



Atomic Energy
Control Board Commission de contrôle
de l'énergie atomique

Ottawa, Canada
K1P 5S9

207

DC13

Projet de modification des installations de
stockage des déchets radioactifs et
réfection de Gentilly-2

6212-02-005

Secrétariat

Your file Votre référence

Le 19 novembre 1998

Our file Notre référence

26-1-10-4-0

Monsieur René Lamothe

Monsieur,

Suite à votre lettre du 13 octobre dernier, nous avons tenté de confirmer votre période d'embauche à la centrale Gentilly-2. Malheureusement ni les dossiers d'Hydro-Québec ni le relevé d'emploi de Ganotec inc. ne confirment que vous avez travaillé à la centrale Gentilly-2 en 1984.

Il est possible, cependant, que Ganotec inc. ait dans ses dossiers des renseignements concernant les périodes de temps pendant lesquelles vous avez travaillé à Gentilly-2, ainsi que le type de travail effectué et l'endroit où ce travail a été effectué (par exemple, dans le dégazeur, les générateurs de vapeurs, etc.) Étant donné que ces renseignements peuvent être considérés comme confidentiels par Ganotec inc., rien n'oblige cette compagnie à nous les fournir même si nous en faisons la demande. Par contre, Ganotec inc. accepterait sûrement de vous les communiquer si vous leur en faisiez la demande. Nous vous suggérons donc de faire cette démarche auprès de Ganotec inc. et de nous communiquer tous les renseignements que vous aurez obtenus. Cela nous permettra de poursuivre l'étude de votre dossier.

Veillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Le directeur général,

Pierre Marchildon

98-0137

Canada

Fax/Télécopieur (613)995-5085

**Annexe au document
de correspondance**

GANOTEC INC.
6575, boul. Jean XXIII
Trois-Rivières-Ouest (Québec)
G9A 5C9
Tél.: (819) 377-5533

Fax: (819) 377-5677



Ganotec



Trois-Rivières Ouest, septembre 1998

René Lamothe

Salarié : René Lamothe

Sujet: Période d'embauche en 1984.

Vous trouverez ci-joint copie du relevé d'emploi concernant votre rémunération pour l'ensemble de l'année 1984.

De plus nous accusons réception d'une copie de photo sur laquelle apparaît une équipe de salariés ayant déjà travaillé à notre emploi.

Présents en outre sur la photo:

- René Lamothe
 - Gervais Thériault
 - Raymond Boucher
 - Yvon Labaune
 - Luc Trépanier
- et quatre autres travailleurs.

Espérant ces renseignements utiles, nous demeurons disponibles pour plus d'informations.

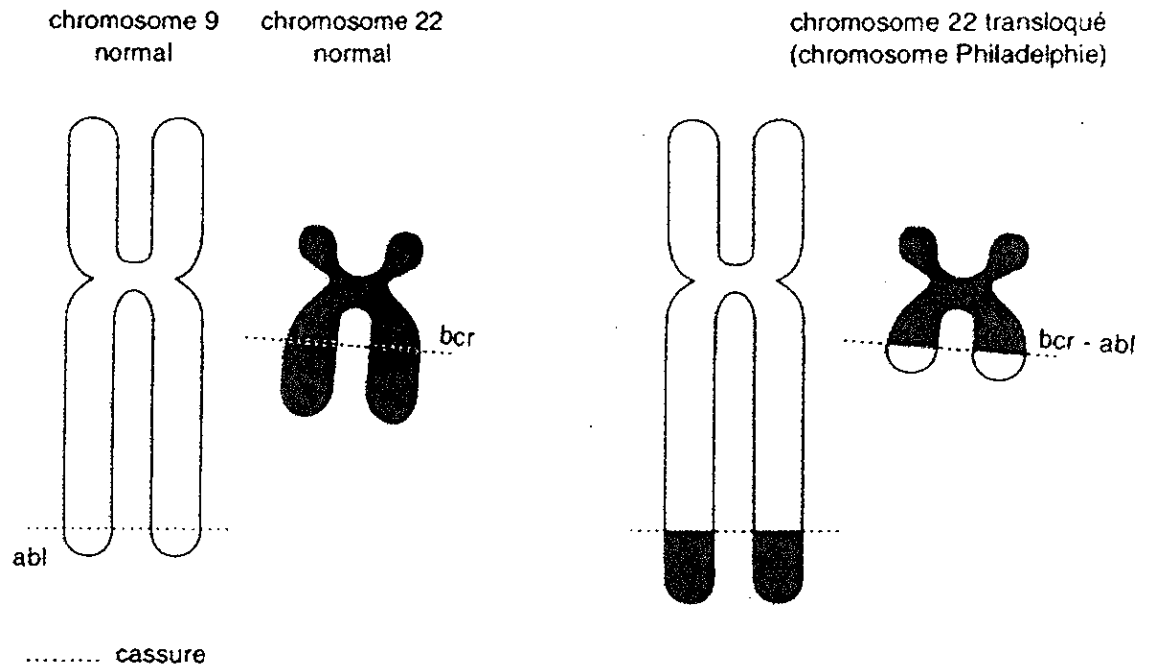
Ganotec Inc.


