

L'approche environnementale du Commissariat à l'Énergie Atomique

Acteur dans de nombreux domaines de recherche caractérisés par leur fort potentiel innovant, des nanotechnologies au nucléaire, le Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) est confronté à des risques multiples, qu'il s'efforce d'analyser et de maîtriser. Au-delà de la maîtrise des risques, le CEA mène une politique volontariste de participation à l'effort d'économie et d'utilisation rationnelle des ressources, ainsi que de préservation de l'environnement.

par Didier KIMMEL*

Historiquement, la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants, la sécurité du travail et la sûreté nucléaire ont été définies à partir des observations faites dans ses laboratoires dès la fin des années Quarante, le CEA ayant été créé en 1945. Naturellement, cet article ne peut pas être le reflet exhaustif de tous les programmes et actions initiés dans les domaines environnementaux, mais il me permettra d'exprimer l'engagement du CEA en matière de protection de l'environnement au travers de plusieurs illustrations empruntées aux recherches en cours.

La politique initialement mise en place par le CEA, qui est d'ailleurs toujours la doctrine en vigueur aujourd'hui, repose sur une approche attentive et vigilante – un principe de prudence – qui n'obère pas l'action, mais tire bénéfice du retour d'expérience, pour progresser dans la connaissance du risque et en asseoir la maîtrise.

Fort de ses 15 000 chercheurs et collaborateurs aux compétences internationalement reconnues, le CEA constitue une force d'expertise et de proposition pour les pouvoirs publics. Acteur majeur en matière de recherche, de développement et d'innovation, il intervient dans trois grands domaines : l'énergie, les technologies de l'information et de la santé, la défense et la sécurité, en s'appuyant sur une recherche fondamentale d'excellence. Implanté dans neuf centres, répartis sur le territoire national, le CEA bénéficie d'une forte insertion régionale et de solides partenariats avec les autres organismes de recherche. Reconnu en tant qu'expert dans ses domaines de compétence, s'insérant pleinement dans l'espace européen de la recherche, il accroît sans cesse sa présence au niveau international.

Un enjeu majeur : agir pour le respect de l'environnement au quotidien

L'objectif d'un impact limité des activités du CEA sur l'environnement, qu'il s'agisse de la consumma-

tion de ressources non renouvelables ou de rejets dans le milieu naturel, est un volet essentiel de sa maîtrise des risques. Ses efforts s'appliquent sur le terrain, au niveau de toutes ses installations et ce, à toutes les étapes de leur vie, depuis leur conception jusqu'à leur démantèlement.

Les programmes de recherches mettent en œuvre des substances radioactives, chimiques ou biologiques. La maîtrise de leur impact sur l'environnement commence par l'identification des principaux contributeurs : une politique de réduction des pollutions à la source est déployée, pour les plus importants d'entre eux, et les rejets dans l'environnement sont en permanence contrôlés et maintenus à un niveau aussi faible que possible. Des études systématiques garantissent qu'au final, l'impact de ces rejets sur l'environnement et la santé publique reste négligeable.

Les Installations nucléaires de base (INB) et les Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Le CEA exploite soixante-dix-huit installations nucléaires (INB, et installations individuelles relevant des INB S) et environ cinq cents ICPE, dont cent cinquante relèvent de rubriques de la nomenclature relative aux substances radioactives. Toutes ces installations sont pilotées en conformité avec les obligations réglementaires dont elles relèvent. Une politique continue d'amélioration de ces installations est maintenue afin de tenir compte, autant que possible, de manière homogène entre les installations des sites, des évolutions techniques disponibles. Par ailleurs, les autorisations de rejets de ces installations sont encadrées par des valeurs limites, à ne pas dépasser. Les évolutions réglementaires et les nouvelles exigences en matière d'identification des sources d'émissions, de leur limitation à la source et du suivi des rejets résiduels, notamment en matière de gaz à effet de serre,

sont prises en compte. En effet, en signant le protocole de Kyoto en 1992, la France s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre. Depuis 2005, des limites d'émission de CO₂ ont ainsi été mises en place en allouant des quotas (qui seront diminués progressivement) aux exploitants des principales installations à l'origine de ce type de rejets. En 2008, le CEA a été concerné à ce titre pour cinq de ses centres, et des améliorations ont été engagées pour les installations les plus fortement émettrices.

