

Comment caractériser l'efficacité des politiques de réduction des émissions de GES ? Une méthode d'analyse en univers incertain

Pour le compte de l'Ademe, Carbone 4 a développé, puis implémenté dans plusieurs outils, une méthodologie d'évaluation de l'efficacité des politiques de réduction des émissions de GES, selon le double critère « coût complet à la tonne d'équivalent CO₂ évitée » – « potentiel d'émissions évitées ».

par Stéphane AMANT *

L'originalité de cette méthodologie réside dans sa capacité à confronter les mesures effectuées à des contextes socio-économiques très variés, apportant ainsi des éléments d'analyse utiles dans le cadre d'une réflexion en univers incertain, ce qui va s'avérer de plus en plus incontournable. En révélant quels sont les facteurs clés gouvernant l'efficacité de chaque mesure, elle permet, en outre, d'identifier les conditions de son succès (ou de son échec) et elle est susceptible de constituer, de ce fait, un outil précieux d'aide à la décision.

Pourquoi s'intéresser à une méthode de calcul du « coût complet à la tonne d'équivalent CO₂ évitée » ?

La nécessité à laquelle la puissance publique est confrontée de se doter d'outils lui permettant le pilotage de sa politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre résulte de la conjonction de trois facteurs.

En premier lieu, au regard de ses engagements internationaux et communautaires visant à participer à la lutte contre le changement climatique d'origine anthropique, la France se doit de respecter un certain nombre d'objectifs. Pour cela, l'Etat a proposé et mis en œuvre un ensemble de mesures concernant de multiples secteurs d'activités (transport, habitat, agriculture, production d'énergie, etc.), au moyen d'instruments très divers (fiscalité, réglementation, subventions, etc.).

Le besoin d'arbitrer parmi ces multiples choix est aujourd'hui renforcé par les impératifs de rigueur budgétaire. Cette contrainte supplémentaire justifie encore davantage le recours à des méthodes et à des outils de gestion transparents permettant de proposer une mesure de l'efficacité des politiques publiques. Le calcul du « coût complet à la tonne d'équivalent CO₂ évitée » en est une illustration typique. Le législateur ne s'y est d'ailleurs pas trompé,

comme en témoigne la loi de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'Environnement (1).

Enfin, le monde au sens large, dans toutes ses dimensions sociétale, économique et physique, devient de moins en moins prévisible. Pour le décideur qu'est l'Etat, la conséquence opérationnelle directe de cette future « réalité » est la nécessité de pouvoir disposer de méthodes et d'outils qui aient été conçus autour d'une approche dynamique et non plus statique. C'est là un pré-requis indispensable pour être à même de se confronter à l'incertitude.

C'est la convergence de ces trois éléments de contexte qui a guidé l'Ademe et Carbone 4 dans leur démarche conjointe de développement d'une méthode dynamique de calcul des « coûts complets à la tonne équivalent CO₂ évitée ».

Une méthode innovante pour aider à la décision en univers incertain

Le besoin de revoir les méthodes d'évaluation

Dans un ouvrage paru en 2008 [1], le spécialiste des sciences de l'incertitude Nassim Nicholas Taleb affirmait que le monde dans lequel nous évoluons « est dominé par l'extrême, l'inconnu et le très improbable ». Et il ajoutait, non sans crainte, que « l'avenir sera de moins en moins prédictible, alors que les sciences sociales semblent conspirer pour nous dissimuler cette idée ».

Pour tous ceux qui ont compris la profonde imbrication mêlant économie, environnement et usage de l'énergie, ce constat paraîtra moins surprenant qu'aux autres. Le fait d'atteindre les limites de notre monde fini (en termes de ressources ou de capacités d'épuration) ne peut que déclencher une série de réactions inédites, nos activités étant toutes, sans exception, dépendantes de ses services natu-

rels. De telles situations de rupture ou au minimum très contrastées par rapport aux évolutions du passé sont difficiles à anticiper : elles ne focalisent donc que rarement l'attention en matière socio-économique, comme le déplore Taleb. C'est le cas dès lors qu'il s'agit d'étudier la rentabilité ou l'efficacité de projets ou de mesures, dont les effets sont supposés s'étendre sur des périodes allant de plusieurs années à plusieurs décennies. Les politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre en font partie.

