

complet du tabac, on pourra, à ce stade, réduire très progressivement la dose de nicotine de la cigarette électronique.

Il est sans doute possible d'associer la cigarette électronique à tout traitement d'aide à l'arrêt du tabac, bien que des études d'efficacité, portant sur les modèles récents de cigarette électronique et comportant les protocoles d'utilisation de substituts nicotiniques les plus efficaces [association de patch avec des formes orales], restent à faire.

En mai dernier, le ministère de la Santé a annoncé l'interdiction de la vente de cigarettes électroniques aux mineurs, l'interdiction de la publicité et l'interdiction de vapoter dans les lieux publics. C'est une mesure importante et positive : d'une part, la similitude du vapotage avec l'acte de fumer du tabac peut stimuler l'envie des fumeurs et rendre

leur sevrage plus difficile ; d'autre part, celles situées à proximité d'un vapoteur absorbent certaines substances, dont la nicotine, et les asthmatiques se plaignent parfois d'irritations des voies respiratoires. Reste à faire appliquer la réglementation...

Un autre inconvénient de la cigarette électronique est qu'elle pourrait faciliter chez les jeunes le passage à la cigarette classique et ainsi renforcer le tabagisme. Les liquides de vapotage contiennent de plus en plus de parfums sucrés, appréciés des jeunes consommateurs, cibles des fabricants. Ceux qui se mettent à la cigarette électronique sans jamais avoir fumé sont-ils davantage susceptibles de devenir dépendants de la nicotine et de passer aux cigarettes classiques ? La question reste ouverte en attendant des études sérieuses.

Ainsi, pour l'heure, le recul manque pour que l'on confirme la non-toxicité à long terme de la cigarette électronique, ainsi que pour être certain qu'elle ne renforcera pas le tabagisme chez les jeunes. Ne contenant ni goudrons, ni monoxyde de carbone, ni produits de combustion, elle semble beaucoup moins nocive que la cigarette qui, elle, tue un fumeur sur deux. Et elle aide déjà bon nombre de fumeurs à se sevrer du tabagisme. En dépit des incertitudes qui restent à lever, l'apport de la cigarette électronique à la santé publique semble positif. ■

Marion ADLER est médecin généraliste et tabacologue à l'Hôpital Antoine-Béclère, à Clamart.



Réagissez en direct à cet article sur www.pourlascience.fr

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Comment refroidir de façon durable ?

La production de froid, notamment pour la climatisation et la conservation des aliments, est devenue massive. Mais il est nécessaire de réduire la consommation d'énergie et la pollution qui lui sont associées.

Didier COULOMB

Selon une étude publiée en 2013 par l'Institut de technologie du Massachusetts (MIT), la mortalité durant les périodes de grande chaleur a chuté de 80 pour cent aux États-Unis entre la période 1900-1959 et la période 1960-2004, principalement grâce à la généralisation des climatiseurs. Ce chiffre illustre l'importance de la production de froid. Inventée il y a près de 150 ans, la méthode est aujourd'hui utilisée dans de multiples secteurs : santé (conservation de médicaments ou d'embryons, refroidissement des aimants des scanners), énergie (liquéfaction du gaz naturel),

alimentation, habitation, environnement (capture et stockage du dioxyde de carbone atmosphérique), etc.

L'utilisation du froid s'accroîtra encore fortement au XXI^e siècle, en particulier dans les pays en développement, où les besoins associés à la climatisation et à la chaîne de production alimentaire sont loin d'être comblés : quelque 23 pour cent des produits alimentaires y sont perdus par défaut de réfrigération (9 pour cent dans les pays développés). L'accroissement de la population ne fera qu'accentuer le phénomène. Comment limiter les nombreux impacts environnementaux de la production de froid ?

En général, le froid est produit en absorbant dans une enceinte de la chaleur grâce à un fluide, dit frigorigène, et en la relâchant hors de l'enceinte. Ce fluide circule et subit un cycle thermodynamique de compression et de détente (au cours de laquelle le froid est produit). Les impacts environnementaux sont dus à la consommation d'énergie (environ 15 pour cent de l'électricité mondiale servent à produire du froid) et à la pollution liée aux fluides frigorigènes. Ces derniers peuvent s'échapper en raison de fuites, d'erreurs de maintenance ou lors de la mise en décharge des équipements. Les frigorigènes



→ www.pourlascience.fr/emplois

Connectez-vous au service
d'offres d'emplois scientifiques sur

POUR LA
SCIENCE

en partenariat avec
naturejobs



■ Chaque semaine, plus
de **8000 offres d'emploi**
dans le secteur des sciences.