Bien entendu, l'actualité réglementaire permet de concentrer nos efforts sur des thématiques particulières. C'est ainsi qu'un plan particulier de remplacement ou d'élimination des appareils contenant des polychlorobiphényles (PCB), échelonné sur la période 2003-2010, est aujourd'hui en cours de mise en œuvre. Le 31 décembre 2010, au plus tard, les trois cent soixante-douze appareils inventoriés (transformateurs et condensateurs) devront avoir été, soit décontaminés, soit éliminés. Chaque année, l'état d'avancement de ce plan particulier est présenté au ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (MEEDDAT). Dans un autre domaine, les substances appauvrissant la couche d'ozone, tels les halons, sont surveillées depuis plusieurs années, et font l'objet d'une déclaration annuelle. En effet, le CEA bénéficie d'une dérogation pour conserver du halon dans certains systèmes spécifiques d'extinction d'incendie des installations nucléaires de base. Autre exemple : celui des composés organiques volatils (COV) : déjà suivis dans le cadre des émissions de certaines ICPE soumises à autorisation, ils voient leur surveillance renforcée, avec notamment la mise en place d'une campagne d'identification et d'estimation des consommations correspondantes.

Le système de management environnemental et la certification

Pour réduire au strict minimum les impacts sur l'environnement, une démarche de progrès continu a été mise en place. Elle traduit la volonté d'améliorer les performances des sites à toutes les étapes de la vie de leurs installations, depuis leur conception jusqu'à leur démantèlement, en passant par leur construction et leur exploitation. La maîtrise du risque commence par l'identification des principaux impacts environnementaux.

Le développement des systèmes de management, que ce soit dans le domaine de la qualité, de la sécurité ou de l'environnement, se poursuit.

Ces actions s'inscrivent parfaitement dans une démarche de développement durable qui trouve une traduction en actions concrètes et mesurables. Tous nos centres ont obtenu la certification ISO 9001 et plusieurs d'entre eux ont également la certification OHSAS 18001 pour leur système de management de

la santé et de la sécurité au travail. De même, les quatre principaux sites du CEA (Cadarache, Marcoule, Saclay et Valduc) sont certifiés ISO 14 001 : cette certification représente un jalon important dans la mise en place, par ces centres, d'un système de management de l'environnement. Bien que n'ayant pas cherché à obtenir la certification, les autres centres du CEA ont, eux aussi, déployé ce même système de management.

Les laboratoires de l'environnement du CEA : une expertise reconnue

Plus de 150 spécialistes sont chargés de surveiller, mesurer et interpréter l'impact du fonctionnement des installations sur les sites et leurs alentours. Ils réalisent l'ensemble des prélèvements et exploitent des stations de surveillance en continu de l'environnement. Les mesures de la qualité de l'air, de l'eau, les indications sur l'état des capteurs et les données météorologiques sont centralisées sur chaque site, pour un suivi en temps réel.

Cette surveillance représente aussi, chaque année, plusieurs dizaines de milliers d'analyses radiologiques et physico-chimiques (air, eau, chaîne alimentaire...) réalisées par les laboratoires de mesures implantés sur chaque site.

La validité de ces mesures est attestée par de nombreux contrôles, au travers :

- ✓ d'agrément délivrés par les ministères chargés de la santé et de l'environnement, dans le cadre de la mise en place du réseau national de mesures de la radioactivité dans l'environnement. Chaque agrément est valable pour une catégorie de mesure radioactive associée à un type d'échantillon (eau, air...);
- ✓ d'accréditations Cofrac, selon la norme ISO/CEI 17 025. Reconnue en Europe et dans le monde, l'accréditation du Comité français d'accréditation (Cofrac) valide la compétence et la pertinence d'une organisation de la qualité. Elle permet de garantir la confiance dans les prestations effectuées. Parmi les dix-sept laboratoires du CEA accrédités par le Cofrac, dix le sont au titre d'analyses de radionucléides présents dans l'environnement et d'analyses de radio-toxicologie ;
- ✓ de comparaisons périodiques avec les mesures faites par d'autres laboratoires ;
- ✓ de contre-expertises, réalisées par des laboratoires indépendants, confirmant les résultats.

La surveillance de l'environnement

Afin de compléter le suivi des rejets, une surveillance (chimique et radiologique) détaillée de l'environnement est mise en place, autour de chaque site. Son contenu, actualisé régulièrement, est adapté à la

nature des activités exercées, ainsi qu'aux caractéristiques de l'environnement local.