Léopold Gagnon
Président



Leucémie myéloïde chronique

Assez rare (environ 500 nouveaux cas chaque année en France), cette leucémie représente un modèle d'affection maligne. Comme les autres syndromes myéloprolifératifs chroniques, elle résulte de l'atteinte d'une seule cellule souche (processus monoclonal), dont la prolifération donne des granulocytes pratiquement normaux. Les cellules malades portent une anomalie acquise, le chromosome Philadelphie ou Ph1 : un échange (translocation) réciproque, inégal entre un chromosome 9 et un chromosome 22 donne un 22 raccourci, le Ph1 (Figure).



Sur ce chromosome 22 se constitue un gène hybride composé de la partie initiale du gène bcr du 22 et de la presque totalité du proto-oncogène abl venant du 9. Ce gène bcr/abl est transcrit en un ARN messager puis traduit en une protéine, bcr-abl, plus longue que chacune des composantes bcr et abl normales. L'introduction de ce gène dans un rétrovirus a permis de transmettre expérimentalement la maladie à la souris.

Cette leucémie est rare dans l'enfance : 1 cas par an et par million d'habitants avant 10 ans. Sa fréquence augmente avec l'âge pour atteindre 30 cas par million après 60 ans. On ne connaît pas de facteur génétique favorisant. Les rayonnements ionisants ont un rôle démontré par les statistiques faites chez les radiologues et chez les Japonais soumis aux bombardements atomiques de 1945.

La maladie s'installe de façon insidieuse avec une atteinte de l'état général, plus rarement une grosse rate responsable de quelques troubles. C'est souvent une analyse de sang (hémogramme) systématique, par exemple en médecine du

travail, qui la fait découvrir. Le signe majeur est une augmentation de la rate, absente ou modérée si la découverte est précoce. Les résultats de l'hémogramme permettent le diagnostic. À côté d'une anémie inconstante, il y a surtout une augmentation des leucocytes, de 15 à 1 000x10⁹/l de sang. Ce sont des granulocytes neutrophiles en majorité et des cellules plus jeunes de la même lignée. Les plaquettes sont souvent élevées à 500-600x10⁹/l. La ponction de moelle osseuse et le myélogramme montrent la translocation chromosomique Philadelphie. La biologie moléculaire décèle l'anomalie génique sur les cellules du sang.

Cette maladie évolue en plusieurs phases. Dans la première, les cellules mûrissent convenablement ; l'affection est sensible à une chimiothérapie par hydroxycarbamide ou busulfan ; le malade récupère un état qui paraît normal, mais une rechute survient après quelques mois, parfois plus d'une année. La reprise du même traitement ou son renforcement donne une nouvelle rémission apparemment complète, mais plus courte. Après plusieurs épisodes de ce genre, des signes nouveaux apparaissent : c'est la phase d'accélération ou d'acutisation, moins sensible au traitement. Quelques mois plus tard, le tableau change complètement pour ressembler à une leucémie aiguë rebelle au traitement. Lors de cette évolution, d'autres anomalies chromosomiques, portant sur des oncogènes ou des anti-oncogènes, s'ajoutent au Ph1.

Les complications dépendent de l'affection ou de la thérapeutique. Il s'agit d'une anémie, d'hémorragies, de douleurs de la rate, de ganglions, de douleurs osseuses, de lésions de la peau, etc. Ces complications peuvent traduire une transformation aiguë. Les chimiothérapies entraînent une diminution des plaquettes ou des leucocytes surtout avec le busulfan. Des crises de goutte ou des coliques néphrétiques sont liées à l'élévation d'acide urique dans le sang et les urines (• voir Cytolyse), en particulier au début du traitement et à la phase de transformation aiguë.