Sans aller aussi loin dans la prospective que de vouloir anticiper l'imprévisible, on peut déplorer le fait qu'en matière d'analyse économique les évaluations se font encore trop souvent par rapport à un scénario de référence unique (2), qui n'est que rarement explicité dans ces exercices de prospective. Si une certaine forme de déterminisme a pu prévaloir jusqu'à récemment, il devient indispensable de repenser les méthodes d'évaluation économique et d'intégrer un facteur d'incertitude au cœur même du scénario de référence. Des tests de sensibilité s'appuyant sur de petites variations autour des conditions centrales d'un tel scénario étaient parfois ces analyses, mais envisager un éventail de « possibles » plus large nécessite d'aller au-delà. C'est précisément dans cette optique que la méthode de « coût complet à la tonne équivalent CO₂ évitée » que nous présentons ici peut apporter un éclairage nouveau.

Une méthode transparente et opposable

Le principe qui guide la méthode du « coût complet à la tonne équivalent CO₂ évitée » est celui de permettre l'évaluation de l'efficacité d'une mesure de réduction dans un univers incertain en reliant de manière lisible la variation du résultat aux variations des facteurs clés gouvernant la performance de la mesure. La signification de ce ratio est simple : à quel coût supplémentaire la mise en œuvre de telle mesure permet-elle de réduire les émissions d'une tonne équCO₂ ? Autrement dit, comment utiliser au mieux 1 euro pour réduire les émissions de GES ? En regard de ce ratio, l'étude du potentiel de réduction des émissions de GES n'est pas laissée en reste, afin de conserver une hauteur de vue salutaire quant aux enjeux et d'éviter les jugements trop hâtifs que le recours à un indicateur unique pourrait encourager.

Si cette façon de mener des analyses coût-efficacité n'est pas nouvelle, l'originalité de la démarche entreprise pour le calcul du « coût complet à la tonne équivalent CO₂ évitée » réside dans la volonté de définir une approche explicite, applicable à n'importe quelle mesure, à partir de questions simples :

- ✓ Quelles émissions et quels coûts prend-on en compte ?
- ✓ Quels agents économiques prend-on en considération ?
- ✓ Par rapport à quelle situation précise évite-t-on (ou non) des émissions ?
- ✓ Sur quelle durée faire porter l'analyse ?
- ✓ Etc.

La transparence est donc inscrite tant dans la construction de la méthode que dans les hypothèses retenues lors de sa mise en œuvre.

Pour la tester, une dizaine de mesures de politique publique ont été évaluées (3), sous la forme d'outils dédiés couvrant divers secteurs d'activité et divers types d'instrument, afin de tester l'approche dans des situations variées. Cet échantillonnage augmente les chances de rendre la méthode applicable à une grande diversité de mesures. En outre, en présentant des résultats de calcul chiffrés portant sur des exemples très concrets, la méthode est plus à même de susciter l'intérêt et l'analyse critique qu'un livrable plus théorique. De plus, des exemples chiffrés sont plus faciles à communiquer que des règles méthodologiques de base.

La connaissance de l'existence d'une méthode transparente d'évaluation des politiques publiques peut, par ailleurs, être un élément facilitateur de l'acceptation d'un durcissement ou d'une modification des contraintes associées, une des raisons des hésitations actuelles en la matière étant l'inexistence d'une méthode permettant de se confronter à la contrainte.

Enfin, et ce n'est pas là le moindre de ses atouts, cette démarche exploratoire a permis, d'une part, de dresser une ébauche de comparaison entre ces mesures et, d'autre part, d'identifier les conditions du succès (ou de l'échec) pour chacune d'entre elles. C'est en cela qu'elle contribue à éclairer la prise de décision en univers incertain.

L'explicitation des hypothèses : un passage obligé

Une caractéristique forte de la méthode est ainsi sa transparence : elle exige l'explicitation intégrale de toutes les hypothèses, et cela met en évidence les déterminants conditionnant le résultat au premier ordre. Pour cela, les outils qui ont été développés intègrent des tests de sensibilité, qui ne se limitent pas au voisinage des conditions « centrales », mais explorent des fourchettes de valeurs assez larges.

