique**

(57) Consommation de goudrons de houille utilisés à des fins non énergétiques. Ces goudrons sont des produits fatals de la fabrication de combustibles dérivés du charbon (voir les cases (37) et (38)).

(58) Les produits pétroliers utilisés dans la pétrochimie sont principalement le GPL, le naphta et le gazole. L'autoconsommation des vapocraqueurs est comptabilisée dans l'industrie. Les usages non énergétiques des produits pétroliers sont notamment les suivants : bitume pour les routes, lubrifiants pour les moteurs.

(59) et (60) Usages du gaz en tant que matière première dans les industries chimiques et para-chimiques.

### **Consommation totale d'énergie primaire**

Elle correspond à l'ensemble des consommations d'énergie sous forme primaire (c'est-à-dire avant transformation) ou sous forme dérivée.

Par construction, pour une énergie donnée, il n'y a pas d'écart entre le total des emplois (A + B + C - corrections climatiques) et le total des disponibilités (D), l'ajustement ayant été fait sur le poste « pertes et ajustements » du bilan.

### **Nomenclature des secteurs consommateurs**

Dans la partie « Emplois » du bilan, les consommations d'énergie sont ventilées entre certains secteurs consommateurs de la nomenclature des consommations énergétiques (codes NCE (31)) :

- ✓ branche Énergie : E01 à E06, E08 partiel (32) , E09 ;
- ✓ sidérurgie : E16 ;
- ✓ industrie : E12 à E14, E18 à E39 ;
- ✓ résidentiel : E08 partiel, E52 (comprend également des postes hors nomenclature, tels que les consommations énergétique des ménages) ;
- ✓ tertiaire : E07, E08 partiel, E45 à E51, E53 ;
- ✓ transports : comprend notamment E40 à E44 ;
- ✓ agriculture-pêche : E10, E11.

Il faut préciser que le bilan de l'énergie s'intéresse à la fonction de transport, c'est-à-dire à tous les véhicules. Ce secteur couvre tous les transports de personnes et de mar-

chandises pour compte propre ou compte d'autrui. Les consommations des gares et des aéroports sont exclues, elles relèvent du secteur tertiaire. À l'inverse, les consommations de carburants des véhicules de la branche Énergie sont également comptabilisées dans le secteur Transports ; elles sont donc considérées comme une consommation finale.

Les consommations d'énergie (souvent du fioul) du machinisme (agricole, industriel, travaux publics...) sont

comptabilisées dans les secteurs correspondants plutôt que dans le secteur Transport, lequel ne prend pas en compte les déplacements opérés sur le domaine non routier. Les consommations des bateaux de pêche sont comptabilisées dans le secteur Agriculture-pêche, du fait que le déplacement des bateaux est considéré comme un moyen de production (se rendre sur les lieux riches en poissons) et non comme une « fin » en soi.

## ANNEXE 6 – NOMENCLATURE NCE 2008

Nomenclature d'activités économiques pour l'étude des livraisons et des consommations d'énergie 2008 (en abrégé NCE 2008) – Table de correspondance NCE 2008 – NAF rév. 2.

Code NCE 2008	Activité NCE 2008	Code NAF rév. 2	Activité NAF rév. 2
E01	Production de combustibles minéraux solides	05	Extraction de houille et de lignite
E02	Cokéfaction	19.10	Cokéfaction
E03	Extraction d'hydrocarbures	06 09.1	Extraction d'hydrocarbures Activités de soutien à l'extraction d'hydrocarbures
E04	Raffinage de pétrole	19.20	Raffinage de pétrole
E05	Production, transport et distribution d'électricité	35.1	Production, transport et distribution d'électricité
E06	Production et distribution de gaz	35.2	Production et distribution de combustibles gazeux
E07	Production et distribution d'eau	36	Caplage, traitement et distribution d'eau
E08	Chauffage urbain	35.3	Production et distribution de vapeur et d'air conditionné
E09	Production et transformation de matières fissiles et fertiles	20.13A 24.46	Enrichissement et retraitement de matières nucléaires Élaboration et transformation de matières nucléaires
E10	Agriculture, sylviculture	01 02	Culture et production animale, chasse et services annexes Sylviculture et exploitation forestière
E11	Pêche	03	Pêche et aquaculture
E12	Industrie laitière	10.5	Fabrication de produits laitiers
E13	Sucreries	10.81	Fabrication de sucre
E14	Industries alimentaires, hors industrie du lait et du sucre	10, sauf 10.5 et 10.81 11 12	Industries alimentaires Fabrication de boissons Fabrication de produits à base de tabac
E16	Sidérurgie	24.1	Sidérurgie
E18	Métallurgie et première transformation des métaux non ferreux	24.4 sauf 24.46	Production de métaux non ferreux
E19	Production de minéraux divers et extraction de minerais métalliques	07 08 sauf 08.12 09.9	Extraction de minerais métalliques Autres industries extractives Activités de soutien aux autres industries extractives
E20	Fabrication de plâtres, produits en plâtre, chaux et ciments	23.5 23.62	Fabrication de ciment, chaux et plâtre Fabrication d'éléments en plâtre pour la construction
E21	Production d'autres matériaux de construction et de céramique	23 sauf 23.1, 23.5 et 23.62 08.12	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques Exploitation de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin
E22	Industrie du verre	23.1	Fabrication de verre et d'articles en verre
E23	Fabrication d'engrais	20.15	Fabrication de produits azotés et d'engrais
E24	Autres industries de la chimie minérale	20.11 20.13B	Fabrication de gaz industriels Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a.
E25	Fabrication de matières plastiques, de caoutchouc synthétique et de fibres artificielles ou synthétiques	20.16 20.17 20.60	Fabrication de matières plastiques de base Fabrication de caoutchouc synthétique Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques
E26	Autres industries de la chimie organique de base	20.12 20.14 20.20 20.41 20.59 21.10	Fabrication de colorants et de pigments Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base Fabrication de pesticides et d'autres produits agrochimiques Fabrication de savons, détergents et produits d'entretien Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a. Fabrication de produits pharmaceutiques de base

Code NCE 2008	Activité NCE 2008	Code NAF rév. 2	Activité NAF rév. 2
E28	Parachimie et industrie pharmaceutique	20.3 20.42 20.5 sauf 20.59 21.2	Fabrication de peintures, vernis, encres et mastics. Fabrication de parfums et de produits pour la toilette Fabrication d'autres produits chimiques Fabrication de préparations pharmaceutiques
E29	Fonderie, travail des métaux et première transformation de l'acier	24.2 24.3 24.5 25.1 25.21 25.5 25.6 25.7 sauf 25.73A 25.9	Fabrication de tubes, tuyaux, profilés creux et accessoires correspondants en acier Fabrication d'autres produits de première transformation de l'acier Fonderie Fabrication d'éléments en métal pour la construction Fabrication de radiateurs et de chaudières pour le chauffage central Forge, embouissage, estampage ; métallurgie des poudres Traitement et revêtement des métaux ; usinage Fabrication de coutellerie, d'outillage et de quincaillerie Fabrication d'autres ouvrages en métaux
E30	Construction mécanique	25.29 25.3 25.73A 26.51B 26.52 26.7 26.8 28 sauf 28.11 et 28.23 33.12 33.20B 33.20C	Fabrication d'autres réservoirs, citernes et conteneurs métalliques Fabrication de générateurs de vapeur, à l'exception des chaudières pour le chauffage central Fabrication de moules et modèles Fabrication d'instrumentation scientifique et technique Horlogerie Fabrication de matériels optique et photographique Fabrication de supports magnétiques et optiques Fabrication de machines et équipements Réparation de machines et équipements mécaniques Installation de machines et équipements mécaniques Conception d'ensemble et assemblage sur site industriel d'équipements de contrôle des processus industriels
E31	Construction électrique et électronique	26.1 26.2 26.3 26.4 26.6 27 28.23 29.31 32.50A 33.14	Fabrication de composants et de cartes électroniques Fabrication d'ordinateurs et d'équipements périphériques Fabrication d'équipements de communication Fabrication de produits électroniques grand public Fabrication d'équipements d'irradiation médicale, d'équipements électromédicaux et électrothérapeutiques Fabrication d'équipements électriques Fabrication de machines et d'équipements de bureau (à l'exception des ordinateurs et équipements périphériques) Fabrication d'équipements électriques et électroniques automobiles Fabrication de matériel médico-chirurgical et dentaire Réparation d'équipements électriques
E32	Construction de véhicules automobiles et d'autres matériels de transport terrestre	28.11 29.1 29.2 29.32 30.2 30.9 33.17	Fabrication de moteurs et turbines, à l'exception des moteurs d'avions et de véhicules Construction de véhicules automobiles Fabrication de carrosseries et remorques Fabrication d'autres équipements automobiles Construction de locomotives et d'autre matériel ferroviaire roulant Fabrication de matériels de transport n.c.a. Réparation et maintenance d'autres équipements de transport
E33	Construction navale et aéronautique, armement	25.40 26.51A 30.1 30.3 30.4 33.15 33.16	Fabrication d'arme et de munitions Fabrication d'équipements d'aide à la navigation Construction navale Construction aéronautique et spatiale Construction de véhicule militaire de combat Réparation et maintenance navale Réparation et maintenance d'aéronefs et d'engins spatiaux
E34	Industrie textile, du cuir et de l'habillement	13 14 15	Fabrication de textile Industrie de l'habillement et des fourrures Industrie du cuir et de la chaussure
E35	Industrie du papier et du carton	17	Industrie du papier et du carton