Pour le pronostic les éléments défavorables sont un âge élevé, une importante augmentation de la rate, une forte élévation des plaquettes, la présence de cellules jeunes dans le sang. La moitié des patients vivent plus de quatre à cinq ans (survie médiane) avec les traitements classiques. La survie est peu modifiée avec des chimiothérapies plus intenses mais elle est beaucoup plus longue avec l'interféron, introduit au début des années 1980, qui donne de meilleurs résultats chez 20% des sujets. La greffe de la moelle prélevée chez un frère ou une sœur compatible est, elle, capable de guérir définitivement au moins 50% des malades : ses résultats sont meilleurs si la greffe est faite chez un sujet plus jeune et tôt après le diagnostic. Mais peu peuvent en bénéficier : il faut avoir moins de 45-50 ans et un frère ou une sœur compatible dans le système HLA. À partir de donneurs compatibles non apparentés, les résultats sont moins bons.

Les Risques pour la Santé des Rayonnements Ionisants

David Sumner, Howard Hu et Alistair Woodward*

Les Faibles Doses

Les rayonnements ionisants peuvent donner lieu à des effets stochastiques (aléatoires) ou déterministes (non stochastiques). Les effets déterministes apparaissent si l'on dépasse une dose d'irradiation minimum. Au dessus de ce seuil, les effets sont facilement observés chez la plupart ou la totalité des personnes exposées et la gravité augmente en fonction de la dose. La fréquence et la gravité d'un effet déterministe [...], sont raisonnablement prévisibles. Une brûlure par irradiation est un exemple d'un effet déterministe.

Chez l'adulte, les effets non stochastiques dominent quand la dose au niveau du corps entier est supérieure à environ un sievert. La stérilité temporaire chez l'homme constitue une exception. Elle peut survenir à partir d'une dose absorbée unique d'environ 0,15 grays au niveau des testicules. En ce qui concerne les enfants, le seuil pour les malformations congénitales et autres anomalies de croissance a été estimé à 0,25 gray d'irradiation jusqu'à 28 jours de grossesse.

Des doses d'irradiation uniques supérieures à 1 gray provoquent le "mal des rayons": les effets aigus comprennent des nausées, des vomissements et des diarrhées, quelquefois accompagnés de malaises, de fièvre et d'hémorragies. La victime peut mourir en quelques heures, jours ou semaines. La stérilité et les brûlures par irradiation peuvent représenter d'autres effets aigus selon la dose absorbée et le rythme de l'exposition. La DL 50 (DL pour dose létale, et 50 pour 50 pour cent) est la dose provoquant la mort de la moitié d'une population exposée en soixante jours, en l'absence de traitement médical. Cette DL 50 est d'environ 4 sieverts pour des adultes (voir page 7 pour les définitions des doses). La période de soixante jours est parfois mentionnée explicitement, et la dose est alors appelée DL 50/60.[...]

Pour des doses d'irradiation inférieures à environ 1 sievert, ce sont les effets stochastiques qui sont au centre des inquiétudes. Les

effets stochastiques les plus importants, le cancer et les atteintes génétiques transmissibles, peuvent apparaître de nombreuses années ou même des décennies après l'exposition. On pense qu'il n'y a pas de seuil minimum pour ces effets; on s'attend à les retrouver au fur et à mesure de l'abaissement de la dose, mais avec une fréquence plus faible. Toutefois les incertitudes concernant les faibles doses (10 millisieverts ou moins) sont très importantes. L'importance des effets des faibles doses d'irradiation a eu tendance à être révisée à la hausse au fil des ans mais reste controversée.

Comme les rayonnements ionisants peuvent endommager le matériel génétique de quasiment n'importe quelle cellule, un cancer peut survenir à de nombreux endroits du corps. L'effet réel dépend en partie de la *voie d'exposition*. Par exemple, une *irradiation externe* par des rayons X ou un rayonnement gamma, peut affecter l'ADN de cellules hématopoïétiques (qui participent à la formation du sang) ou de nombreux organes, de manière à provoquer des cancers de ces organes des décennies plus tard. Il faut noter que la sensibilité des tissus aux dommages de la radioactivité est variable. Par exemple, les muscles sont moins sensibles que la moelle osseuse.