Cette transparence inscrite dans la méthode permet de l'utiliser comme outil de pilotage de la politique publique. En premier lieu, pour une mesure donnée, en forçant l'utilisateur à se poser de manière systématique un certain nombre de questions, il est possible de préciser les conditions de mise en œuvre à réunir pour garantir que la tonne équCO₂ évitée ne coûtera pas plus d'un certain montant à l'Etat ou à la société (voire lui rapportera de l'argent), et cela aide considérablement à cadrer l'action. Cet élément est appelé à devenir essentiel dans le cas où les contraintes pesant sur les finances publiques continueraient de croître. Enfin, étant donné l'importance des incertitudes, donner une fourchette de valeurs apparaît plus pertinent qu'avancer une valeur unique.

Ce choix délibéré de contourner le fonctionnement de type « boîte noire » se justifie par la volonté de ne pas rendre le résultat arbitraire en raison d'un choix d'hypothèses contestable et orienté à des fins partisans. Les facteurs structurants, ceux qui « pilotent » le résultat final, se révèlent vite lors de l'utilisation des outils basés sur notre méthode : le degré de sensibilité de la mesure relatif à chacun d'entre eux peut en effet être évalué. Ces facteurs structurants peuvent, dès lors, faire l'objet d'analyses plus

	Paramètres structurants	Paramètres non structurants
Soutien au comptage électrique évolué	L'enjeu central semble être la répercussion des nouvelles offres formulées par les fournisseurs (tarification horo-saisonnière, effacement à distance ou volontaire, « <i>feedback</i> » indirect, prépaiement, etc.) sur les comportements de consommation électrique des usagers.	Joueraient <i>a priori</i> , à la marge, la vitesse de déploiement des compteurs, ainsi que le traitement de fin de vie des anciens compteurs déposés, tout comme le carbone « gris » contenu dans les nouveaux équipements de comptage, de stockage et de traitement des données.
Réglementation thermique (RT2012)	Sembleraient cruciales la vitesse à laquelle les nouveaux bâtiments vont atteindre la performance théorique visée et la manière dont vont évoluer à l'avenir les pratiques de chauffage en termes de confort (4).	
Soutien au développement du chauffage d'origine renouvelable	Devraient jouer un rôle clé l'ampleur de l'effet d'aubaine lié à la politique des subventions, la concrétisation d'un effet d'entraînement, les pratiques de chauffage en termes de confort ou encore l'évolution de la part du gaz en tant qu'énergie substituée.	
Soutien au développement du véhicule électrique	Les facteurs clés seraient pluriels, avec (par exemple) le taux de parcours des véhicules hybrides en mode thermique, les émissions de fabrication des batteries, les habitudes de recharge des usagers (ce qui va conditionner le contenu en CO ₂ de l'électricité consommée), le niveau de trafic induit et non substitué, l'effet rebond sur le kilométrage des véhicules électriques ou l'évolution de la répartition diesel / essence dans les ventes.	La durée de vie des batteries ou le risque de ralentissement des progrès en matière de motorisation thermique sembleraient des facteurs peu influents pour l'efficacité de la mesure.

Tableau 1.

approfondies, en confrontant entre eux les avis d'experts et cela, tout en veillant à ne plus raisonner avec les modes de pensée qui ont prévalu jusqu'à aujourd'hui !

Le tableau ci-dessus permet d'étayer notre propos à partir de quelques conclusions préliminaires issues de l'étude, qui doivent être encore validées.

En permettant de quantifier les effets liés à tel ou tel facteur, notre procédé permet de faire fructifier les débats en les ancrant dans un univers d'éléments tangibles, pour se concentrer sur l'essentiel et ne plus argumenter sans fin sur l'anecdotique.

Les périmètres des coûts et des émissions : différentes perspectives pour différents besoins

Comme dans tout exercice de comptabilité traditionnel, la comptabilité carbone fait apparaître la notion de « périmètres », qui permet de traduire des réalités physiques, économiques ou juridiques variées. Or, l'un des reproches que l'on peut faire aux études traitant des émissions de GES évitées est le fait qu'elles se limitent, en général, à un périmètre unique donné, qui n'est d'ailleurs pas toujours précisé. Cela incite à proposer une méthode qui offre d'entrée de jeu la possibilité de proposer plusieurs angles d'analyse en la matière.