Code NCE 2008	Activité NCE 2008	Code NAF rév. 2	Activité NAF rév. 2
E36	Fabrication de produits en caoutchouc	22.1	Fabrication de produits en caoutchouc
E37	Fabrication de produits en plastique	22.2	Fabrication de produits en plastique
E38	Industries diverses	16	Travail du bois et fabrication d'articles en bois et en liège, à l'exception des meubles ; fabrication d'articles en vannerie et sparterie
		18	Imprimerie et reproduction d'enregistrements
		31	Fabrication de meubles
		32 sauf 32.50A	Autres industries manufacturières
		33.11	Réparation d'ouvrages en métaux
		33.13	Réparation de matériels électroniques et optiques
		33.19	Réparation d'autres équipements
		33.20A	Installation de structures métalliques, chaudronnées et de tuyauterie
		33.200	Installation d'équipements électriques, de matériels électroniques et optiques ou d'autres matériels
		38.3	Récupération
E39	Bâtiment et génie civil	41.2	Construction de bâtiments résidentiels et non résidentiels
		42	Génie civil
		43	Travaux de construction spécialisés
E40	Transports ferroviaires	49.1	Transports ferroviaires interurbains
		49.2	Transports ferroviaires de fret
E41	Transports routiers, urbains, par conduite	49.3	Autres transports terrestres de voyageurs
			Transports routiers de fret et services de déménagement
		49.4	Transports routiers de fret et services de déménagement
		49.5	Transports par conduites
E42	Transports fluviaux	50.3	Transports fluviaux de passagers
		50.4	Transports fluviaux de fret
E43	Transports maritimes et navigation côtière	50.1	Transports maritimes et côtiers de passagers
		50.2	Transports maritimes et côtiers de fret
E44	Transports aériens	51	Transports aériens
E45	Télécommunications et postes	53	Activités de poste et de courrier
		61	Télécommunications
E46	Commerce	45 sauf 45.2	Commerce et réparation d'automobile et de motocycles
		46	Commerce de gros, à l'exception des automobiles et des motocycles
		47	Commerce de détail, à l'exception des automobiles et des motocycles
E47	Hébergement et restauration	55	Hébergement
		56	Restauration
E48	Enseignement	85	Enseignement
E49	Santé	75	Activité vétérinaires
		86	Activités pour la santé humaine
		87.1	Hébergement médicalisé
E50	Services marchands divers (hors santé et enseignement)	41.1	Promotion immobilière
		45.2	Entretien et réparation de véhicules automobiles
		52	Entreposage et services auxiliaires des transports
		58	Édition
		59	Production de films cinématographiques, de vidéo et de programmes de télévision ; enregistrement sonore et édition musicale
		60	Programmation et diffusion
		62	Programmation, conseil et autres activités informatiques
		63	Services d'information
		64	Activités des services financiers, hors assurance et caisses de retraite

## BILAN ÉNERGÉTIQUE DE LA FRANCE POUR 2012

161

Code NCE 2008	Activité NCE 2008	Code NAF rév. 2	Activité NAF rév. 2
		65	Assurance
		66	Activités auxiliaires de services financiers et d'assurance
		68	Activités immobilières
		69	Activités juridiques et comptables
		70	Activités des sièges sociaux ; conseil de gestion
		71	Activités d'architecture et d'ingénierie ; activités de contrôle et analyses techniques
		73	Publicité et études de marché
		74	Autres activités spécialisées, scientifiques et techniques
		77	Activités de location et location-bail
		78	Activités liées à l'emploi
		79	Activités des agences de voyage, voyagistes, services de réservation et activités connexes
		80	Enquête et sécurité
		81	Services relatifs aux bâtiments et aménagement paysager
		82	Activités administratives et autres activités de soutien aux entreprises
		87 sauf 87.1	Hébergement social
		88	Action sociale sans hébergement
		90	Activités créatives, artistiques et de spectacle
		91	Bibliothèques, archives, musées et autres activités culturelles
		92	Organisation de jeux de hasard et d'argent
		93	Activités sportives, récréatives et de loisirs
		95	Réparation d'ordinateurs et de biens personnels et domestiques
		96	Autres services personnels
E51	Administrations et services non marchands	72	Recherche-développement scientifique
		84	Administration publique et défense ; sécurité sociale obligatoire
		94	Activités des organisations associatives
		97	Activités des ménages en tant qu'employeurs de personnel domestique
		99	Activités des organisations et organismes extraterritoriaux
E52	Ménages		
E53	Assainissement, gestion des déchets et dépollution	37	Collecte et traitement des eaux usées
		38 sauf 38.3	Collecte, traitement et élimination des déchets
		39	Dépollution et autres services de gestion des déchets

## Notes :

n.c.a. : non classé ailleurs.

Il n'y a pas de codes E15, E17 et E27 dans la NCE 2008.

Source : SOeS

## ANNEXE 7 – MODIFICATIONS APPORTÉES AU BILAN 2012

**Présentation séparée résidentiel-tertiaire**

Afin de poursuivre le travail réalisé dans le cadre du « Bilan énergétique de la France pour 2011 », les consommations finales énergétiques des secteurs résidentiel et tertiaire sont distinguées sur la période 2005-2012 pour toutes les énergies.

**Électricité**

S'agissant de la consommation d'électricité, une nouvelle règle a été adoptée, qui consiste :

- ✓ à affecter au résidentiel, non plus la totalité de la consommation en basse tension (tension inférieure à 36 KVA, hors consommation de l'agriculture), mais le seul « usage domestique » de la basse tension ;
- ✓ et donc à affecter au tertiaire, les autres usages de la basse tension (« usages professionnels », « services publics », « éclairage public ») lesquels étaient affectés précédemment au résidentiel.

Si l'ensemble « résidentiel et tertiaire » reste donc à périmètre constant, la part du résidentiel y passe de 70 à 53 %.

**Produits pétroliers**

*Soutes maritimes* : dans les bilans précédents, la totalité des soutes maritimes était affectée aux soutes internationales du fait qu'aucune source ne permettait d'évaluer les soutes nationales. Une étude réalisée par le Citepa (Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique) a permis d'estimer à un peu plus

de 6 % la part de la consommation des soutes nationales dans le total des soutes maritimes. Cette consommation concerne le transport fluvial et côtier, notamment entre la Corse et le continent.

En conséquence, les soutes maritimes internationales sont légèrement minorées par rapport au bilan précédent ; *a contrario*, la consommation de produits pétroliers dans les transports est légèrement majorée. La réropolation a été effectuée depuis 2002.

*Coke de pétrole à usage non énergétique* : une quantité non négligeable de coke de pétrole est utilisée comme matière première pour la fabrication d'électrodes. Elle est désormais comptabilisée dans la consommation non énergétique de produits pétroliers et est donc soustraite de la consommation finale énergétique du secteur de l'industrie. La réropolation a été effectuée depuis 2002.

**Énergies renouvelables**

La production des pompes à chaleur aérothermiques a été revue à la baisse. Des travaux méthodologiques portant sur la chaleur renouvelable produite par les pompes à chaleur sont en cours.

S'agissant de la filière solaire thermique, la série a été révisée suite à l'application d'une nouvelle méthode de comptabilisation préconisée par Eurostat. Par ailleurs, des coefficients d'ensoleillement régionaux ont été introduits.

Concernant la géothermie profonde, des données de l'AFPG (Association française des professionnels de la géothermie) ont permis de compléter les données pour les installations n'alimentant pas un réseau de chaleur. La série a ainsi été révisée.

## SIGLES ET ABRÉVIATIONS

Ademe	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AIE	Agence internationale de l'énergie
ARA	Anvers, Rotterdam, Amsterdam
BCIAT	Biomasse chaleur industrie agriculture tertiaire
CAF	Coût, assurance, fret
CCG	Cycle combiné au gaz
Ceren	Centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie
Cesi	Chauffe-eau solaire individuel
CMS	Combustibles minéraux solides
Copacel	Confédération française de l'industrie des papiers, cartons et celluloses
CPDP	Comité professionnel du pétrole
CRE	Commission de régulation de l'énergie
CVC	Corrigé des variations climatiques
DOM	Département d'outre-mer
DGEC	Direction générale de l'Énergie et du Climat
EDF	Électricité de France
ELD	Entreprises locales de distribution
EMHA	Ester méthylique d'huile animale
EMHU	Ester méthylique d'huile usagée
EMHV	Ester méthylique d'huile végétale
EnR	Énergie renouvelable
EnRé	Énergies renouvelables électriques
EnRt	Énergies renouvelables thermiques
ERDF	Électricité réseau distribution France
ETBE	Ethyl-tertio-butyl-éther
FAB	Franco à bord
FBCF	Formation brute de capital fixe
FMI	Fonds monétaire international
FOD	Fioul domestique
GES	Gaz à effet de serre
GNL	Gaz naturel liquéfié
GNV	Gaz naturel pour véhicules
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
IAA	Industrie agroalimentaire
IGCE	Industries grosses consommatrices d'énergie
Insee	Institut national de la statistique et des études économiques
IPI	Indice de la production industrielle
MBtu	Million de <i>British thermal units</i>
Mt	Million de tonnes
Mtep	Million de tonnes équivalent pétrole
NBP	<i>National Balancing Point</i>
NCE	Nomenclature d'activités économiques pour l'étude des livraisons et consommations d'énergie
nd	Non disponible
ns	Non significatif
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
Opep	Organisation des pays exportateurs de pétrole

PAC	Pompe à chaleur
PCI	Pouvoir calorifique inférieur
PCS	Pouvoir calorifique supérieur
PIB	Produit intérieur brut
PNA	Plan d'action national en faveur des énergies renouvelables
PPI	Programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité
PR	Produits de récupération
RTE	Réseau de transport d'électricité
SEI	Systèmes énergétiques insulaires
Snet	Société nationale d'électricité et de thermique
SP95-E10	Sans plomb 95 - éthanol 10 %
SSC	Système solaire combiné chauffage et eau chaude
TCAM	Taux de croissance annuel moyen
TICPE	Taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques
TIPP	Taxe intérieure des produits pétroliers
UCTE	Union pour la coordination du transport d'électricité
UE	Union européenne
UIOM	Unité d'incinération des ordures ménagères

## EN SAVOIR PLUS

Le « Bilan énergétique de la France pour 2012 » est l'une des publications majeures du Commissariat général au Développement durable (CGDD) du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE) dans le domaine de l'énergie. Il ne s'agit pas toutefois de la seule, et le lecteur recherchant d'autres éléments d'informations sur l'énergie et le climat les trouvera sans doute dans les références suivantes :

**Références électroniques**

Site du Service de l'observation et des statistiques, rubrique « Énergies et Climat » :

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/energie-climat/966.html>

Catalogue du CGDD :

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Catalogues-du-CGDD.html>

Site de la Direction générale de l'Énergie et du Climat (DGEC) :

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-Air-et-Climat-.html>

**Références statistiques**

Les « Repères » sont des fascicules de petit format faciles à transporter qui rassemblent les données essentielles dans chacun des domaines de compétence du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE). La sous-direction des Statistiques de l'Énergie édite et met à jour annuellement les trois « Repères » suivants :

« Chiffres clés de l'énergie » : dernière édition parue en décembre 2012 ;

« Chiffres clés du climat » : dernière édition parue en décembre 2012 ;

« Chiffres clés des énergies renouvelables » : première édition parue en juin 2013.

