

phones cellulaires et du gaz radon) sont les plus souvent incriminés : ils provoqueraient environ deux pour cent des cancers mortels. Les ultraviolets du soleil, qui déclenchent des cancers de la peau, sont les principaux coupables.

Bronzer sans brûler

Le rayonnement ultraviolet de type B, de plus haute fréquence, est le plus dangereux. Il est responsable de plus de 90 pour cent des cancers de la peau, y compris les mélanomes, plus souvent mortels que les autres cancers de la peau. Le facteur clé de l'apparition de méla-

nomes serait le nombre de coups de soleil reçus pendant l'enfance, plutôt que la quantité totale de rayonnement reçu : les personnes qui bronzent sans brûlures courent donc moins de risques.

Une autre source naturelle de rayonnement est le radon, un gaz incolore, inodore et radioactif qui est émis par le sol dans certaines régions (surtout granitiques). Il s'infiltre dans les bâtiments et se concentre dans les étages inférieurs. L'absorption prolongée de ce gaz en concentrations élevées, généralement dans les mines souterraines, a été associée au déclenchement de nombreux cancers du poumon. Tou-

tefois, le radon provoque peu de cancers par rapport à la population dans son ensemble, et les concentrations de radon sont généralement réduites par des systèmes de ventilation.

Les champs électriques ou magnétiques de basse fréquence (50 hertz) engendrés par les lignes électriques et par les appareils électroménagers provoquent-ils des cancers? Jusqu'à présent, les études sont peu convaincantes, et leurs résultats, présentés souvent de façon tendancieuse, sont mal interprétés. Elles inquiètent les personnes qui ignorent quelques principes scientifiques fondamentaux : une mutation

Étude géographique des cas de cancers et épidémiologie

La carte de trois mètres de long de West Islip, à Long Island, dans l'État de New York, est étalée sur la table de la salle à manger de Lorraine Pace. Âgée de 50 ans, celle-ci a survécu à un cancer du sein. Elle était la vingtième de son quartier à être atteinte de cette maladie. Sur la carte sont marqués des groupes de carrés jaunes : ils représentent les cas de cancers du sein. En 1992, quelques jours après avoir subi une opération, L. Pace a rassemblé quelques-unes des femmes représentées par ces carrés jaunes, et le groupe ainsi formé a passé les 18 mois suivants à cartographier les cas de cancer du sein, afin de révéler les «points chauds» de la maladie. Elles espéraient corrélérer ces «points chauds» avec un risque environnemental, afin de trouver la cause de leur maladie.

À première vue, de tels regroupements locaux de cas de cancers semblent parfaits pour l'identification d'agents cancérigènes : en détectant tous les facteurs auxquels tous les individus ont été exposés, les épidémiologistes devraient démasquer un coupable. Le public en semble convaincu : les ministères de la Santé publique des différents États américains ont reçu environ 1 500 demandes d'investigations de regroupements de cas de cancers en 1989 ; ce chiffre continue à augmenter.

La plupart de ces regroupements de cas sont toutefois le fait du hasard. Les responsables sanitaires sont donc réticents pour les étudier ; même les centres sanitaires et de prévention des maladies ont abandonné, en 1990, les recherches de routine sur les regroupements de cas, parce qu'elles mobilisaient des ressources trop importantes sans apporter assez d'informations.

Plusieurs cancérigènes ont été identifiés comme tels grâce au regroupement de cas dans des hôpitaux ou sur des lieux de travail : le chlorure de vinyle provoquait l'angiosarcome chez les travailleurs du secteur du caoutchouc ; des filles de femmes ayant pris du diéthylstilbestrol pendant leur grossesse développaient certains cancers gynécologiques. Toutefois, un seul regroupement local de cas de cancers a permis de relier la maladie et l'environnement : une épidémie d'un cancer respiratoire rare nommé mésothéliome, dans un village turc, provenait d'un minerai similaire à l'amiante, l'ériónite, abondamment présent dans le sol.