Plusieurs types de prélèvements (air, eaux de pluie, eaux de surface, eaux souterraines, herbe, lait, chaîne alimentaire, sols, sédiments) sont effectués, afin de couvrir les différentes voies de transfert de la source (les rejets) jusqu'à l'homme (les personnels sur le site et les populations voisines).

Les objectifs de cette surveillance sont multiples :

- ✓ connaître l'état radiologique de l'environnement, à l'intérieur et au voisinage des sites ;
- ✓ alerter, en cas d'élévation anormale du niveau de radioactivité. Un réseau de stations de surveillance permanente a été installé, ces stations étant équipées de balises de contrôle en temps réel de la qualité des eaux et de l'air, tant sur les sites que dans leur environnement proche ;
- ✓ contrôler le moindre impact environnemental autour de chaque site ;
- ✓ vérifier le respect des obligations réglementaires fixées par les arrêtés d'autorisation ;
- ✓ enfin, informer, grâce à ces résultats, les autorités, le public et le personnel.

Les structures locales d'information

Placées auprès des principaux sites nucléaires, des commissions locales d'information (CLI) ou des commissions d'information (CI) ont pour mission de suivre les activités du site, ainsi que leur impact, et d'en informer le public.

Ces commissions rassemblent des élus locaux, des représentants d'associations de défense de l'environnement, des représentants des organisations syndicales et des organismes socioprofessionnels, ainsi que des représentants des pouvoirs publics. Les exploitants concernés y sont également invités. Le CEA contribue ainsi aux travaux initiés par ces commissions en apportant des informations, et des réponses aux questions qui lui sont posées.

Une large diffusion locale des résultats de surveillance de nos sites a été complétée, pour la première fois en 2007, par la publication, au titre de l'année 2006, des rapports prévus par l'article 21 de la loi relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (TSN) pour tous les centres civils. Le CEA reste particulièrement attaché à ces pratiques d'information et de transparence, en place, chez lui, depuis de nombreuses années.

La gestion des déchets

Comme toutes les activités industrielles, l'exploitation des installations du CEA génère des déchets. Outre des déchets conventionnels, similaires aux déchets domestiques ou industriels « classiques », la particularité des déchets générés par certaines des installations de recherche du CEA réside dans la produc-

tion de déchets radioactifs provenant de la mise en œuvre d'une grande variété de radionucléides.

Des « études déchets » ont été établies dans chaque centre du CEA. Elles définissent, en particulier, le zonage « déchets », qui permet d'identifier, d'une part, les zones produisant des déchets conventionnels et, d'autre part, les zones contaminées par des substances radioactives, les zones activées par irradiation ou encore les zones simplement susceptibles d'être contaminées ou activées.

Les déchets radioactifs sont évacués vers des filières adaptées à leur nature physique et à leurs caractéristiques radioactives. Avant évacuation, ils sont traités et conditionnés selon différentes filières, qui les rendent conformes aux spécifications d'accès aux sites de stockage de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) ou à celles encadrant les conditions de leur entreposage.

Pour ce qui est des déchets industriels conventionnels, et afin d'en centraliser la gestion, chaque site dispose de zones de tri spécifiques et de points de collecte sélective. Cela permet d'améliorer la séparation et la valorisation des déchets. Une fois triés, ces déchets sont traités, suivant leur nature, puis évacués vers des installations d'élimination agréées par les Préfectures. Le taux de recyclage se situe autour de 80 %, certains centres atteignant des taux supérieurs à 95 %. Le recyclage de ces déchets permet d'économiser les ressources naturelles (par exemple : une tonne de papier recyclé permet d'économiser environ 15 arbres). Un point essentiel pour une valorisation efficace est l'optimisation du tri.

L'exemple du centre de Bruyères-le-Châtel (dans l'Essonne) illustre bien l'intérêt qu'il y a à mieux trier le papier et le carton dans l'ensemble des installations. En effet, les actions de sensibilisation menées vis-à-vis du personnel impliqué dans l'ensemble du processus, depuis le producteur jusqu'au collecteur, associées à la mise en place de moyens de collecte adaptés, ont permis de mieux valoriser ces deux types de déchets. En deux ans, la quantité de papier recyclé a été multipliée par quatre (soit 48 tonnes), la quantité de carton recyclé étant passée, quant à elle, de quelques tonnes seulement à 25 tonnes.

Ces efforts seront poursuivis en 2009 par la mise en place de nouvelles filières (plastique et métal), permettant ainsi d'augmenter encore le taux de recyclage des déchets conventionnels.