Les « Chiffres & statistiques » présentent deux types de données : les chiffres conjoncturels présentés sous forme de tableaux et de graphiques qui sont accompagnés de commentaires courts, synthétiques et descriptifs, ou bien des premiers résultats d'enquête ou d'exploitation de fichiers administratifs à périodicité annuelle. La sous-direction des Statistiques de l'Énergie édite et met à jour annuellement les « Chiffres & statistiques » suivants :

✓ « Les émissions de CO<sub>2</sub> dues à la combustion d'énergie dans le monde » : dernière édition parue en janvier 2013 ;

✓ « Les ventes de produits pétroliers : résultats par produit et par département » : dernière édition parue en décembre 2012 ;

✓ « Enquête annuelle sur le marché du gaz naturel » : dernière édition parue en décembre 2012 ;

✓ « L'activité de la pétrochimie en France », dernière édition parue en novembre 2012 ;

✓ « Prix du gaz et de l'électricité dans l'Union européenne », dernière édition parue en novembre 2012.

Elle édite également deux publications conjoncturelles :

✓ « La conjoncture énergétique », qui paraît onze fois dans l'année (à l'exception du mois d'août) ;

✓ « Le tableau de bord trimestriel éolien - photovoltaïque ».

Les « Le Point sur » abordent, sous un angle analytique, un point particulier sur un sujet donné dans les domaines d'intervention du MEDDE. La sous-direction des Statistiques de l'Énergie édite et met à jour annuellement un « Le Point sur » synthétisant les principaux enseignements du « Bilan énergétique de la France ». Au titre des thématiques traitées, peuvent être citées :

✓ « Les immatriculations de véhicules équipés de motorisations alternatives » : parution en octobre 2012 ;

✓ « Les Français et l'énergie » : parution en août 2012 ;

✓ « Les émissions directes de CO<sub>2</sub> des ménages selon leur localisation » : parution en août 2012 ;

✓ « La production d'électricité en région » : parution en mars 2012 ;

✓ « Le gaz naturel liquéfié, un intérêt stratégique majeur, limité par des contraintes économiques » : parution en avril 2011 ;

✓ « Les consommations finales d'énergie en région » : parution en janvier 2011.

**Références de la DGEC (MEDDE)**

✓ « Pétrole, gaz, énergies décarbonées : rapport sur l'industrie ». Ce rapport paraît chaque année au même moment que le bilan énergétique de la France ;

✓ « Rapport Énergies 2050 : les différents scénarios de politique énergétique pour la France » ;

✓ « 2020-2050 : vers une économie sobre en carbone » ;

✓ « Programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité », « Programmation pluriannuelle des investissements de production de chaleur », « plan indicatif pluriannuel des investissements dans le secteur du gaz » : ils font l'objet d'un renouvellement à chaque mandature, les derniers datent de 2009.

**LES SOURCES**

Ce bilan énergétique de la France pour 2012 a été réalisé par le SOeS avec, en particulier, l'aide ou les données des organismes suivants :

**Ademe** : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie  
<http://www.ademe.fr>

**AFPG** : Association française des professionnels de la géothermie  
[www.afpg.asso.fr](http://www.afpg.asso.fr)

**AIE** : Agence internationale de l'énergie  
<http://www.iea.org>

**Andra** : Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs  
<http://www.andra.fr>

**CEA** : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives  
<http://www.cea.fr>

**Ceren** : Centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie  
<http://www.ceren.fr>

**CFBP** : Comité français du butane et du propane  
<http://www.cfbp.fr>

**Citepa** : Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique  
<http://www.citepa.org>

**CPDP** : Comité professionnel du pétrole  
<http://www.cpdp.org>

**Credoc** : Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie  
<http://www.credoc.fr>

**DGEC** : Direction générale de l'énergie et du climat  
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Energie-Air-et-Climat->

**Douanes (DGDDI)** : Direction générale des douanes et droits indirects  
<http://www.douane.gouv.fr>

**EDF** : Électricité de France  
<http://www.edf.fr>

**Epex** : European Power Exchange  
[http://www.epexspot.com/fr/epex\\_spot\\_se](http://www.epexspot.com/fr/epex_spot_se)

**ERDF** : Électricité réseau distribution France  
<http://www.erdfdistribution.fr>

**Eurostat** : Office statistique de l'Union européenne  
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

**FFA** : Fédération française de l'acier  
<http://www.acier.org/>

**GDF-Suez**  
<http://www.gazdefrance.fr>

**Insee** : Institut national de la statistique et des études économiques  
<http://www.insee.fr>

**Ministère de la défense** :  
<http://www.defense.gouv.fr/>

**Observ'ER** : Observatoire des énergies renouvelables  
<http://www.energies-renouvelables.org>

**RTE** : Réseau de transport d'électricité  
<http://www.rte-france.com>

**SNCU/Fedene** : Syndicat national du chauffage urbain et de la climatisation urbaine  
<http://www.fedene.fr>

**Snet** : Société nationale d'électricité thermique (E.ON France)  
<http://www.eon-france.com>

**SNPAA** : Syndicat national des producteurs d'alcool agricole  
<http://www.alcool-bioethanol.net/>

**SSP** : Service de la statistique et de la prospective (Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt)  
<http://agreste.agriculture.gouv.fr/>

## Notes

- (1) Source : SOeS, Compte du logement 2011 et premiers résultats 2012.
- (2) Coût, assurance et fret (CAF).
- (3) *National Balancing Point* (NBP), à Londres, principal marché de gros en Europe.
- (4) Contrairement à la France, où le nombre réduit d'acteurs rend confidentielle l'information, l'Allemagne peut rendre public son prix à l'importation. Il est repris ici à titre d'exemple d'un prix moyen réel, moins volatil que les prix spot du fait qu'il prend en compte des contrats à long terme.
- (5) Source DGDDI/DSEE (Direction générale des Douanes et des Droits indirects / Département des Statistiques et des Études économiques).
- (6) Qui comprend, par exemple, le naphta utilisé pour la production de plastiques, les bitumes utilisés pour la confection de routes, le gaz naturel utilisés pour la fabrication d'engrais, etc.
- (7) La production brute française de gaz naturel est estimée à 7,9 TWh en 2012, dont une partie seulement (5,8 TWh) est injectée sur les réseaux de transport.
- (8) Par convention.
- (9) Ce coefficient exprime l'aptitude du parc à fournir de l'énergie, qu'elle soit ou non appelée par le réseau électrique. Les périodes d'indisponibilité comprennent les arrêts programmés, pour entretien ou renouvellement des combustibles, et les arrêts non programmés (incidents).
- (10) La consommation intérieure brute est égale à la production totale brute diminuée du solde exportateur.
- (11) Dans ce bilan, les flux utilisés pour déterminer les importations et les exportations d'électricité concernent les flux physiques et non les flux contractuels. Ils sont la somme des flux transitant sur les lignes RTE (lignes d'interconnexion référencées par l'Union pour la coordination de transport de l'électricité (UCTE) et autres lignes transfrontalières), des flux transitant sur les réseaux de distribution et des compensations au titre des droits d'eau. Dans cette définition, les flux sont affectés, tant en provenance qu'en destination, au pays frontalier et non au pays réellement consommateur ou producteur de l'électricité échangée, des flux qui parfois ne font que transiter par le pays frontalier.
- (12) BBC : bâtiment basse consommation.
- (13) CRE : Commission de régulation de l'énergie.
- (14) Sous-produit de l'industrie de la pâte à papier.
- (15) Copacel : Union française des industries des cartons, papiers et celluloses.
- (16) Hors routes maritimes internationales.
- (17) Sans tenir compte des variations de stocks chez les consommateurs finals.
- (18) Construction comprise. L'évolution notée ici provient des indices de la production industrielle publiés par l'Insee en mars 2013.
- (19) Hors biocarburants.
- (20) La consommation d'électricité primaire se compose de la consommation brute de la branche Énergie et de la consommation finale énergétique, desquelles on soustrait la production thermique classique brute d'électricité (retracée dans le bilan de l'énergie comme une consommation négative d'électricité au sein de la branche Énergie). Elle englobe également la production primaire brute (nucléaire, hydraulique, éolienne, photovoltaïque et géothermique), diminuée du solde exportateur d'électricité.
- (21) Guadeloupe, Martinique, Guyane et Réunion. Le bilan électrique n'intègre pas encore Mayotte, qui est devenue département d'outre-mer et région d'outre-mer le 31 mars 2011. Les données portant sur la Guadeloupe incluent Saint-Martin et Saint-Barthélemy, deux collectivités d'outre-mer (COM) distinctes et formant, avant février 2007, un seul arrondissement de la Guadeloupe.
- (22) Par convention, la moitié de la production d'électricité à partir de l'incinération d'ordures ménagères est considérée comme renouvelable. Elle est affectée à la catégorie « Biomasse ».
- (23) Énergies renouvelables thermiques.
- (24) Certaines consommations d'énergies renouvelables thermiques échappent en tout ou partie aux circuits commerciaux. Les estimations les concernant sont donc particulièrement fragiles, tant en niveau qu'en évolution, faute de données fiables disponibles. Les importations d'énergies renouvelables, qui étaient auparavant négligeables, s'élèvent en 2009 à 0,4 Mtep, essentiellement en biocarburants d'origine européenne.
- (25) Année de référence pour la directive EnR (2009/28/CE).
- (26) Consommation finale d'énergie : consommation totale d'énergie primaire diminuée de la consommation de la branche Énergie (centrales électriques, raffineries, consommation internes et pertes).
- (27) Qui comprend, par exemple, le naphta utilisé pour la production de plastiques, les bitumes utilisés pour la confection de routes, le gaz naturel utilisé pour la fabrication d'engrais, etc.
- (28) Les résultats relatifs à la structure de l'activité de transports proviennent de la publication du SOeS, « Les comptes des transports en 2012 – Premiers résultats », *RéférenceS*, avril 2013.
- (29) On définit l'intensité énergétique comme le rapport entre la consommation d'énergie (primaire ou finale), corrigée des variations climatiques, et le PIB exprimé en volume. L'intensité énergétique exprime donc la quantité d'énergie nécessaire à l'économie pour produire une unité de PIB. Pour l'énergie finale, on ne prend pas en compte les usages non énergétiques.
- (30) *Le chiffre du commerce extérieur*, DGDDI-Douanes, février 2013.
- (31) Voir l'Annexe 5 pour la correspondance avec la nomenclature d'activités française.
- (32) Partiel. Le bilan de l'énergie affecte la consommation des combustibles utilisés dans les réseaux de chaleur au secteur final qui consomme cette chaleur (principalement résidentiel et tertiaire). En cas de cogénération, la partie du combustible utilisée pour la production d'électricité est affectée à la ligne production d'électricité du bilan (ligne production d'électricité thermique).