Ainsi, le débat à l'échelon international sur la manière juste de compter les émissions de GES supposées relever de la responsabilité d'un pays et sur lesquelles doit se fonder la

politique climatique dudit pays (eu égard aux accords internationaux en vigueur) est un révélateur éloquent de ce besoin émergent. Faut-il se conformer aux règles de *reporting* actuelles auprès de l'UNFCCC, qui ne ciblent que les émissions constatées sur un territoire donné (5), ou faut-il, au contraire, élargir la comptabilité des émissions à la consommation finale des ménages et des entreprises, comme le suggèrent des travaux récents [2] [3] [4] ? Le choix n'est bien entendu pas anodin, les conclusions, pour un pays comme la France, étant assez différentes selon le parti retenu, et non sans incidence sur le débat...

Le choix que nous avons opéré dans l'élaboration de la méthode est de proposer une approche duale autorisant la comparaison des résultats relevés dans deux périmètres différents. En pratique, ce sont les périmètres de « l'Inventaire National » (au titre des engagements internationaux de la France) et les périmètres « complets » (comme ce qui est pratiqué dans la méthode Bilan Carbone de l'Ademe, sans considération de limites aux frontières) qui ont été testés. Sur certaines mesures ciblant des objets comportant une part importante d'éléments provenant de l'étranger (comme la voiture électrique) ou ayant trait à des activités de sociétés françaises réalisées pour partie à l'étranger (cas du transport routier de marchandises), les résultats se sont ainsi révélés assez, voire très différents. Cette comparaison donne alors une perspective plus large, ce qui permet de prendre des décisions en disposant d'une plus importante hauteur de vue quant aux enjeux.

Dans la pratique, ces considérations de périmètre reviennent à inclure ou exclure de l'analyse certaines catégories d'émissions, comme le suggère le tableau 2 ci-dessous.

Comme l'objet de la discussion est le « coût complet à la tonne equCO₂ évitée » d'éventuelles mesures visant à réduire les émissions de GEC, s'interroger de la même manière sur le périmètre des coûts est un passage obligé. Plusieurs angles de vue sont légitimes, en fonction de ce qui est recherché : on peut soit se focaliser uniquement sur les dépenses et recettes modifiées par la mise en œuvre de la mesure et affectant le budget de l'Etat, soit prendre également en considération d'autres sources de coûts afin d'être en mesure d'estimer le coût socio-économique global de la mesure étudiée.

Là encore, cette constatation a plaidé fortement en faveur d'une approche élargie non restreinte à un périmètre de coûts figé. Il est ainsi possible de comparer les effets d'une mesure sur deux périmètres de coût différents, chaque poste pouvant aussi faire l'objet d'une prise en compte totale ou partielle (exemple de la fiscalité : le coût budgétaire pour l'Etat de la pénétration du véhicule électrique dans le parc automobile peut ou non tenir compte des pertes de recettes de TIPP engendrées par une réduction de la consommation des carburants pétroliers). On retrouve ici la volonté déjà soulignée de proposer une méthode transparente, ce qui apporte la meilleure garantie de confiance dans la capacité à simuler des contextes contrastés.

De la courbe d'abattement au nuage de points « Monte-Carlo »

La vocation de ce type de méthode est de conduire *in fine* à une comparaison fiable de différentes mesures de réduction entre elles. Pour cela, le seul indicateur de « coût complet à la tonne equCO₂ évitée » ne saurait suffire. Afin d'établir une hiérarchie des actions, il est plus pertinent de s'appuyer sur la double comparaison des « coûts complets à la tonne equCO₂ évitée » et des potentiels de réduction qui y sont associés.