Une politique volontariste de participation à l'effort d'économie et d'utilisation rationnelle des ressources et de préservation de l'environnement

De nouvelles sources d'énergie pour les sites du CEA

Dans ses nouveaux bâtiments, le CEA met en application les résultats de nombreux programmes de recherche sur les nouvelles sources d'énergies et les énergies renouvelables, dans lesquels il est impliqué.

Ainsi, une partie de l'alimentation électrique de l'Institut national de l'énergie solaire (INES), récemment construit à Chambéry, est assurée par des panneaux photovoltaïques, auxquels sont associés des onduleurs. Par ailleurs, le bâtiment du Siège administratif, implanté à Saclay, comporte depuis 2006 un groupe de secours industriel de fourniture d'électricité sans interruption de puissance, constitué d'une pile à combustible. D'une puissance de 30 kWe, ce groupe de secours remplace avantageusement les dispositifs habituels « batteries-diesel ». Doté d'une grande autonomie, silencieux, non producteur de gaz à effet de serre, il présente une excellente fiabilité au démarrage et une prise en charge rapide de l'alimentation en électricité d'une partie vitale du bâtiment.

Comme mentionné précédemment, le CEA est notamment concerné par le Plan national d'affectation des quotas (PNAQ) de gaz à effet de serre, du fait des chaufferies de certains de ses centres. Aussi des plans d'amélioration des chaufferies, des réseaux de distribution et des équipements des bâtiments desservis sont programmés pour en augmenter le rendement, et en diminuer les consommations (et donc, les émissions de CO₂ associées).

A titre d'exemple, mentionnons la chaufferie à paille du centre de Valduc (en Côte-d'Or), qui, depuis janvier 2006, chauffe ses locaux avec un approvisionnement par de la paille et des copeaux de bois fournis par des agriculteurs voisins. Cette chaufferie, qui permet de couvrir 60 % des besoins en chauffage du centre, est presque une première en France, où on ne compte jusqu'à présent que deux autres installations du même type. Outre une économie de 3 000 tonnes de fuel lourd, cette initiative permet d'éviter le rejet dans l'atmosphère de 26 tonnes de soufre et de 6 390 tonnes de CO₂ par an. Dans le cadre de la même réflexion, au cours de l'été 2007, d'importants travaux de rénovation du chauffage du Centre de Saclay ont été entrepris, avec la mise en place de nouvelles chaudières et le remplacement de tous les échangeurs de chaleur dans les sous-stations de chauffage. Les trois anciennes chaudières, qui fonctionnaient à 67 % au gaz naturel et à 33 % au fioul lourd, ont été remplacées par trois chaudières offrant un meilleur rendement et utilisant à 100 % du gaz naturel comme combustible (le fioul domestique étant uniquement utilisé en solution de secours), ce qui permet une réduction notable des rejets de gaz à effet de serre, à périmètre de chauffage constant. Les installations de chauffage ainsi rénovées ont été opérationnelles lors de la reprise de la saison de chauffe, en octobre 2007. Une démarche comparable avait été adoptée dans les années quatre-vingt-dix en alimentant au gaz la chaufferie de Cadarache (dans les Bouches-du-Rhône), en

remplacement du charbon provenant des (anciennes) mines de Gardanne (situées dans le même département). Sur le site de Bruyères-le-Châtel, depuis trente ans, le chauffage est assuré, pour partie, par la géothermie. Courant 2007, une augmentation de la récupération de calories a permis d'améliorer le rendement de cette source naturelle d'énergie et de limiter ainsi la consommation d'énergie fossile. A ce jour, la moitié du chauffage du Centre provient de cette énergie propre, non émettrice de gaz à effet de serre. En parallèle, le fioul, utilisé en période hivernale, a été progressivement remplacé par le gaz naturel. Ce changement a permis de supprimer les rejets d'anhydride sulfureux (SO₂) et de poussières. De plus, la nouvelle conduite de la chaufferie prenant en compte les relevés météo pour sa programmation, cela a permis une meilleure adéquation entre la quantité de chaleur fournie, la température extérieure et la température de confort recherchée dans les locaux de travail. L'ensemble de ces évolutions, associé à une maintenance et à un pilotage optimisés des chaudières, a ainsi permis de diminuer considérablement les rejets de gaz à effet de serre (CO₂).