## Biographies des auteurs

### BARBAULT Robert

Robert Barbault est professeur émérite à l'Université Pierre et Marie Curie. Il est membre de l'*Academia Europaea*. Il a dirigé le département Écologie et Gestion de la Biodiversité du Muséum de 2002 à 2012.

Spécialiste de la biodiversité, de sa dynamique et des questions que sa conservation soulève, il préside depuis 2002 le comité français du programme international de l'Unesco sur l'homme et la biosphère (MAB).

Il est l'auteur de nombreux ouvrages sur l'écologie et la biodiversité.

### BÉRIOT Nicolas

Nicolas Bériot est depuis 2009 secrétaire général de l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC – [www.onerc.gouv.fr](http://www.onerc.gouv.fr)). Il dirige le pôle Adaptation au changement climatique, au sein de la direction générale de l'Énergie et du Climat du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie ; il est point focal français du GIEC.

Auparavant, il a exercé des fonctions à Météo-France, a eu en charge la direction de services météorologiques territoriaux en métropole et outre-mer (2001-2009), de la météorologie militaire (1995-2001) et de services d'observation spatiale et de traitement de l'information. Il a été consultant en organisation et chargé de projets d'ingénierie à l'export (1989-1995). Il a une formation initiale de météorologue et est ingénieur des Ponts, des Eaux et des Forêts.

### CHARREYRON-PERCHET Anne

Anne Charreyron-Perchet est actuellement chargée de mission stratégique ville durable au Commissariat général au Développement durable, un service du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

De formation urbaniste, elle a préalablement exercé différentes fonctions au sein de ce ministère tant au niveau opérationnel qu'en matière de recherche. Ses activités antérieures l'ont également amenée à travailler à l'international, dans des pays en développement où elle a piloté plusieurs projets de coopération dans le domaine urbain et participé à des actions menées en liaison avec la Banque Mondiale.

Au niveau européen, Anne Charreyron-Perchet a été, au titre de précédentes fonctions, en charge de la coordination pour la France des programmes de recherche européens en matière de transport, de construction et d'environnement urbain. Elle continue à participer à des plates-formes d'échanges et à intervenir comme expert auprès de la Commission européenne.

### DRON Dominique

Dominique Dron est ingénieure générale des Mines et agrégée de Sciences naturelles. Précédemment directrice

générale déléguée de l'Ifremer, puis Commissaire générale au Développement durable, elle est aujourd'hui chargée de la préparation du Livre blanc français sur le financement de la transition écologique.

### JUFFÉ Michel

Michel Juffé est Président du conseil scientifique de l'Association française pour la prévention des catastrophes naturelles (AFPCN).

Il a été précédemment :

- ✓ conseiller du Vice-président du Conseil général de l'Environnement et du Développement durable, au ministère en charge de l'Écologie (2003-2010) ;
- ✓ Professeur de sociologie à l'École Nationale des Ponts et Chaussées (1992-2006) ;
- ✓ Professeur associé à l'Université de Marne-la-Vallée (1998-2004) ;
- ✓ Professeur associé au Conservatoire national des arts et métiers (1990-1998) ;
- ✓ Conseiller de direction auprès d'entreprises publiques, de collectivités territoriales et d'organisations internationales (1982-1997).

Il est l'auteur, notamment, de : *À corps perdu* (sur les accidents du travail), Seuil, 1980 ; *Les fondements du lien social*, PUF, 1995 ; *Pouvoirs et valeurs dans l'entreprise*, ESKA, 1996 ; *La tragédie en héritage, de Freud à Sophocle*, Eshel, 1999 ; *Expériences de la perte*, direction du colloque de Cerisy (août 2004), PUF, 2005 ; *Quelle croissance pour l'humanité ?*, L'Harmattan, 2012.

### JUVIN Hervé

Hervé Juvin est un écrivain français que ses activités ont conduit à travailler en Asie, en Inde, en Afrique et en Amérique du Nord.

Président d'Eurogroup Institute, il a consacré quatre essais aux changements fondamentaux que vit l'humanité en moins d'une génération ; le dernier, intitulé *La Grande Séparation – Pour une écologie des civilisations*, a été publié chez Gallimard, en octobre 2013.

### LAGANIER Richard

Professeur de Géographie à l'Université Paris Diderot, Richard Laganier est membre de l'UMR PRODIG. Il est également Président du Comité national français de Géographie, membre du Conseil scientifique de l'Association française de Prévention des Catastrophes naturelles (AFPCN), du Plan Loire, de l'Agence de l'eau Seine-Normandie et membre du conseil d'administration de l'École d'architecture Paris-Val-de-Seine.

Son activité de recherche porte de façon privilégiée sur l'articulation entre risque et territoire, sur l'évaluation de

la territorialisation des politiques publiques environnementales et sur la résilience urbaine.

Il est l'auteur ou co-auteur de nombreux ouvrages et articles, dont *Resilience and urban risk management* (2012, CRC Press), *Atlas des risques en France : Prévenir les catastrophes naturelles et technologiques* (2013, Autrement), *Territoires, inondation et figures du risque. La prévention au prisme de l'évaluation* (2006, L'Harmattan).

### NIEL Jean-Christophe

Jean-Christophe Niel est Ingénieur général des Ponts, des Eaux et des Forêts et est Docteur en physique théorique.

Il a occupé diverses fonctions et responsabilités dans le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection à l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) et à l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) en appui technique de l'ASN.

Il est aujourd'hui Directeur général de l'ASN.

### NUSSBAUM Roland

Roland Nussbaum est directeur de la Mission des sociétés d'assurance pour la connaissance et la prévention des risques naturels ([www.mrn.asso.fr](http://www.mrn.asso.fr)), et ce, depuis sa création en 2000 par la FFSA (Fédération Française des Sociétés d'Assurances) et le GEMA (Groupement des Entreprises Mutuelles d'Assurances). Membre fondateur du Conseil de gestion de l'Observatoire National des Risques Naturels ([www.onrn.fr](http://www.onrn.fr)), il a exercé dans l'ingénierie industrielle, l'assurance des grands risques industriels, puis comme expert auprès des services de la Commission européenne, au sein de la direction générale du Marché intérieur et des Services financiers, avant d'être responsable des Affaires économiques et de la Réassurance du GEMA, puis de porter les projets de l'association MRN (Mission Risques Naturels) et de l'ONRN (Observatoire National des Risques Naturels). Ingénieur diplômé de MinesParisTech et titulaire d'un HEC Executive MBA, il intervient dans plusieurs cursus en gestion des risques et assurance de l'Enseignement supérieur, il est l'auteur de nombreux articles et il exerce des mandats électifs dans diverses instances associatives (comme l'AFPCN (Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles) et l'AFPS (Association Française pour le Génie Parasismique)).

### TANGUY Jean-Michel

Jean-Michel Tanguy est actuellement conseiller du directeur de la Recherche et de l'Innovation au ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. Il a passé la majorité de sa carrière à travailler dans le domaine de l'eau et du risque inondation, en partie au Québec, tout d'abord en tant que chercheur, puis comme responsable du département Recherche du CETMEF. Après un passage au CETE Méditerranée, il a installé le Service Central d'Hydrométéorologie et de Prévision des Inondations (SCHAPI), dont il a été le premier directeur.

Il a ensuite rejoint le Commissariat général au Développement durable, où aujourd'hui il pilote un dossier sur la résilience des territoires et conduit une réflexion sur l'impact des technologies de l'information et de la com-

munication sur les activités des organismes du réseau scientifique et technique du ministère, avec notamment le développement de *wikis* consacrés à l'eau, à l'adaptation au changement climatique, à la biodiversité et à l'utilisation des réseaux sociaux pour améliorer la résilience des territoires.

### TISSERON Serge

Serge Tisseron est psychiatre et psychanalyste, docteur en psychologie habilité à diriger des recherches (HDR). Il s'est fait connaître en publiant sa thèse de médecine sous la forme d'une bande dessinée (1975), puis en découvrant, en 1983, le secret de famille de Hergé uniquement à partir de la lecture des albums de Tintin, soit quatre ans avant que la réalité de ce secret ne soit confirmée. Ses recherches portent sur trois domaines : les secrets de famille liés aux traumatismes et leurs répercussions à l'échelle de plusieurs générations, les relations que nous établissons avec les diverses formes d'images, et la façon dont les nouvelles technologies bouleversent notre rapport aux autres, à nous-mêmes, au temps, à l'espace et à la connaissance. Il a publié une trentaine d'essais, notamment un *Que sais je ?* (PUF) consacré à la résilience. Ses livres sont traduits dans quatorze langues. Il est fréquemment sollicité comme expert par les différents ministères.

Site : [sergetisseron.com](http://sergetisseron.com)

### VALANTIN Jean-Michel

Jean-Michel Valantin est docteur en études stratégiques et sociologie de la défense. Il est spécialiste de sécurité environnementale. Il a publié plusieurs ouvrages sur ces questions, dont le dernier, intitulé *Guerre et Nature, l'Amérique prépare la guerre du climat*, vient d'être publié.