■ En un clic la **sélection**
des postes à pourvoir
en France et dans les pays
francophones ou voisins.

■ Une équipe Naturejobs
spécialisée, **au service des**
recruteurs francophones.
Contact : Muriel Lestringuez
E-mail : m.lestringuez@nature.com
Tél. : +44 20 7843 4994

POUR LA
SCIENCE.fr

Le site de référence
de l'actualité scientifique

étant volatils, ils s'évaporent : selon les équipements, jusqu'à 20 pour cent du fluide se retrouvent dans l'atmosphère.

En 1974, on a découvert un trou dans la couche d'ozone stratosphérique, au-dessus du pôle Sud. Or cette couche nous protège des ultraviolets, responsables de certains cancers de la peau. Les produits chimiques contenant du chlore (cas de la plupart des frigorigènes utilisés depuis 1930) ayant été en partie tenus pour responsables de sa dégradation, un protocole international a été signé en 1987 à Montréal. Il a interdit l'utilisation des chlorofluorocarbures (CFC) et des hydrochlorofluorocarbures (HCFC), en laissant un certain délai d'adaptation aux constructeurs. Le plus souvent, ces produits ont été remplacés par des hydrofluorocarbures (HFC), qui n'ont aucun impact sur la couche d'ozone, laquelle est stabilisée et devrait se reconstituer d'ici une cinquantaine d'années.

Cependant, les frigorigènes fluorés, tels les hydrofluorocarbures, sont des gaz à effet de serre. Ils représentent près de deux pour cent des émissions annuelles de ces gaz en équivalent CO_2 , car, bien que beaucoup moins abondants que le dioxyde de carbone, ils exercent parfois un effet de serre plusieurs milliers de fois plus puissant. Du fait de la croissance des besoins en froid, les hydrofluorocarbures pourraient représenter près de sept pour cent des émissions annuelles de gaz à effet de serre à l'horizon 2050. Et les frigorigènes ne représentent que 15 pour cent des émissions liées aux systèmes réfrigérants, le reste étant associé à la production de l'énergie nécessaire à leur fonctionnement.

Pour diminuer la consommation énergétique, on cherche à améliorer l'isolation, ainsi qu'à concevoir des équipements plus économes et des systèmes intégrés (où aussi bien la chaleur que le froid produits sont utilisés pour différentes applications). En outre, le développement des énergies renouvelables permettra de diminuer les émissions de dioxyde de carbone associées à la production de l'électricité nécessaire.

Les frigorigènes fluorés sont visés par les mesures et les conventions internationales sur les gaz à effet de serre depuis plus de 20 ans. Il est aujourd'hui difficile de s'en passer totalement, car on ne dispose pas d'équipements alternatifs efficaces et compétitifs pour toutes les applications.

Cependant, toute une panoplie de mesures a été ou sera bientôt déployée, afin de permettre une adaptation progressive. On limite les fuites grâce à la formation du personnel qui manipule les fluides et à la certification des entreprises. On récupère de plus en plus les fluides usagés, qui sont soit recyclés, soit détruits dans des

CERTAINS FRIGORIGÈNES EXERCENT
un effet de serre plusieurs milliers de fois
plus puissant que le dioxyde de carbone.

usines spécialisées. On réduit la quantité de fluide utilisé par équipement grâce à une conception améliorée. On confine le frigorigène dans un dispositif hermétique chargé d'abaisser la température d'un fluide anodin, telle l'eau, qui transporte ensuite le froid jusqu'au lieu à rafraîchir. On emploie des fluides à effet de serre faible ou nul, tels des hydrocarbures ou de l'ammoniac. On promeut des technologies sans fluide.

Toutes ces mesures sont encadrées par la loi et le seront de plus en plus. Des négociations sont en cours aux échelles européenne et mondiale pour élaborer de nouveaux règlements qui viseront à interdire progressivement l'usage de fluides à très fort effet de serre (en tenant compte de la durée de vie des équipements, en moyenne d'une vingtaine d'années). Ils devront intégrer une adaptation des réglementations de sécurité, les frigorigènes à faible effet de serre étant le plus souvent inflammables. En outre, il faudra informer toutes les entreprises. C'est à ce prix qu'une vague de froid – bénéfique – pourra continuer à se répandre ! ■

Didier COULOMB est directeur de l'Institut international du froid, basé à Paris.