Les économies d'énergie

Un plan de gestion patrimoniale des bâtiments répartis dans les centres doit être réalisé à partir de 2009 et un audit énergétique de l'ensemble des sites doit être entrepris.

Dans le domaine des économies d'énergie, plusieurs actions concrètes ont été mises en place, avec, notamment au niveau du centre de Grenoble :

- ✓ une identification par thermographie infrarouge et par pré-diagnostic énergétique des bâtiments « énergivores », afin de mieux les traiter lors des actions de rénovation et de réhabilitation ;
- ✓ le remplacement des lampes à incandescence par des lampes basse consommation, l'installation de détecteurs de présence commandant l'allumage et l'extinction automatiques de la lumière dans des locaux collectifs ;
- ✓ la mise en place d'une installation solaire thermique pour son service de sécurité ;
- ✓ une production solaire photovoltaïque participant à un programme de simulation du comportement d'une maison d'habitation, avec réinjection du surplus de l'énergie produite dans le réseau public de distribution d'électricité ;
- ✓ la mise en place d'une démarche d'amélioration continue en matière tant d'optimisation des consommations que de recherche de fuites éventuelles ;
- ✓ la mise en place d'une éco-participation sur la consommation de l'eau et de l'électricité. Cette éco-participation permet de financer des actions comportant un volet « économie d'énergie ». A titre d'exemple, ce fonds a permis de financer diffé-

rentes opérations, dont un système de récupération d'énergie sur les extractions des centrales de traitement d'air des salles blanches de l'un des bâtiments.

A ces actions concrètes, s'ajoute l'organisation régulière de campagnes de sensibilisation de l'ensemble des « consommateurs » des centres, par voie d'affichages, de conférences « grand public », d'articles dans les journaux ou sur les réseaux intranet des différents sites.

Le cycle de l'eau

A l'instar des actions engagées pour la réduction des consommations énergétiques, le CEA s'est fixé pour objectif d'affiner sa connaissance de l'état des réseaux d'eau et des consommations, afin de proposer un plan d'action pour la rénovation de ces réseaux de distribution. L'objectif affiché est de réduire, en 2009, de 15 % sa consommation d'eau par rapport aux années précédentes.

Déjà, le centre de Fontenay-aux-Roses a enregistré, en 2007, une baisse très significative de sa consommation en eau potable, alors même que les surfaces desservies et les effectifs présents sur le centre sont restés sensiblement constants. A l'origine de cette diminution, se trouve le remplacement des climatiseurs et des matériels frigorifiques à eau perdue par des condenseurs à air. Autre application concrète, dès la fin 2006, sur le centre CEA de Saclay, où a été mis en place un groupe de travail chargé d'examiner les problèmes liés au cycle de l'eau et de définir les priorités d'actions en vue d'optimiser le fonctionnement actuel des réseaux et d'améliorer la qualité des eaux en sortie de centre. Les systèmes sont en effet complexes, puisque coexistent, sur les centres :

- ✓ un réseau de distribution d'eau potable (plus d'un million de m³ d'eau consommée annuellement pour Saclay, par exemple) ;
- ✓ un réseau de collecte d'effluents industriels en provenance des différents laboratoires et installations ;
- ✓ un réseau de récupération des effluents sanitaires et le traitement de ces derniers dans des installations spécifiques ;
- ✓ pour certains centres, un réseau d'eau recyclée produite sur le centre à partir des effluents industriels traités et d'un pompage dans un plan d'eau existant sur le centre (environ deux millions de m³ d'eau sont ainsi produits, uniquement à Saclay) ;
- ✓ un réseau de collecte des eaux pluviales.

Les propositions d'améliorations envisagées concernent en particulier :

- ✓ la baisse des consommations d'eau recyclée par la suppression, à terme, de tous les circuits de refroidissement à eau perdue ;
- ✓ un meilleur traitement des effluents sanitaires, afin de réduire, notamment, les rejets de nitrates et de phosphates.

En définitive, dans chaque centre, des actions concrètes, telles que des travaux de rénovation des réseaux ou des études spécifiques, ont été lancées, en vue de réduire notre consommation d'eau.