Des groupes locaux rassemblent souvent des types de cancers différents qui ont une faible probabilité d'être déclenchés par le même cancérigène. Ils incluent aussi souvent des cas diagnostiqués avant

que les individus ne viennent s'installer dans le secteur, ou ils procèdent à des «découpages tendancieux» en regroupant artificiellement des cas.

Même lorsque les regroupements sont rigoureux, la plupart des cas regroupés qui semblent statistiquement significatifs constituent en réalité des pics dans l'incidence des cas de cancers. Selon la théorie des probabilités, dans 17 pour cent des 29 000 districts des États-Unis, on constatera une élévation de l'incidence d'au moins un des types de cancers reconnus sur une période de dix ans, ce qui donne 4 930 possibilités d'établir un regroupement de ce genre. Ce pourcentage élevé d'erreurs est accentué par le petit nombre de cas de la plupart des regroupements : souvent moins de dix.

Même lorsqu'un cancérigène potentiel a été identifié (accompagné d'une hypothèse biologiquement plausible sur la manière dont cet agent contribuerait à l'apparition du cancer), l'établissement de liens entre les cancers et cette cause spécifique est ardu. Les cas de cancers sont cliniquement non spécifiques : il est impossible de déterminer si un cas de leucémie, cliniquement établi, a été provoqué par des radiations ou par une autre cause. Le problème est exacerbé par la période de latence du cancer : un regroupement de cas de cancers pourrait tirer sa source d'une exposition survenue 10 ou 20 ans auparavant.

La reconstruction de l'historique d'exposition d'une personne est ardue. Aucun d'entre nous ne se souvient avec précision de toutes les choses auxquelles il a été exposé ; plus nous remontons dans notre passé, plus l'incertitude est grande et plus il est probable que les techniques de mesure aient changé.

En menant seul ses recherches, le groupe de L. Pace n'aurait jamais surmonté tous ces obstacles. Heureusement, avec de nombreux autres rapports sur le regroupement de cas de cancers du sein à Long Island, la situation de West Islip a indiqué la bonne direction aux épidémiologistes. Des études ultérieures ont révélé que la fréquence des cancers du sein était anormalement élevée à Long Island, comme la mortalité associée : cette région fait partie d'un regroupement de cas plus vaste qui s'étend jusqu'à Philadelphie. Long Island est ainsi devenu l'objet de la plus vaste étude épidémiologique jamais menée sur la relation entre les polluants environnementaux et le cancer du sein.

Lori Miller KASE

génétique à l'origine d'un cancer n'est déclenchée que par l'ionisation de molécules de l'organisme (elles gagnent ou perdent des électrons) ; or les photons associés aux champs électromagnétiques de basse fréquence ont une énergie des millions de fois trop faible pour déclencher une telle ionisation.

Les études épidémiologiques les plus sérieuses des champs électromagnétiques à basse fréquence ont montré que ces champs pourraient augmenter (très peu) les risques de leucémie infantile. On ne peut pas affirmer que les lignes à haute tension n'engendrent pas de cancer, mais les preuves sont encore insuffisantes. Les craintes répandues dans l'opinion publique proviennent, entre autres, de l'association erronée entre ces champs et d'autres rayonnements, et de la publicité qui a été faite à des études préliminaires et restreintes.

Les champs électromagnétiques de fréquences radio émis par les téléphones cellulaires, les fours à micro-ondes, des télécommandes, ou même par les êtres vivants, sont associés à des photons d'énergies plus élevées. Toutefois cette énergie est inférieure de plusieurs ordres de grandeur à l'énergie d'ionisation des molécules. Dans les environnements urbains, où ces champs sont les plus intenses, les niveaux d'énergie ambiants sont 100 fois inférieurs à ceux qui sont émis par notre organisme. Aucun lien n'a été montré entre les émissions des téléphones portables et le cancer du cerveau.