Une méthode graphique astucieuse, désormais fréquemment utilisée dans la littérature[5][6], est la courbe d'abattement. Elle présente plusieurs caractéristiques :

- ✓ les émissions évitées par chaque mesure sont représentées en abscisses, sous forme cumulée, ce qui procure le potentiel global de réduction de l'ensemble des mesures et permet de comparer visuellement les potentiels de chaque mesure ;
- ✓ en ordonnées, figure le « coût complet à la tonne equCO₂ évitée », de sorte que la somme des aires de tous les rectangles correspond au coût global de l'ensemble des mesures ;
- ✓ les mesures sont classées sur l'axe des abscisses, de la « plus efficace » à la « moins efficace », l'efficacité étant mesurée par le ratio « coût complet à la tonne equCO₂ évitée ».

La figure 1 donne un aperçu de ce type de représentation pour l'étude Carbone 4 / Ademe.

Cette façon de représenter les résultats ne permet cependant pas de visualiser les incertitudes ni sur les émissions évitées, ni sur les coûts. Or, le fait de se placer dans un univers par définition incertain conduit à des fourchettes de résultats potentiellement larges ... et donc à des conclusions différentes ! La courbe d'abattement s'apparente donc à une photographie des mesures, sous un certain nombre d'hypothèses (non nécessairement explicites). Cela peut s'avérer gênant dans le cadre d'une analyse en univers mouvant.

Si l'on veut conduire une telle analyse sans perdre de visibilité sur les incertitudes propres aux contextes variés que l'on souhaite couvrir, il devient difficile d'échapper à une démarche probabiliste. La méthode proposée consiste à faire appel à une analyse de type « Monte-Carlo », à partir de lois de distributions uniformes (7) sur les paramètres identifiés comme étant clés et avec un nombre d'échantillons suffisant (quelques centaines) pour quantifier les variations possibles.

Une représentation graphique servant de synthèse des résultats est proposée sur la figure 2 : elle permet de visualiser conjointement le potentiel des émissions évitées (en abscisses, en moyennes annuelles sur la durée d'analyse), le coût pour l'agent économique concerné (en ordonnées, en moyennes annuelles également) et les incertitudes associées. Grâce aux iso-« coût complet à la tonne equCO₂ évitée » (droites de couleur noire), il est en outre aisé de situer chaque mesure sur l'échelle de ce ratio (précisons que ce

	Sont inclus / exclus de l'analyse (selon le périmètre retenu)
Mesures « transport de marchandises »	Les émissions engendrées par le pavillon français à l'étranger ou par le pavillon étranger en France, ainsi que les émissions amont des carburants consommés.
Mesures impliquant l'usage d'électricité	Les émissions de la production électrique importée et, le cas échéant, les émissions de fabrication des appareils consommant cette électricité, lorsqu'elles se produisent à l'étranger
Mesures « transport de personnes » (dont véhicule électrique)	Les émissions de fabrication des véhicules, batteries et infrastructures de recharge lorsqu'elles se produisent à l'étranger, ainsi que les émissions amont des carburants consommés.
Mesures « production d'électricité renouvelable »	Les émissions de fabrication desdits moyens (éolien, hydraulique et photovoltaïque) et de leurs alternatives conventionnelles (nucléaire, fossile), y compris la partie amont des combustibles considérés, lorsqu'elles se produisent à l'étranger.

Tableau 2.