Les modes de déplacement des salariés

En raison de grandes différences dans l'implantation géographique des centres, certains en milieu urbain, d'autres en milieu rural avec un habitat dispersé, des stratégies différentes en matière d'organisation des transports ont été déployées, au fil des années. Plusieurs centres ont mis en place un plan de dépla-

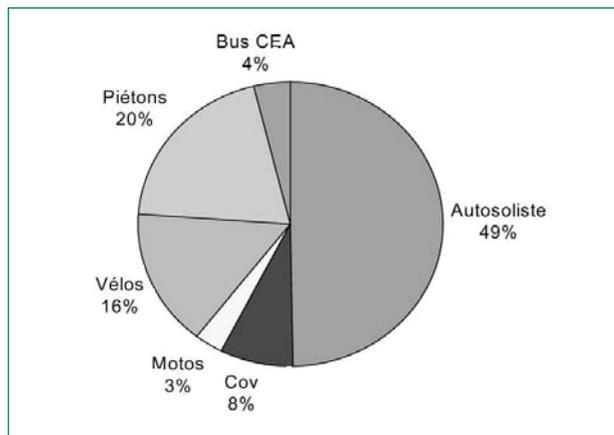


Figure 1. Répartition des modes de déplacements des employés du Centre CEA de Grenoble.

cements d'entreprise (PDE). L'exemple le plus abouti est, aujourd'hui, celui du centre de Grenoble, de par son inscription géographique dans l'agglomération grenobloise. Ce Centre a développé, dès 2003, une démarche de déplacement de ses salariés, dénommée « Accès Cible », en cohérence avec le développement urbain et scientifique du Polygone scientifique de Grenoble, dans lequel il s'inscrit. Les principaux objectifs de cette démarche, outre le renforcement des liens avec la ville et l'inscription dans une démarche de développement durable, étaient de réduire la consommation d'énergie due aux transports, de rendre le site plus accessible et de faciliter et sécuriser les déplacements.

L'un des objectifs chiffrés ambitieux de ce PDE était de réduire de 70 % à 50 % le pourcentage des « autosolistes », sur cinq ans. Pour cela, le CEA/Grenoble a mis en place des mesures fortement incitatives pour développer d'autres modes de déplacements :

- ✓ piétons : réalisation d'entrées au site dédiées aux piétons et aux vélos et réalisation de 450 mètres de galeries couvertes ;
- ✓ vélos : mise en place d'une flotte de 550 vélos de service, d'un service d'entretien des vélos personnels, d'infrastructures de type abris et tourniquets à vélos et une réservation d'emplacements dans le garage à vélos de la gare SNCF du centre-ville ;

- ✓ transports en commun : abondement de l'indemnité versée au titre des transports en commun, navette interne au site ;
- ✓ véhicules de service : utilisation de véhicules propres (électriques, au GNV), location de véhicules hybrides, signature d'une charte avec les entreprises partenaires afin de les associer à la démarche du CEA vis-à-vis de leur personnel.

En juin 2006, soit trois ans après le lancement de cette démarche, la réalisation d'un nouveau comptage mettait en évidence une proposition d' « autosolistes » réduite à 49 %. Forts de ce résultat, d'autres actions ont été lancées, notamment le développement des filières dans le milieu des transports, avec pour objectif de tester des démonstrateurs en grandeur nature, sur le site même. Ces véhicules seront équipés de systèmes utilisant des vecteurs énergétiques, tels que l'électricité, l'hydrogène et les biocarburants, produits à partir d'énergies primaires n'émettant pas de gaz à effet de serre (tels que le solaire, la biomasse, l'hydro-électricité...).

Des initiatives comparables sont à souligner, comme celles à Cadarache ou à Saclay, où des PDE incluant les lignes de transport collectif et encourageant le covoiturage (Cov dans la figure ci-dessus) ont été développées.

Des programmes de recherche au service de l'environnement

Au-delà de la maîtrise de son propre impact sur l'environnement, le CEA apporte une contribution déterminante aux programmes de recherche visant, à la fois, à mieux décoder l'évolution de l'effet de serre et du climat sur la planète, et à identifier les pistes concrètes d'une consommation mesurée des ressources naturelles. Des études conduisant à la définition des grands principes de prévention sont également menées dans le domaine des nanotechnologies.

Toutes ces initiatives concourent activement à la protection de l'environnement.