### WINTER Laurent

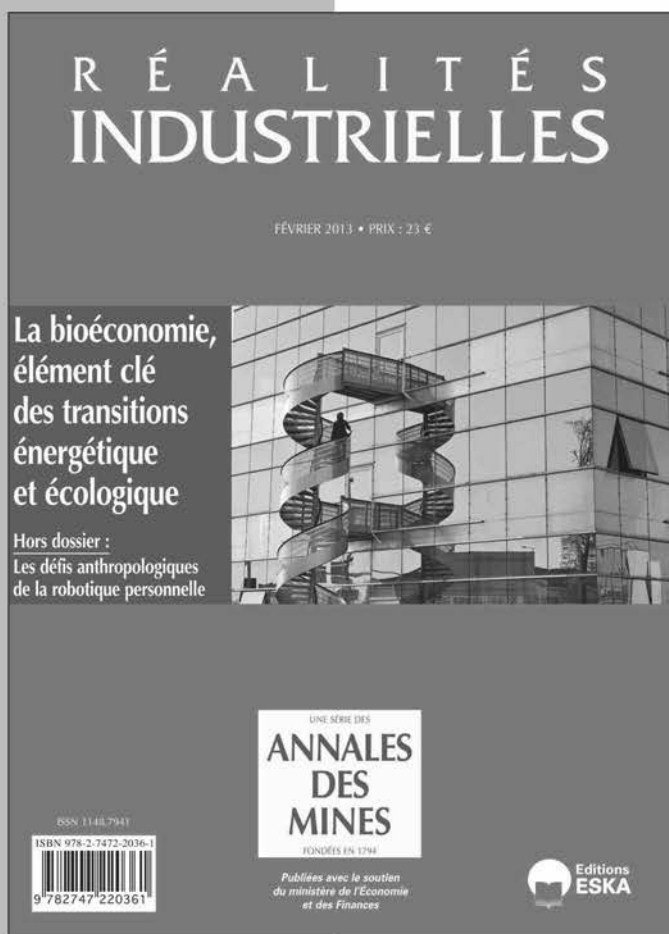
Ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, et titulaire d'un MS in city planning de l'Université de Californie (Berkeley), Laurent Winter est ingénieur général des Ponts, des Eaux et des Forêts.

Après avoir occupé plusieurs postes en administration centrale et dans les services déconcentrés des ministères chargés du Développement durable et de l'Industrie, Laurent Winter a été successivement chargé de la coordination interministérielle en matière de sécurité nucléaire civile au Secrétariat général du Gouvernement (Premier ministre), rapporteur extérieur à la Cour des comptes en charge de missions sur les groupes La Poste et Caisse des dépôts et consignations, puis directeur en charge des grands projets d'infrastructures de transport à la mission d'appui des partenariats public-privé (ministère de l'Économie) et, enfin, membre permanent du Conseil général de l'Environnement et du Développement durable, avec des missions portant principalement sur les financements de projets publics d'infrastructures et sur les réseaux de transport et de services publics.

# R É A L I T É S INDUSTRIELLES

une série des Annales des Mines

## S O M M A I R E LA BIOÉCONOMIE, ÉLÉMENT CLÉ DES TRANSITIONS ÉNERGÉTIQUE ET ÉCOLOGIQUE



Avant-propos - *Arnaud Montebourg*

### Partie 1 : L'état de l'art et les perspectives

La bioéconomie aujourd'hui, et ses perspectives de développement -

*Frédéric Sgard et Yuko Harayama*

Les verrous scientifiques et technologiques dans la phase conceptuelle de la biologie de synthèse - *François Képès*

Les applications industrielles de la bioinformatique - *Jean-Philippe Vert*

Inextricably bound: measurement and the bioeconomy - *Emily M. Leproust,*

*Derek Lindstrom, Maurice Sanciaume et Stephen Laderman*

### Partie 2 : Les secteurs industriels porteurs et leurs technologies phares

#### 2.1. L'énergie

Les biofuels de deuxième génération (2G) : un accélérateur de la transition énergétique vers une économie H<sub>2</sub> énergie - *Olivier Delabroy*

Les perspectives de la biologie de synthèse dans la production de carburants issus de la biomasse - *Vincent Schächter*

#### 2.2. La chimie

Vers une chimie biosourcée - *Olivier Appert et Fabio Alario*

#### 2.3. La santé

Les virus de synthèse et leurs perspectives thérapeutiques – Le point de vue de la nano-médecine - *Thierry Fusai*

Virus recombinants et virus synthétiques - *Ali Saïb*

#### 2.4. Les semences et les nouvelles variétés végétales

Notre patrimoine génétique végétal est-il menacé par les biotechnologies ? - *Dominique Planchenault*

### Partie 3 : Enjeux économiques, stratégiques et nouvelles frontières sociétales

Les contours d'une bioéconomie soutenable - *Dominique Dron*

Les usages non alimentaires de la biomasse - *Christophe Attali*

Les enjeux de la normalisation dans la transition vers la bioéconomie -

*Françoise Roure*

L'impact de la bioéconomie sur le secteur de la défense-sécurité : l'exemple de la biologie de synthèse - *Patrice Binder*

Biologie de synthèse et questions de société - *Alexei Grinbaum*

### HORS DOSSIER

Les défis anthropologiques de la robotique personnelle - *Gérard Dubey*

*Le dossier est coordonné par Françoise ROURE*

FÉVRIER 2013  
ISSN 1148.7941  
ISBN 9-2-7472-2036-1

Editions  
ESKA

## BULLETIN DE COMMANDE

A retourner aux Éditions ESKA, 12, rue du Quatre-Septembre, 75002 PARIS

Tél. : 01 42 86 55 65 - Fax : 01 42 60 45 35 - <http://www.eska.fr>

Je désire recevoir ..... exemplaire(s) du numéro de *Réalités Industrielles* Février 2013 « La bioéconomie, élément clé des transitions énergétique et écologique » (ISBN 978-2-7472-2036-1) au prix unitaire de 23 € TTC.

Je joins  un chèque bancaire à l'ordre des Éditions ESKA

un virement postal aux Éditions ESKA CCP PARIS 1667-494-Z

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville .....

## For our English-speaking readers...

### RESILIENCE: MORE THAN A FAD?

Issue editors: Dominique Dron and Michel Juffé

#### Editorial

Pierre Couveinhes

### 1. Why has the concept of resilience become so important?

#### *Resilience of, to and for what?*

Michel Juffé

"Resilient" is too often used as a qualifier applied to anything: to be fit, a person, institution, land or firm needs but be resilient. However an entity of whatever sort can be resilient – or shock-resistant – only as a function of what it deems necessary or worth preserving from eventual deterioration or destruction. A precondition for this is to precisely identify the sources of danger and mobilize the means for coping, lest the word "resilient" merely amount to media hype or a cheap form of self-satisfaction. In each case, three questions should be asked: resilience... of what? for what? to what?

#### *Resilience, a public policy objective and tool: Its appearance in France and prospects*

Dominique Dron

After being mainly used in science (since the 1960s) and then shifting to refer to ecosystems threatened by human activities, the word "resilience" has been cropping up in official texts and speeches in French since the turn of the century – even as events linked to the climate, economy and geopolitics signal a new era with unprecedented conditions. Given this context perceived as a menace by society, usage of this word has broadened. It now suggests new ways for understanding and managing phenomena based on contrasting the set "system-cooperation-resilience-long run" with "sector-competition-performance-now", whence the need for new tools, even in finance and the realm of symbols.

#### *Forms of resilience: Ambiguities and expectations*

Serge Tisseron

Although the word, present in France for about ten years now, has been so overused that some people are reluctant to use it, it would be a shame were we to give up on "resilience". Once defined with all its versatile meanings, this word seems to provide us with a single concept for understanding several disturbing events. It thus resembles use of the concept "renaissance" to refer to the events that shaped Europe between 1450 and 1550. Like the Renaissance, the current period is marked by major scientific and technological discoveries and by new forms of awareness that entail deep changes. A new attitude toward life is emerging that affects all disciplines and is shaping a new global landscape where the ability to bounce back from trials and hardships is a key value.

#### *The sustainable and unsustainable in relation to resilience and geostrategy*

Jean-Michel Valantin

Resilience has become a theme in debates about not only sustainable development but also national defense and security. We thus see how contemporary societies have, since the end of the Cold War, become aware of their vulnerability. The understanding of this vul-

nerability has evolved along with the geostrategic context. The latter has been determined, for a long time, by nuclear deterrence but, in recent years, by a juncture of factors having to do with societal fragility, scarcer resources and climate change. This chain of strategic factors has put the fate of humanity at stake and, for sixty years now, motivated usage of the word "resilience". The current situation, where human and environmental disequilibria are accumulating, has become a major issue in discussions about resilience.

### 2. Resilience and vulnerability: Coping by sector, or globally?

#### *After Fukushima: The resilience of nuclear power plants must be reinforced*

Jean-Christophe Niel

Despite the safety measures adopted to design, build and operate nuclear installations, the risk of accidents can never be eliminated. It is, therefore, worthwhile to regularly plan, test and overhaul the arrangements for coping with a radioactive emergency, even the most improbable one. The French Nuclear Security Authority (ASN) is overseeing the implementation of a procedure for continuously improving safety at nuclear power plants so as to prevent accidents and limit their consequences. Following the Fukushima catastrophe, the ASN imposed significantly tighter safety margins by, in particular, establishing a "hard core" of measures for making installations more robust in extreme situations.

#### *Local resilience: An initial diagnosis*

Jean-Michel Tanguy and Anne Charreyron-Perchet

Given a context marked by socioeconomic changes and the increasing vulnerability of local areas to natural, technological or health hazards, resilience is necessary for moving beyond crises and helping local authorities work out a long-term view that envisions risks as well as the local forces and potential for bouncing back after a crisis. By involving all stakeholders – elected officials, citizens, businesses – in anticipating events, strategies based on resilience can stimulate local areas and open new prospects for development. Beyond sectoral approaches, an integrated procedure must take under consideration the locality in all its dimensions: economic, social and environmental.