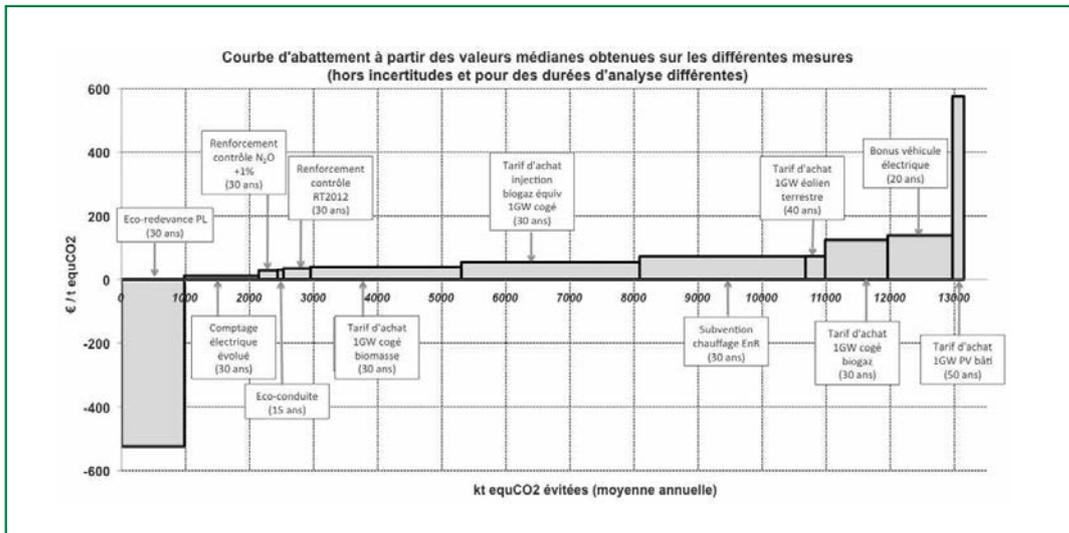


Figure 1 : Courbe d'abattement pour 12 mesures étudiées par Carbone 4 pour l'Ademe – approche budgétaire – caractère illustratif seulement (6).

graphe est montré à titre purement illustratif, la méthode étant encore en phase de test).

conditions de la réussite (qu'il faut donc favoriser) et celles de l'échec (qu'il faut éviter). On peut ici citer quelques conclusions préliminaires (à confirmer) explicitant de telles conditions (voir le tableau 3) :

Identification des conditions du succès et de l'échec

Limites et voies de progrès

La valeur ajoutée de la méthode du « coût complet à la tonne equCO₂ évitée » peut se comprendre à travers un autre atout : en effet, via son approche explicite et exploratoire, elle permet d'identifier, pour une mesure donnée, les

La méthode actuelle présente des limitations qui se traduisent en réalité par des chantiers complémentaires à mener :

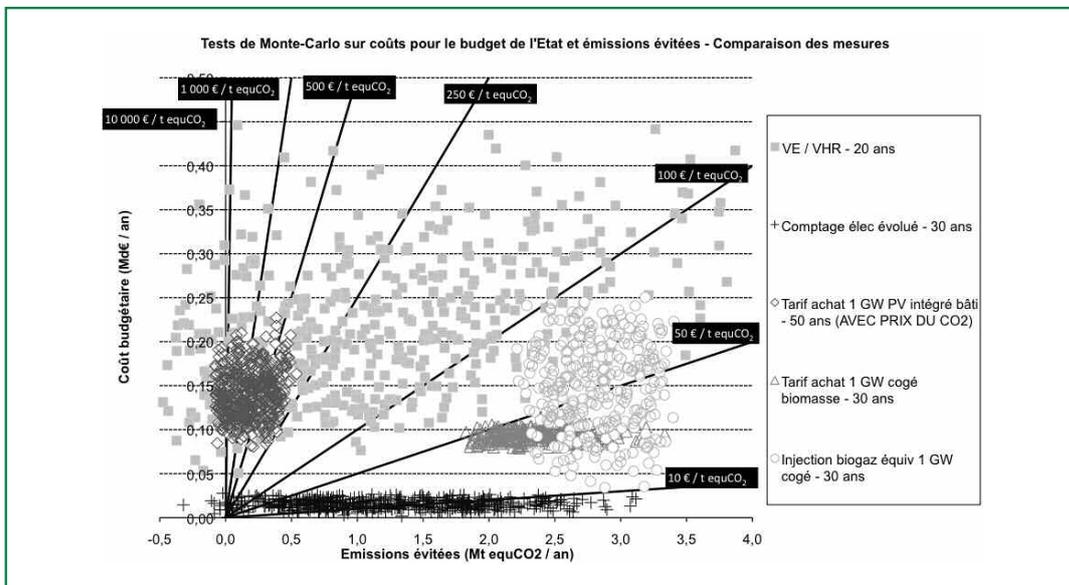


Figure 2 : Nuage de points par analyse de type Monte-Carlo pour 12 mesures étudiées par Carbone 4 pour l'Ademe – approche budgétaire – caractère illustratif seulement (8).