Il y a de nombreuses voies de transfert par lesquelles le corps peut être exposé à une *irradiation interne*. Des produits de filiation du radon, présents dans une mine d'uranium souterraine, peuvent être inhalés par des mineurs et finir dans leurs poumons. Des particules de plutonium 239 ou d'autres actinides, qui émettent principalement des particules alpha à haut TLE (*transfert linéique d'énergie*), peuvent être inhalées et déposées sur l'épithélium des bronches dans le poumon. Une dose d'irradiation à partir de telles voies d'exposition augmente le risque de cancer du poumon. De plus, des particules solubles peuvent être absorbées et diffusées, à travers les systèmes sanguin et lymphatique, aux autres parties du corps. Certains éléments, comme le radium, le strontium ou l'iode, ont tendance à s'accumuler dans certains organes. Par exemple, l'iode 131 transmet l'essentiel de sa dose de rayonnements ionisants à la glande thyroïde, faisant de celle-ci le siège le plus probable pour un cancer consécutif à l'irradiation. L'iode 131 est aussi utilisée pour combattre le cancer de la thyroïde, dans la mesure où les rayonnements émis détruisent les cellules cancéreuses en même temps que les saines. Mais quand la thyroïde n'est pas malade, l'irradiation n'affecte que les cellules saines.

Estimation du risque de cancer résultant des

rayonnements ionisants

Diverses institutions ont procédé à l'estimation du risque de cancer résultant de l'exposition à des rayonnements ionisants, en particulier le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR), le Comité sur les effets biologiques des radiations ionisantes de l'Académie nationale des sciences américaine (BEIR), et la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Ces estimations sont dérivées principalement des études sur les survivants des bombardements d'Hiroshima et de Nagasaki, et aussi sur différents groupes de personnes qui ont reçu des doses d'irradiation dans un but thérapeutique ou diagnostique, ou qui ont été exposés dans leur travail, comme les peintres de cadrans au radium et les mineurs d'uranium.

Les études sur les survivants des bombardements atomiques d'Hiroshima et Nagasaki indiquent des excès de cancers statistiquement significatifs pour des doses supérieures à 0,2 grays. Ces doses ont été absorbées en un laps de temps très bref, à la suite des explosions. Un certain nombre de problèmes surgissent lorsqu'on utilise de telles données pour estimer les risques de cancer pour des doses plus faibles de rayonnements ionisants ou des doses transmises graduellement.

Le premier problème est de savoir comment extrapoler la relation dose-effet jusqu'à des doses faibles. On considère généralement que le modèle "linéaire sans seuil" s'applique, c'est-à-dire que le risque est directement proportionnel à la dose, sans effet de seuil. Comme le principal effet des faibles doses de rayonnements est le déclenchement d'un cancer et que le cancer est une maladie répandue aux causes multiples, il n'est pas encore possible de vérifier le modèle linéaire sans seuil; néanmoins, il y a de nombreux éléments radiobiologiques en faveur de cette théorie et elle est généralement retenue pour les besoins de la protection de la santé publique, comme l'établissement de normes.

Le deuxième problème est qu'on doit faire une hypothèse sur la manière dont les calculs sur les risques de cancer vont changer dans le futur. Après tout, plus de la moitié des survivants d'Hiroshima et de Nagasaki sont encore en vie. En ce moment, les données correspondent plus à un modèle de risque relatif c'est-à-dire que le risque de cancer est proportionnel au risque "spontané" ou "naturel". Si cela est exact, il y aura un nombre croissant de cancers induits par les rayonnements, au fur et à mesure du

vieillesse des populations de survivants.

Un troisième problème provient du fait que l'efficacité biologique relative des rayonnements dépend partiellement de l'énergie de la radiation. Par exemple, les données indiquent que les neutrons et les particules alpha à basse énergie pourraient induire plus efficacement des dommages biologiques que les particules à énergie élevée (par unité d'énergie absorbée).² Ainsi, en supposant un facteur de qualité constant, comme on le fait dans la pratique courante, on peut parfois aboutir à une estimation inexacte de la dose.