#### *The vulnerability and resilience of networks during natural catastrophes*

Laurent Winter

Several major, recent natural catastrophes in Europe and the world have shed light on how vulnerable modern societies are to natural phenomena of major intensity. Technological developments and the interdependence of networks could be aggravating factors in emergencies of this sort. Public authorities have, till now, preferred restrictions on building permits; and network operators have the duty to see to it that, in a crisis, the population's basic needs are satisfied and operations resume as soon as possible, eventually in stages. Although all stakeholders take into account "classical" risks such as floods or earthquakes, disturbances of the climate with increasing frequency and intensity (storms, heavy precipitation, extreme temperatures) are emerging risks for which strategies based on resilience must be worked out. In addition, a thorough socioeconomic assessment of programs based on resilience should be made.

### ***The resilience of societies seen through the insurance industry — A international comparison***

Roland Nussbaum

Insurance is the major financial tool that households and businesses can use to reinforce their resilience for coping with catastrophes. Why are inhabitants, businessmen and local authorities with equivalent risk profiles and standards of living placed in quite different situations with respect to resilience? Can these differences be set down to the local characteristics of insurance, in particular the degree of market penetration? History is repeating itself. After every large-scale disaster, these questions re-ignite the debate about how to make insurance a more accessible and affordable means of prevention for everyone — at the level of the nation, the EU and UN. A few methods for international comparisons are proposed before a conclusion is drawn about how international actions could cause positions to change in matters related to risk-sharing.

### **3. Resilience, culture and institutional practices**

#### ***Resilience and adaptation to climate changes: A global question or a sectoral problem?***

Nicolas Bériot

Adaptation is a necessity for dealing with climate change (a now confirmed phenomenon) and its predicted intensification. It lies at the center of sectoral and broader analyses conducted at various geographical scales. Given the uncertainty surrounding the future climate and our systemic weaknesses, these studies lead to developing resilience — to actions that, beyond deterministic measures, seek to foster an "aptitude to adapt" to various future possibilities. Society can come out of this process of preparing for an adaptation to climate change stronger and more robust, better aware of its margins of maneuver and its limitations, fitter for taking advantage of new contexts. There are, however, limits to the adaptation of natural and human systems. Protecting the "climate system" by reducing the emission of greenhouse gases is still a top priority.

#### ***Resilience and the adaptability of ecosystems***

Robert Barbault

Ecology, the science of interactions between living beings and their environment, emerged at the start of the 20th century. It has been marked by the ideal of an equilibrium. Introduced by Darwin, the

idea of the adaptability of organisms and species and of the systems they form with their environment opened the way for the concept of resilience to gradually evolve. The emergence of the topic of biodiversity following the Rio-de-Janeiro Earth Summit in 1992, along with current concerns about global changes and the waning of biodiversity, has revived interest in resilience as a property attributed to communities of species or ecosystems. Attention has thus been focused on the sudden upheaval when a state of equilibrium shifts.

#### ***Resilience and identity: What does ethnology tell us about the economic resilience of contemporary societies?***

Hervé Juvin

Ethnology calls into question developed societies' widely shared certitudes because it describes the resilience of "other" societies and the conditions for it. Some of its conclusions contradict the prevailing economic dogma, and others strongly criticize, and thus warn us about, this dogma's social and political effects. What if the price of our quest for infinite growth were an accelerated destruction of our societies and their cultures, and of civilizations in general?

#### ***Improving the conditions of urban resilience in a plural world: The challenges and a strategy under constraint***

Richard Laganier

The implementation of the Hyogo Framework for Action, 2005, is intended to be a universal response for building cities that can bounce back from crises. This call for urban resilience, if it is not mere incantation or pure theory, urges us to delimit the concept so as to better understand the issues and their practical implications. How to propose a shared vision that, transcultural and universal, takes into account the variety of cultures and behaviors in the face of danger as well as the many local constraints that have arisen as the Hyogo framework is actually applied?

### **Miscellany**

#### ***France's energy balance sheet for 2012***

Sous-direction des Statistiques de l'Énergie relevant du Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) au sein du Commissariat général au Développement durable du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

## An unsere deutschsprachigen Leser...

### DIE RESILIENZ : MEHR ALS EINE MODE ?

#### Leitartikel

Pierre Couveinhes

#### 1 : Warum wird dem Begriff der Resilienz heute eine solche Bedeutung zuerkannt ?

##### Die Resilienz : wovon, wogegen und wozu ?

Michel Juffé

Der Begriff der Resilienz wird zu oft verwendet, um alles Mögliche zu bezeichnen. Demnach müsste eine Person, eine Institution, ein Territorium, ein Unternehmen, um in guter Verfassung zu sein, lediglich ... resilient sein.

Nun kann eine Entität, welcher Art auch immer, nur in Abhängigkeit von dem, was sie für notwendig oder wert erachtet, vor möglichen Verschlimmerungen oder Zerstörungen bewahrt zu werden, resilient sein, d.h. Schocks standhalten.

Allerdings ist es auf der Basis dieser Einschätzung notwendig, die Gefahrenquellen genau zu identifizieren und die Mittel zu mobilisieren, die gegen sie eingesetzt werden müssten, denn sonst bleibt es bei Äußerungen, die nur auf Wirksamkeit bedacht sind, oder bei wohlfeiler Selbstzufriedenheit.

Daher ist es in jedem besonderen Fall von Nutzen, sich die folgenden drei Fragen zu stellen : Resilienz... wovon, wogegen und wozu ?

##### Die Resilienz : ein Ziel und ein Instrument staatlicher Politik

##### Zum bisherigen Gebrauch des Konzepts in Frankreich und einige Perspektiven

Dominique Dron

Nach einem im Wesentlichen wissenschaftlichen Gebrauch (seit den 1960er Jahren), insbesondere in der Beschreibung der Ökosysteme, die durch menschliche Tätigkeiten bedroht sind, erschien das Konzept „Résilience“ in öffentlichen französischen Texten und Diskursen im Laufe des ersten Jahrzehnts des Jahrhunderts, als die klimatischen, wirtschaftlichen und geopolitischen Veränderungen den Beginn einer Periode markierten, die von ganz neuen Bedingungen geprägt ist. Dieser neue Kontext, der als Bedrohung für die Gesellschaften angesehen wird, führt dazu, dass dieser Begriff immer umfassender wird. In diesem Zusammenhang entwickeln sich auch neue analytische und planerische Denkansätze, die der Verknüpfung von „Sektor-Wettbewerb-Leistungsfähigkeit-Kurzfristigkeit“ diejenige von „System-Kooperation-Resilienz-Langfristigkeit“ entgegensetzen. Hieraus entsteht ein Bedarf an neuen Instrumentarien, auch hinsichtlich der Finanzen und der Symbolik.

##### Resilienzen : Ambiguitäten und Hoffnungen

Serge Tisseron

Das Wort „Résilience“, das in Frankreich vor etwa zehn Jahren in Gebrauch kam, ist inzwischen dermaßen überstrapaziert worden, dass manche heute zögern, es weiterhin zu verwenden. Es wäre aber schade, darauf zu verzichten. Denn ist die Bedeutungsvielfalt des Begriffs erst erkannt, könnte es möglich werden, mittels eines einzigen Konzepts über eine große Anzahl von Umwälzungen nachzudenken, die wir erleben – ein wenig wie der Begriff der Renaissance die

Veränderungen bezeichnet, die in Europa zwischen 1450 und 1550 eintraten. Ebenso wie die Renaissance ist die heutige Zeit sowohl von bedeutenden wissenschaftlichen und technologischen Entdeckungen als auch von Erkenntnissen geprägt, die tief greifende Veränderungen herbeiführen. Eine neue Einstellung zum Leben kommt zum Durchbruch. Sie kommt in allen Disziplinen zum Tragen und lässt eine neue globale Landschaft entstehen, in der die Fähigkeit, erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden, zu einem Referenzwert wird.

##### Das Haltbare und das Unhaltbare auf dem Gebiet der Resilienz und der Geostrategie

Jean-Michel Valantin

Der Begriff der Resilienz ist heute ein integrierender Bestandteil der Debatten, in denen es nicht nur um Nachhaltigkeit, sondern auch um Fragen der Verteidigung und der Sicherheit geht. Dies ist bezeichnend für die Art, in der die zeitgenössischen Gesellschaften sich ihrer Verwundbarkeit seit dem kalten Krieg bewusst geworden sind. Die Einsicht in diese Verwundbarkeit hat sich mit dem geostrategischen Kontext entwickelt, der lange Zeit von der nuklearen Abschreckung beherrscht war, und der seit einigen Jahren durch eine Konstellation von sozialen Problemen, Ressourcenkrisen und klimatischen Veränderungen geprägt ist. Diese Verkettung von strategischen Situationen, die für das Schicksal der Menschheit entscheidend sind, erweitert seit sechzig Jahren den Umfang des Begriffs der Resilienz. Die aktuelle Konstellation, in der gesellschaftliche Ungleichgewichte zu neuen ökologischen Ungleichgewichten hinzukommen, wird zu einem immer wichtigeren Themenkomplex der Resilienzdebatte, denn es entstehen neue Spannungen, aber auch „neue Zukünfte“.

#### 2 : Resilienz und Verwundbarkeiten : sektorische Politiken oder globale ?

##### Nach Fukushima : die Resilienz der Atomkraftwerke muss verstärkt werden

Jean-Christophe Niel

Trotz aller Vorsichtsmaßnahmen, die hinsichtlich der Konzeption, des Baus und des Betriebs der Atomkraftwerke getroffen wurden, kann ein Unfall nie ausgeschlossen werden ; die Vorkehrungen zur Bewältigung eines Strahlennotstands, selbst eines höchst unwahrscheinlichen, müssen geplant, getestet und regelmäßig überprüft werden.