	Conditions de succès / d'échec
Soutien au comptage électrique évolué	L'Etat devrait sans doute veiller de très près à ce que les nouvelles offres proposées par les fournisseurs à leurs clients incitent ces derniers à réellement réduire leur consommation, voire leur profil d'appel de puissance. Il peut ainsi pour cela aider les ménages à s'équiper de dispositifs d'aide à l'exploitation de ces nouveaux compteurs. Il doit aussi s'assurer, par un moyen à définir, que l'effacement volontaire en période de pointe ne soit excessivement orienté vers l'utilisation de fioul domestique ou de gaz naturel.
Réglementation thermique (RT2012)	La réussite de la mesure devrait avant tout pousser l'Etat à s'assurer que les progrès dans la construction des logements neufs sont réels et constants, de même qu'il doit veiller à infléchir les comportements pour éviter tout effet rebond sur la consommation de chauffage. On pourrait imaginer des aides à la formation des professionnels du bâtiment conditionnées par la performance des réalisations, sur une durée longue (et certainement supérieure à la pratique courante), ce qui supposerait de fait un renforcement des contrôles régaliens sur le parc neuf.
Soutien au développement du chauffage d'origine renouvelable	La puissance publique devrait mettre en œuvre un protocole de suivi des pratiques des professionnels afin de prévenir l'effet d'aubaine, imaginer des instruments efficaces pour inciter les bénéficiaires des subventions à reconsidérer leurs pratiques de chauffage en termes de confort ou encore conditionner une partie de l'aide à la nature de l'énergie substituée (fioul ou gaz naturel, surtout à l'avenir).
Soutien au développement du véhicule électrique	L'Etat devrait se préoccuper de limiter l'induction de trafic supplémentaire généré par des véhicules électriques ne se substituant pas à des véhicules thermiques existants, mais s'y rajoutant, instaurer (en concertation avec l'UE) des normes de fabrication peu émissive des batteries ou encore orienter les usagers lors de la phase de recharge vers des comportements favorisant les faibles contenus en CO ₂ de l'électricité (mode de recharge lent aux heures creuses). Il sera en revanche bien démuni pour prévenir tout effet rebond sur les kilométrages parcourus ou plafonner la proportion des distances réalisées en mode thermique pour les véhicules hybrides.

Tableau 3 : Conditions de succès / d'échec.

- ✓ L'analyse « Monte-Carlo » s'est appuyée sur des facteurs dont les plages de variations ont été souvent choisies en concertation limitée avec des experts des domaines concernés. Il en résulte des « nuages de points » sans doute trop étendus et pas assez denses, des conclusions plus tranchées pourraient résulter de ce travail complémentaire ;
- ✓ Les conditions du succès et de l'échec sont mises en évidence, à ce stade, de manière qualitative, des règles de méthode supplémentaires seraient indispensables dans le cadre d'une analyse plus quantitative ;
- ✓ Un gain d'efficacité résulterait de la définition de tableurs plus génériques capables de traiter plusieurs mesures à travers une approche unique. S'il semble utopique d'aboutir à un tableur unique qui soit capable de traiter n'importe quelle mesure, en revanche, il est envisageable de faire mieux que le ratio actuel d'un tableur dédié par mesure.

Par ailleurs, dans ce type d'exercice d'explicitation poussée des hypothèses, le degré de qualité requis pour l'information, les données d'entrée et la description des mécanismes en jeu constitue en soi une forme de limitation intrinsèque très compliquée à éliminer. Par exemple, la compréhension des facteurs influents peut se montrer incomplète et leur quantification imprécise. Seul un surcroît de temps passé à mieux apprécier les forces en jeu, notamment en échangeant avec des spécialistes, pourrait apporter un remède (partiellement) efficace.

Conclusion

La méthodologie développée pour l'Ademe par Carbone 4 permet de caractériser l'efficacité de politiques de réduction des émissions de GES à l'aune du double critère « coût com-

plet à la tonne equCO₂ évitée » et « potentiel d'émissions évitées » avec une véritable originalité, qui réside dans sa capacité à confronter les mesures à des contextes très variés, apportant ainsi des éléments d'analyse utiles dans le cadre d'une réflexion en univers incertain, ce qui va s'avérer de plus en plus incontournable. En révélant quels sont les facteurs clés, mesure par mesure, elle permet d'identifier les conditions du succès ou de l'échec et elle peut constituer, de ce fait, un outil précieux d'aide à la décision.