En revanche, les rayonnements émis par les réactions et les matériaux nucléaires sont suffisamment énergétiques pour ioniser des molécules : ils sont cancérogènes. L'opinion publique surestime toutefois le risque lié aux faibles doses d'irradiation. Un pour cent seulement des habitants d'Hiroshima et de Nagasaki qui ont survécu plus d'un an à l'explosion de la bombe atomique, et qui ont reçu des doses de rayonnement bien supérieures à celles que la plupart d'entre nous recevront jamais, sont morts de cancers associés. Aucune étude épidémiologique n'a confirmé que les personnes qui habitent près de centrales nucléaires ou que les enfants du personnel chargé de la maintenance des réacteurs ont plus de leucémies que la moyenne.

Des expériences naturelles malheureuses ont montré le caractère cancérogène de plusieurs produits, tels

Gènes et risques de cancer

Les mutations de ces gènes sont associées à un risque de cancer très élevé.

Gène	Type de tumeurs	Classe de gènes
Cancer du sein <i>BRCA1</i> <i>BRCA2</i> <i>p53</i>	Sein, ovaire Sein (deux sexes) Sein, sarcome	Suppresseur de tumeurs Suppresseur de tumeurs Suppresseur de tumeurs
Cancer du côlon <i>MSH2</i> <i>MLH1</i> <i>PMS1,2</i> <i>APC</i>	Côlon, endomètre, autre Côlon, endomètre, autre Côlon, autre Côlon	Réparation Réparation Réparation Suppresseur de tumeurs
Mélanome <i>MTS1 (CDKN2)</i> <i>CDK4</i>	Peau, pancréas Peau	Suppresseur de tumeurs Suppresseur de tumeurs
Cancer neuroendocrinien <i>NF-1</i> <i>NF-2</i> <i>RET</i>	Cerveau, autre Cerveau, autre Thyroïde, autre	Suppresseur de tumeurs Suppresseur de tumeurs Oncogène
Cancer du rein <i>WT1</i> <i>VHL</i>	Tumeur de Wilms Rein, autre	Suppresseur de tumeurs Suppresseur de tumeurs
Rétinoblastome <i>RB</i>	Rétinoblastome, sarcome, autre	Suppresseur de tumeurs

l'amiante, le benzène, le formaldéhyde, les vapeurs de diesel ou le radon : des personnes qui avaient été professionnellement exposées à de très fortes concentrations ont été durement frappées (voir le tableau de la page 59). Des mesures strictes de contrôle, imposées sur les lieux de travail au cours des 50 dernières années, ont toutefois réduit la proportion de ces cancers professionnels : de dix pour cent environ avant 1950, elle est passée à moins de cinq pour cent. Malheureusement, les cancers professionnels, qui atteignent principalement les poumons, la peau, la vessie et le système hématopoïétique, risquent d'augmenter dans les pays en cours d'industrialisation.

Le cancer, dans l'eau et dans l'air

Plus largement, l'exposition à la pollution de l'environnement, dans l'eau, l'air ou le sol a une action cancérogène faible et difficile à caractériser. La nocivité résulte généralement de l'association de plusieurs agents cancérogènes, absorbés en faibles quantités. Néanmoins, les polluants contribueraient à environ deux pour cent des cancers mortels, principalement du poumon et de la vessie.

Des études écologiques, similaires aux études épidémiologiques mais moins spécifiques et moins détaillées, indiquent que la fréquence du cancer du poumon dans les villes polluées est plus élevée que dans les zones rurales. Cet accroissement concernerait surtout les fumeurs : une exposition prolongée à des niveaux élevés de pollution augmenterait le risque de cancer du poumon d'environ 50 pour cent chez ces derniers (mais le tabagisme augmente déjà ce risque d'environ 2 000 pour cent). Parmi les émissions des carburants, les émanations des diesels sont probablement les plus cancérogènes.

Les molécules organiques qui contiennent du chlore et des parties cycliques, telles celles qui sont produites par la dégradation dans l'organisme de pesticides (par exemple le DDT), augmenteraient le risque de cancer du sein et, peut-être, d'autres tumeurs liées aux œstrogènes. Ces substances, nommées xénœstrogènes, imiteraient les œstrogènes de l'organisme et stimuleraient donc la division cellulaire dans les seins et dans les organes reproducteurs. Toutefois, ce mécanisme n'a pas été prouvé de façon convaincante chez la femme, et le potentiel œstrogénique des xénœ-