Die französische Behörde für nukleare Sicherheit (ASN) ist mit der Überwachung der ständigen Bemühungen um ein verbessertes Sicherheitsniveau der nuklearen Anlagen betraut, um Unfälle besser zu verhüten und deren eventuelle Folgen zu begrenzen. Seit dem Atomunfall von Fukushima hat die ASN eine beträchtliche Erhöhung der Sicherheitsmargen verordnet, insbesondere dank der Einführung eines „harten Kerns“ von Maßnahmen, die die Widerstandskraft der Anlagen in Extremsituationen verstärken sollen.

##### Die territoriale Resilienz : eine erste Diagnose

Jean-Michel Tanguy und Anne Charreyron-Perchet

Da die Territorien immer verwundbarer gegenüber Risiken natürlichen, technologischen oder sanitären Ursprungs sind und sich in einem Kontext wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Wandels befinden, bedarf es der territorialen Resilienz als einer Strategie zur Überwindung von Krisensituationen, um die Territorien in eine längerfristige Vision einzubeziehen, die Risiken integriert und sich auf lokale Kräfte und Potenzialitäten stützt.

Wenn die territorialen Dynamiken reaktiviert werden, wenn alle betroffenen Akteure impliziert werden (Volksvertreter, wirtschaftliche Akteure, Bevölkerung) und Antizipationsgeist bewiesen wird, können die Resilienzstrategien dem Territorium wieder neue Impulse verleihen und Entwicklungsperspektiven eröffnen. Über die sektoriellen Sichtweisen hinaus erfordern sie ein Denken, das das Territorium in allen seinen Dimensionen – wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen – integrierend betrachtet.

### **Verwundbarkeit und Resilienz der Netze gegen Naturrisiken**

Laurent Winter

Mehrere große Naturkatastrophen, die sich in den letzten Jahren in Europa und in der Welt ereignet haben, machen die Verwundbarkeit der modernen Gesellschaften gegenüber natürlichen Phänomenen großer Intensität bewusst und zeigen, dass in solchen Fällen die technologische Entwicklung und die Interdependenz zwischen den Netzen erschwerende Faktoren sein können. Die öffentlichen Behörden, die bisher eine Politik der Begrenzung der Baugenehmigungen privilegiert haben, und die Netzbetreiber haben die Aufgabe, in Krisensituationen die wichtigsten Bedürfnisse der Bevölkerung zu befriedigen und für eine schnellstmögliche Wiederaufnahme der wirtschaftlichen Tätigkeit zu sorgen, eventuell in reduzierter Leistungsfähigkeit. Aber wenn die Akteure gewissen „klassischen“ Risiken (Überschwemmungen, Erdbeben) nunmehr Rechnung tragen, so stellen klimatische Störungen, die in Häufigkeit und Intensität zunehmen (Stürme, starke Niederschläge, Extremtemperaturen) neue Risiken dar, denen mit Resilienzstrategien begegnet werden muss, die noch zu verfeinern sind. Außerdem müsste die sozioökonomische Evaluierung der Resilienzprogramme vertieft werden.

### **Die Resilienz der Gesellschaften unter dem Gesichtspunkt der Versicherung : ein internationaler Vergleich**

Roland Nussbaum

Die Versicherung ist das wichtigste Finanzinstrument, über das die Haushalte und Unternehmen verfügen, um ihre Resilienz in Katastrophenfällen zu verstärken (UNISDR, 2013). Warum werden Bewohner, wirtschaftliche Akteure und Territorien bei gleichen Lebensniveaus und Risikoprofilen so unterschiedlichen Situationen der Resilienzkapazität zugeordnet ? Lassen sich diese Unterschiede durch lokale Eigenschaften der Versicherung erklären (insbesondere durch den Grad der Marktdurchdringung) ? Die Geschichte wiederholt sich : nach jeder größeren Katastrophe lassen diese Fragen eine gesellschaftliche Debatte wieder aufleben, die darauf abzielt, diesen Finanzdienst dazu zu befähigen, als Anreiz zu einer Verhütung zu dienen, die zugänglicher und erschwinglicher für alle ist, sei es auf nationaler oder nunmehr auch auf europäischer Ebene oder im Einvernehmen der Vereinten Nationen. Einige Ansätze für internationale Vergleiche werden hier vorgeschlagen, bevor zum Abschluss geprüft wird, ob die internationale Politik dazu fähig ist, die Aufteilung der Risiken neu zu bestimmen.

## **3 : Resilienzkulturen und institutionelle Praktiken**

### **Resilienz und klimatische Anpassung : eine globale Frage oder eine sektorische Problematik ?**

Nicolas Bériot

Der nunmehr als Tatsache erwiesene Klimawandel und seine vorausichtliche Verschärfung machen Anpassungsstrategien notwendig. Diese erfordern sektorische Analysen, aber auch allgemeinere Analysen auf den verschiedensten Ebenen. In einem Kontext von Unsicherheiten über das zukünftige Klima und die systemischen Brüche führen diese Studien zur Entwicklung der Resilienz, d.h. zu Vorgehensweisen, die nicht auf deterministische Maßnahmen beschränkt sind, sondern die eher auf die Entwicklung der „Fähigkeit zur Anpassung“ an mögliche Zukunftsszenarien abzielen. Die Gesellschaft kann aus einem solchen Prozess der Vorbereitung auf

die Klimaveränderung gestärkt hervorgehen, da sie widerstandsfähiger ist, Handlungsspielräume und Abhängigkeiten besser einschätzen kann und in die Lage versetzt wird, aus neuen Kontexten Vorteil zu ziehen. Die Anpassung der natürlichen und menschlichen Systeme hat jedoch auch Grenzen ; der Schutz des Klimasystems durch die Verringerung des Ausstoßes an Treibhausgasen wird weiterhin oberste Priorität haben.

### **Resilienz und Anpassungsfähigkeit der Ökosysteme**

Robert Barbault

Als Wissenschaft von den Wechselwirkungen zwischen den Lebewesen und ihrem Milieu war die Ökologie (die sich zu Beginn des 20. Jhs entwickelte) vom Traum des Gleichgewichts geprägt. Die von Darwin begründete Idee des Anpassungsvermögens der Organismen, der Arten und der Systeme, die sie mit ihrem Milieu bilden, schuf die Voraussetzungen für die progressive Herausbildung des Begriffs der Resilienz (HOLLING, 1973).

Die wachsende Bedeutung des Konzepts der Artenvielfalt nach dem Erdgipfel von Rio-de-Janeiro (1992) und die sich heute mehrenden Besorgnisse über die globalen Veränderungen und die Erosion der Artenvielfalt haben ein neues Interesse an den Eigenschaften der Resilienz motiviert, die den verschiedenen Arten und den Ökosystemen zugesprochen wird, und deren Wirkung in Situationen, in denen sich ein brutales Umkippen von einem Gleichgewichtszustand in einen anderen vollzieht, zunehmend Beachtung erweckt.

### **Resilienz und Identität : Was lehrt uns die Ethnologie über die wirtschaftliche Resilienz der heutigen Gesellschaften ?**

Hervé Juvin

Die Ethnologie stellt die Gewissheiten, die im allgemeinen von den entwickelten Gesellschaften geteilt werden, in Frage, denn sie weist die Resilienz der „anderen“ Gesellschaften nach und beschreibt deren Bedingungen. Manche ihrer Aussagen widersprechen den geltenden ökonomischen Dogmen. Andere beklagen mit besonderer Schärfe die politischen und sozialen Folgen dieser Dogmen, um uns vor ihnen zu warnen. Und wenn unser Streben nach unendlichem Wachstum mit der zunehmenden Zerstörung unserer Gesellschaften, ihrer Kulturen und der Zivilisationen im Allgemeinen bezahlt werden müsste ?

### **Verbesserte Bedingungen für die urbane Resilienz in einer Welt der Vielfalt : die Herausforderungen und eine Strategie unter Zwang**

Richard Laganier

Die Einführung des Rahmenprogramms von Hyogo im Jahr 2005 wollte eine universelle Antwort sein, die darauf abzielte, Städte zu bauen, die den vielfältigen bedrohlichen Krisen standhalten können. Wenn der Wunsch, urbane Resilienz zu verwirklichen, nicht nur eine einfache Beschwörungsformel oder reine Theorie bleiben soll, müssen wir das Konzept in seiner ganzen Tragweite definieren, um die damit verbundenen Herausforderungen und die praktischen Implikationen besser zu erfassen. Folglich stellt sich die Frage, wie eine gemeinsame Vision vorgeschlagen werden kann, die kulturübergreifend und universal ist, d.h. die der Vielfalt der Kulturen und der Verhaltensweisen angesichts der Gefahren sowie den vielfachen lokalen Zwängen Rechnung trägt, die zum Zeitpunkt der territorialen Umsetzung der Vision von Hyogo zu Tage treten ?

## **ZUSATZ**

### **Die Energiebilanz Frankreichs für 2012**

Sous-direction des Statistiques de l'Énergie relevant du Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) au sein du Commissariat général au Développement durable du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

Koordinierung der Beiträge von Dominique Dron und Michel Juffé

## A nuestros lectores de lengua española...

### LA RESILIENCIA, ¿ALGO MÁS QUE UNA MODA?

*Editorial*

Pierre Couveinhes

#### 1: ¿Por qué actualmente el concepto de resiliencia es tan importante?

##### *La resiliencia, ¿hasta qué punto y para qué?*

Michel Juffé

El término *Resiliente* se utiliza frecuentemente como un calificativo aplicable a todo. De esta forma, para que las cosas funcionen bien, bastaría con que una persona, institución, territorio, empresa, etc. fuese resiliente.

Ahora bien, una entidad, cualquiera que sea, solo puede ser resiliente, es decir resistir a los choques, dependiendo de lo que se considere necesario o digno de ser protegido de posibles daños o destrucciones.

De todos modos, tras realizar esta estimación, se debería identificar claramente las fuentes de peligro y poner en marcha los medios para afrontarlas, de lo contrario solo quedarían las intenciones o la auto-complacencia de bajo coste.

De ahí la utilidad de plantearse las tres preguntas siguientes, para cada caso particular: resiliencia... ¿de qué? ¿Por qué? ¿Frente a qué?