Testée sur une dizaine de mesures très variées, la méthode se montre prometteuse. Elle nécessite encore une phase de renforcement et d'appropriation par ses utilisateurs « naturels » (les experts des domaines concernés par les mesures testées), qui pourront suggérer des adaptations méthodologiques spécifiques ou des évolutions des outils. Mais, de par sa nature, cette méthode répond manifestement aux besoins variés et complémentaires des agences et des administrations publiques telles que l'Ademe, le Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire, le ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement ou encore la Cour des comptes.

Remerciements: L'auteur tient à remercier Marie-Véronique-Gauduchon et Julien Adam, collaborateurs à Carbone 4, pour avoir largement contribué à l'amélioration et la mise en œuvre de la méthode, les associés fondateurs de Carbone 4, Alain Grandjean et Jean-Marc Jancovici, pour leur soutien et leur clairvoyance, Franck Jésus et Aude Bodiguel de l'Ademe, pour leurs précieux conseils, ainsi que Richard Lavergne du CGDD pour l'indéfectible intérêt qu'il a manifesté tout au long des travaux.

Notes

* Consultant senior chez Carbone 4, www.carbone4.com

(1) On trouve dans ce texte l'extrait suivant : « (...) Les dispositifs incitatifs économiques et les financements publics qui auront pour objet la réduction des émissions de gaz à effet de serre devront être justifiés notamment par référence au coût de la tonne de dioxyde de carbone évitée ou définitivement stockée. (...) »

(2) Il s'agit souvent du scénario « Business As Usual », prolongation tendancielle d'un passé où nous étions encore loin des limites de notre système.

(3) Panorama des mesures testées : bonus véhicule électrique, éco-redevance poids-lourds, contrôles RT2012, soutien à l'éco-conduite, contrôle de la directive nitrates, tarifs d'achat de l'électricité et de la chaleur renouvelable, subvention au chauffage de type renouvelable, efficacité du comptage électrique évolué.

(4) On remarquera, par ailleurs, de manière un peu ironique, que le développement parallèle du chauffage au bois ou des pompes à chaleur performantes rendraient cette mesure de moins en moins efficace, car le potentiel des émissions à éviter serait bien moindre.

(5) Elles incluent de fait les émissions liées à la production des biens et services d'exportation, tout comme elles excluent les émissions « grises » contenues dans les biens et services d'importation.

(6) Cette courbe d'abattement a été construite sur des jeux d'hypothèses particuliers, pour chacune des mesures, et elle n'est pas du tout faite pour être utilisée sans expertise complémentaire, notamment pour classer les mesures entre elles. Son intérêt avant tout pédagogique est ici de permettre d'illustrer ce type de représentation.

(7) Le choix d'une densité de probabilité uniforme a été privilégié à ce stade des applications pour ne pas avoir à se prononcer et justifier le choix, éventuellement plus réaliste mais plus complexe à mettre en œuvre, de densités en lois normale, en *bêta*, etc. Il en résulte des « nuages » de résultats un peu plus étendus et un peu moins denses, mais néanmoins porteurs des mêmes conclusions majeures. Une possibilité naturelle de prolongement de l'étude serait de rechercher pour les paramètres-clés les limites minimale et maximale, ainsi que la densité de probabilité associée, auprès des experts attitrés.

(8) Ce graphique est donné pour exemple, à titre pédagogique. Il vise surtout à illustrer la puissance de cette représentation graphique.

Bibliographie

[1] *Le Cygne noir, la puissance de l'imprévisible*, (Nassim Nicholas TALEB, édition Les Belles Lettres.

[2] *ECO₂ Climat, indicateur carbone de la consommation finale des ménages en France*, Carbone 4 et Mines Paris Tech pour TF1.

[3] *CO₂ et activités économiques de la France, tendances 1990-2007 et facteurs d'évolution*, CGDD, août 2010.

[4] *Les émissions de CO₂ du circuit économique en France*, INSEE et SOeS, 2010.

[5] *Pathways to a low carbon economy*, McKinsey & Company, 2009.

[6] *Les effets d'un prix du pétrole élevé et volatil*, Conseil d'Analyse Économique, 2010, pp. 94-96.