L'évolution des gaz à effet de serre

Pour prédire l'évolution future des gaz à effet de serre et espérer ainsi pouvoir mieux prévoir le climat à venir de notre planète, il faut en comprendre et retracer l'évolution passée, en essayant de remonter le plus loin possible dans le temps. Les climatologues unissent leurs efforts pour modéliser les mécanismes qui régissent le climat de la terre et son atmosphère, en s'appuyant sur les observations du climat présent et la reconstitution des climats passés (et de leur évolution). Les recherches du CEA en climatologie sont regroupées autour du centre de Saclay, au sein du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE), qui est un laboratoire mixte CEA/CNRS/Université de Versailles Saint-Quentin. Dans le cadre de projets euro-

péens et mondiaux, des chercheurs sont parvenus à reconstituer, sur 800 000 ans, l'évolution des teneurs de l'atmosphère en dioxyde de carbone et en méthane, les deux principaux gaz à effet de serre après la vapeur d'eau. Pour atteindre cet objectif, une carotte de glace a été prélevée, par forage, en Antarctique, à une profondeur de 3 270 mètres. L'analyse des bulles de gaz piégées dans cette glace a permis de mieux appréhender l'évolution de ces gaz sur cette période très ancienne, permettant ainsi d'envisager une meilleure prédiction de leur évolution future, et donc du climat, à l'avenir.

L'intégration des énergies renouvelables pour la satisfaction des besoins en énergie de l'habitat

Les programmes de recherche énergétique appliqués à l'habitat sont conduits principalement par l'Institut LITEN (2) dont les installations sont implantées sur le site de Grenoble et à Chambéry (où est situé l'Institut National de l'Energie Solaire). L'INES, plateforme solaire du pôle de compétitivité Tenerrdis, a pour mission de soutenir l'effort français en matière de diversification énergétique par une meilleure intégration des énergies renouvelables, notamment en ce qui concerne la satisfaction des besoins de l'habitat en énergie.

Ces programmes de recherche concernent :

- ✓ le développement des technologies et des produits innovants, afin d'améliorer les performances et les

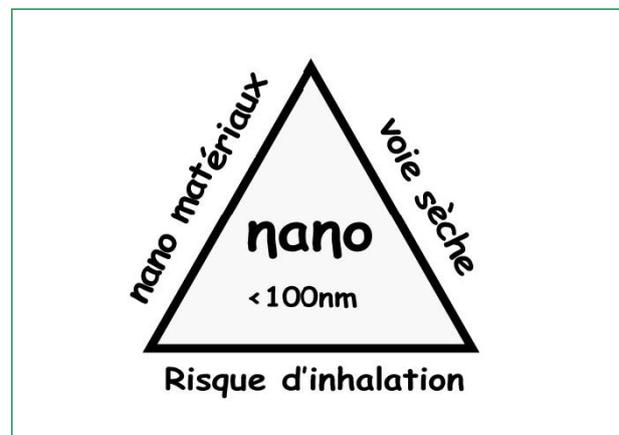


Figure 2. Pictogramme mettant en garde contre le risque d'inhalation des nanoparticules.

coûts de revient des composants (cellules, modules, onduleurs, batteries, stockage de l'énergie...);

- ✓ le développement des outils de modélisation des phénomènes physiques et de simulation des performances énergétiques des bâtiments et des systèmes, afin de développer des bâtiments à solde énergétique « positif » ;
- ✓ la mise en place de partenariats industriels, dans le but de développer des prototypes et des procédés innovants.

L'énergie

Le CEA est membre fondateur du pôle de compétitivité « CapEnergies », qui regroupe plus de trois cent cinquante membres et impulse une dynamique importante dans le domaine de toutes les énergies non productrices de gaz à effet de serre. Une des priorités thématiques de ce pôle de compétitivité est le développement de sources d'énergie adaptées aux territoires insulaires et d'Outre-mer.

La santé et l'environnement : les nanoparticules

Le développement des programmes de recherche dans le domaine des nanotechnologies a amené le CEA/Grenoble à développer une stratégie en matière de risques présentés par les nanoparticules : il s'agit d'assurer la protection des travailleurs, du public et de l'environnement, par la mise en place du principe de précaution. Le CEA/Grenoble, fort de sa culture de prévention et d'un retour d'expérience développé notamment dans le domaine de la sûreté des installations nucléaires et en l'absence de réglementation spécifique dans ce domaine, met en place toute une série de règles de bonnes pratiques, qui visent notamment :

- ✓ à la sécurisation des postes de travail, par la mise en place de protections collectives ayant pour effet le confinement des nanoparticules ;
- ✓ au port d'équipements de protection individuelle par les opérateurs, lors de phases présentant des risques d'exposition particuliers ;
- ✓ au traitement des rejets gazeux issus des procédés, avant rejet dans l'atmosphère, par la mise en place de filtres ;
- ✓ à la collecte des déchets solides et liquides à la sortie des *process* et à leur élimination par une filière identifiée et assurant une traçabilité ;
- ✓ à l'identification des opérateurs affectés à des postes de travail mettant en œuvre des nanoparticules, notamment dans le cadre du suivi médical assuré par le Service de santé du travail des centres ;
- ✓ à la formation des salariés aux règles applicables sur le centre, notamment au travers d'un didacticiel spécialement conçu à cette fin.