##### *La Resiliencia, un objetivo y una herramienta de política pública*

##### *Su aparición en Francia y algunas perspectivas*

Dominique Dron

Tras una existencia puramente científica (desde los años 1960) y orientado hacia ecosistemas amenazados por las actividades humanas, el término "resiliencia" ha aparecido en los textos y en el lenguaje público francés durante la primera década del siglo XXI, cuando los fenómenos climáticos, económicos y geopolíticos anunciaban la entrada en un período con condiciones inéditas. Este nuevo contexto, considerado como una amenaza para las sociedades, provoca un uso cada vez mayor de este concepto. Se acompaña de enfoques nuevos en términos de comprensión y gestión que enfrentan el conjunto "sistema-cooperación-resiliencia-largo plazo" al conjunto "sector-competición-rendimiento-instante". De ahí parte la necesidad de nuevos instrumentos, incluso en materias financiera y simbólica.

##### *Ambigüedades y esperanzas sobre las resiliencias*

Serge Tisseron

El término "Resiliencia", que apareció en Francia hace unos diez años, ha sido utilizado de tantas formas que algunos ya dudan en utilizarlo. No obstante, sería una lástima dejar de usarlo. En efecto, una vez definidas sus diferentes acepciones, este término nos permite agrupar, bajo un solo concepto, un gran número de cambios que atravesamos; de la misma forma que el término Renacimiento designa los cambios que han afectado Europa entre 1450 y 1550. Al igual que el Renacimiento, el período actual se caracteriza a la vez por importantes descubrimientos científicos y tecnológicos y por tomas de conciencia que originan cambios profundos. Una nueva actitud frente a la vida está surgiendo. Afecta todas las disciplinas y plantea un nuevo panorama global en el que la capacidad de superar las pruebas se convierte en un valor de referencia.

### *Lo admisible e inadmisible en materias de resiliencia y geoestrategia*

Jean-Michel Valantin

La noción de Resiliencia se integra actualmente a los debates no sólo sobre el desarrollo sostenible, sino también sobre las cuestiones de defensa y seguridad. Esto revela la forma en que las sociedades modernas han tomado conciencia de su vulnerabilidad desde la guerra fría. La comprensión de esta vulnerabilidad ha evolucionado con el contexto geoestratégico, que durante mucho tiempo estuvo dominado por la disuasión nuclear y que, desde hace algunos años, se ve afectado por el encuentro entre la fragilidad social, crisis de recursos y cambio climático. Esta secuencia de situaciones estratégicas que ponen en juego el destino de la humanidad alimenta, desde hace sesenta años, la noción de resiliencia. La configuración actual, donde los desequilibrios humanos se combinan con nuevos desequilibrios ambientales, se ha convertido en un importante desafío en términos de resiliencia, en razón de las nuevas tensiones, pero también de los "nuevos futuros" que surgen.

### 2: Resiliencia y vulnerabilidades, ¿tratamientos sectoriales o mundiales?

##### *El mundo post-Fukushima, la resiliencia de las centrales nucleares debe ser reforzada*

Jean-Christophe Niel

Pese a todas las precauciones adoptadas en materias de diseño, construcción y funcionamiento de las instalaciones nucleares, la probabilidad de un accidente nunca podrá excluirse por completo; por consiguiente, conviene prevenir, probar y revisar periódicamente las disposiciones que permiten hacer frente a una situación de emergencia radioactiva, incluso la más poco probable.

La Autoridad francesa de Seguridad Nuclear (ASN) garantiza la aplicación de un enfoque de mejora constante del nivel de seguridad de las instalaciones nucleares para prevenir los accidentes y limitar las consecuencias posibles. A raíz del accidente nuclear de Fukushima, la ASN impuso un refuerzo considerable de los márgenes de seguridad, especialmente mediante la creación de un "grupo central" de medidas que buscan aumentar la solidez de las instalaciones frente a situaciones extremas.

##### *La resiliencia territorial, un primer diagnóstico*

Jean-Michel Tanguy y Anne Charreyron-Perchet

En el momento en que los territorios son cada vez más vulnerables a los riesgos naturales, tecnológicos o sanitarios, y estamos en un contexto de cambios económicos y sociales, la resiliencia territorial se impone como el medio de superar las situaciones de crisis e incitar los territorios a adoptar una visión a largo plazo que integre el riesgo y se base en las fuerzas y posibilidades locales. Al reactivar las dinámicas territoriales, implicar a todos los actores correspondientes (políticos, agentes económicos, ciudadanos) y anticipar, las estrategias de resiliencia pueden poner el territorio en movimiento y abrirle perspectivas de desarrollo. Más allá de los enfoques sectoriales deben tener en cuenta el territorio en todas sus dimensiones (económicas, sociales y ambientales) a través de un enfoque integral.

##### *Vulnerabilidad y resiliencia de las redes frente a los riesgos naturales*

Laurent Winter

Varias catástrofes naturales ocurridas recientemente en Europa y el mundo han puesto de relieve la vulnerabilidad de las sociedades modernas a los fenómenos naturales de gran intensidad. A este res-



pecto, el desarrollo tecnológico y la interdependencia de las redes pueden constituir factores agravantes. Los gobiernos, que hasta ahora han privilegiado un enfoque de limitación de permisos de construcción, y los operadores de redes tienen como misión garantizar, en las situaciones de crisis, la satisfacción de las necesidades básicas de la población y el restablecimiento más rápido posible de la actividad económica, eventualmente en modo degradado. Ahora bien, si los diferentes actores logran tomar en cuenta algunos riesgos "clásicos" (como las inundaciones y seísmos), las perturbaciones climáticas crecientes en frecuencia e intensidad (tormentas, precipitaciones abundantes y temperaturas extremas) constituyen otros riesgos emergentes frente a los cuales todavía se deben adaptar las estrategias de resiliencia. Además, la evaluación socioeconómica de los programas de resiliencia requiere análisis más profundos.

### **La resistencia de las empresas vista a través del prisma de los seguros: una comparación internacional**

Roland Nussbaum

Los seguros es el principal instrumento financiero al alcance de los hogares y las empresas para fortalecer su resiliencia a las catástrofes (UNISDR, 2013). ¿Por qué, con un nivel de vida y un perfil de riesgo equivalente, los habitantes, actores económicos y territorios se encuentran en situaciones de capacidad de resiliencia tan diferentes? ¿Se puede explicar estas diferencias por las características locales de los seguros (en particular por el grado de penetración del mercado)? La historia se repite: de ahora en adelante, después de cada catástrofe, estas preguntas despiertan un debate de sociedad que busca hacer que este servicio financiero pueda llevar a una prevención más accesible y asequible para todos, ya sea en el ámbito nacional, a nivel de la Unión Europea y al nivel de la ONU. El artículo propone algunas pistas de comparaciones internacionales, antes de concluir sobre la capacidad de la acción internacional para mejorar la distribución de los riesgos.

## **3: Cultivos de la resiliencia y prácticas institucionales**

### **Resiliencia y adaptación climática, ¿un problema global o sectorial?**

Nicolas Bériot

El cambio climático ya se ha confirmado y su aumento previsto hace que sea necesario adoptar un enfoque de adaptación. Éste da lugar a análisis sectoriales, pero también a análisis más generales, a diferentes escalas. En un contexto de incertidumbres sobre el clima futuro y fragilidades de los sistemas, estos estudios provocan la resiliencia, es decir a acciones que no se limitan a medidas deterministas sino más bien al desarrollo de una "capacidad para adaptarse" a diversos futuros posibles. La sociedad puede salir más fuerte de este proceso de preparación para la adaptación al cambio climático, siendo más fuerte, estando más informada de sus márgenes de acción y sus dependencias, más apta a sacar ventaja de los nuevos contextos. Sin embargo, la adaptación de los sistemas naturales y humanos tiene sus límites; la protección del sistema climático mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero sigue siendo la más alta prioridad.

### **Resiliencia y adaptabilidad de los ecosistemas**

Robert Barbault

La ecología, ciencia de la interacción entre los seres vivos y su entorno (que se ha desarrollado a comienzos del siglo XX) ha sido influenciada por el sueño del equilibrio. La idea de la adaptabilidad de los organismos, especies y sistemas que constituyen junto con su entorno, creada por Darwin, abrió el camino a la aparición progresiva del concepto de resiliencia (HOLLING, 1973).

La aparición del concepto de biodiversidad, tras la Cumbre de la tierra de Río de Janeiro (1992), y posteriormente las preocupaciones actuales relativas a los cambios globales y la erosión de la biodiversidad, han renovado el interés por la propiedad de resiliencia atribuida a las comunidades de especies o ecosistemas, con una atención especial a los fenómenos de transición brutal de un estado de equilibrio a otro.

### **Resiliencia e identidad, ¿qué nos enseña el enfoque etnológico sobre la resiliencia económica de las sociedades actuales?**

Hervé Juvin

La etnología cuestiona las certidumbres compartidas generalmente por las sociedades desarrolladas porque establece la resiliencia de "otras" sociedades y describe sus condiciones. Algunas de estas constataciones contradicen los dogmas económicos vigentes. Otros acusan más duramente las consecuencias políticas y sociales de estos dogmas para ponernos en alerta. ¿Y si nuestra búsqueda de crecimiento infinito provoca una destrucción acelerada de nuestras sociedades, culturas y civilizaciones en general?

### **Mejorar las condiciones de la resiliencia urbana en un mundo plural, desafíos y una estrategia bajo coacción**

Richard Laganier

La aplicación del marco de acción de Hyogo, en 2005, pretende ser una respuesta universal para construir ciudades resilientes a las crisis multiformes que las afectan. Este deseo de resiliencia urbana, si no se quiere que quede en un simple discurso teórico, nos invita a precisar los límites del concepto para poder entender mejor los desafíos y su alcance práctico. Por consiguiente, ¿cómo proponer una visión común transcultural y universal, es decir que tenga en cuenta la pluralidad de culturas y comportamientos frente a los peligros, así como los múltiples obstáculos locales que surgen en el momento de la traducción territorial de la visión de Hyogo?

## **OTROS TEMAS:**

### **Balance energético de Francia para 2012**

Sous-direction des Statistiques de l'Énergie relevant du Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) au sein du Commissariat général au Développement durable du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie.

*El dossier fue coordinado por Dominique Dron y Michel Juffé*