Dans le cadre de cette démarche inspirée fortement des neuf principes de prévention inscrits dans le code du travail (art. L 4121-2), le CEA a développé et mis en place des pictogrammes de sécurité spécifiques pour l'identification de ce risque.

Parmi les programmes de recherches sur les nanoparticules dans lesquels sont impliquées des équipes du CEA, on peut citer plus particulièrement le programme Nanosafe2, un programme européen piloté par le CEA Grenoble, qui concerne :

- ✓ la sécurisation des *process* de production de nanoparticules ;

- ✓ les outils et les méthodes de mesure et de détection ;
- ✓ le cycle de vie des nanoparticules ;
- ✓ l'efficacité des équipements de protection collective et individuelle.

En conclusion

Agir pour le respect de l'environnement au quotidien est une préoccupation permanente de l'exploitation de tout établissement. Aucun domaine ne doit être négligé, qu'il s'agisse, bien évidemment, de la maîtrise des rejets liquides et gazeux, de celle des déchets, de celle des ressources naturelles ou de celle des transports et des bâtiments. En tant qu'acteur du nucléaire, et parce que le CEA est un organisme conscient de sa responsabilité, la maîtrise de l'impact de ses activités a toujours été une de ses préoccupations majeures. Cette responsabilité se manifeste tout particulièrement en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, de sécurité de ses personnels et de celle de ses partenaires, ainsi que, bien évidemment, en matière de protection de l'environnement naturel et des populations voisines de ses sites. Des actions volontaristes visant à participer à l'effort d'économies et d'utilisation rationnelle des ressources et de préservation de l'environnement ont été engagées. L'identification d'axes d'amélioration communs, en fonction des préconisations de l'Etat, et la détermination de points d'ancrage, à partir des orientations individuelles prises par les centres, ont été les bases de la structuration de la démarche générale du CEA en matière de développement durable. Cette démarche est en cohérence avec les axes dégagés par le Grenelle de l'environnement sur les aspects sociaux, sociétaux et environnementaux.

Par ailleurs, faire de la recherche, c'est se projeter dans l'avenir, pour contribuer à la poursuite du développement technologique de la planète, en veillant à ne pas en épuiser les ressources. Les travaux conduits dans les domaines du développement des énergies non émettrices de gaz à effet de serre, des technologies pour l'information et la santé, de la sécurité globale permettront de proposer des solutions innovantes, économiquement viables et de promouvoir des comportements à la hauteur des défis.

Dans cet esprit, veiller à développer des voies d'utilisation rationnelle des ressources, dans l'optique d'une réduction de notre empreinte écologique, doit être la préoccupation de chacun.

Enfin, des solutions innovantes doivent être proposées en vue de concourir à relever un défi, hors du commun : celui de la protection de la planète, en en réduisant autant que faire se peut le réchauffement. Le CEA s'inscrit totalement dans cette démarche et

consacre des moyens importants au développement de ces recherches.

La maturité d'une entreprise se mesure aussi au développement de sa conscience des problèmes sociétaux du moment. Développer ses activités, tout en veillant à ce que la culture de sûreté et de sécurité y soient fortement intégrée, dans le respect de l'environnement et du développement durable, est une priorité du CEA, dont les fortes potentialités scientifiques contribuent inmanquablement à sa prise de conscience de cette responsabilité.

Notes

* Directeur-adjoint central de la sécurité (1).

(1) Le signataire remercie, pour leur importante contribution à la rédaction de cet article : Philippe Bergeonneau (Directeur de l'Inspection générale nucléaire), Jean-Louis Chambon (Directeur, Chef de la mission Développement durable), Yves Bourlat (CEA/Saclay), Thierry Farouz et Karine Guttin (CEA/Grenoble), Didier Labonne (CEA/FAR Direction de la Protection et de la Sûreté nucléaire), Jean-Claude Orts et Olivier Buffières (CEA/DIF).

(2) LITEN : Laboratoire d'innovation pour les technologies des énergies nouvelles.