Finalement, il reste des incertitudes quant aux effets des faibles doses et faibles débits de dose des rayonnements à faible TLE (transfert linéique d'énergie). La conclusion du Comité BEIR, de la CIPR, et d'autres, est que les faibles doses et les faibles débits de dose de rayonnements à faible TLE produisent moins de cancers, particulièrement de leucémies, que ce qu'on pourrait s'attendre d'une extrapolation linéaire des données concernant les rayonnements à faible TLE pour les hautes doses et les hauts débits de dose (c'est-à-dire que l'effet est non linéaire pour des doses et des débits de dose faibles). Malheureusement, les bases de données épidémiologiques pour évaluer la validité de ces ajustements du facteur d'efficacité du débit de dose sont claires.

Malgré ces limitations potentielles, la plupart des projections de nombres de cancers continuent d'utiliser les estimations de facteurs de risques des comités officiels de protection radiologique. Leurs estimations actuelles sont les suivantes:

- UNSCEAR, 1993:³ 0,11 cancer mortel par homme-sievert pour des doses élevées (comparables à celles subies par les survivants des bombardements d'Hiroshima et Nagasaki). Pour les faibles doses, l'UNSCEAR déclare: "on ne peut citer un chiffre unique" de facteur de réduction de risque, "mais il est clair que ce facteur est petit. Les données issues d'études japonaises suggèrent un facteur ne dépassant pas 2."⁴ Pour une population située entre 18 et 64 ans [...], un facteur deux aboutit à un risque de cancer mortel de 0,04 par homme-sievert en cas de faibles débits de dose.
- Le Comité BEIR, 1990:⁵ 0,08 cancer mortel par homme-sievert pour une dose unique de 0,1 sievert, à partir des données des survivants d'Hiroshima et Nagasaki. Ce chiffre n'est pas ajusté en fonction d'un quelconque facteur de réduction de risque pour des faibles débits de dose.

- CIPR, 1991:⁶ 0,05 cancer mortel par homme-sievert pour la population entière et 0,04 cancer mortel par homme-sievert pour des travailleurs adultes, les deux estimations étant pour des faibles doses et tenant compte d'un facteur de réduction de 2 du débit de dose.
- L'Agence de protection de l'environnement (EPA) américaine utilise un facteur de risque de cancer de 0,06 par homme-sievert.⁷ Dans la mesure où le taux de fréquence de cancer est environ 50 % supérieur à celui de mortalité par cancer, le risque implicite de cancers mortels est d'environ 0,04 par homme-sievert.

Les estimations du risque par unité de dose pourraient être à nouveau revues de manière significative (à la hausse ou à la baisse). Comme le Comité *BEIR* le fait remarquer:

La plupart des survivants de la bombe A sont encore en vie, et le suivi de leur mortalité doit être maintenu si on veut avoir des estimations fiables au niveau du risque sur une vie entière. C'est particulièrement important pour les survivants qui ont été irradiés in utero ou alors qu'ils étaient enfants, et qui arrivent maintenant dans la tranche de vie où le risque de cancer est maximum.⁸

* Avec la permission de *Nuclear Wastelands*, Arjun Makhijani, Howard Hu et Katherine Yih éditeurs (Cambridge: MIT Press, 1995), chapitre quatre "Health Hazards of Nuclear Weapons Production." Les annotations explicatives ne sont pas reproduites.

Les Faibles Doses

Les doses d'irradiation auxquelles des effets biologiques ne peuvent être immédiatement observés sont classés sous la rubrique générale "faibles niveaux d'irradiation [ou "faibles doses"]". Dans la mesure où différents effets physiques sont observés à différents niveaux d'irradiation, ceci a donné lieu à une certaine confusion sur les niveaux qui correspondraient réellement aux faibles niveaux d'irradiation.

Une numération globulaire déficitaire en globules blancs (leucocytes) peut survenir à des doses aussi basses que 0,1 gray (Gy). Néanmoins, dans la mesure où les effets stochastiques, en particulier le cancer, sont l'effet majeur à long terme des doses inférieures à 1 Gy reçues en une seule fois, de nombreuses administrations considèrent les niveaux inférieurs à ce seuil comme des "faibles niveaux d'irradiation". Des doses plus

importantes reçues sur des périodes plus longues basculent aussi dans cette catégorie de faibles niveaux d'irradiation tant qu'elles ne produisent pas d'effets immédiatement observables. Par exemple, des doses d'irradiation de 0,05 Gy par an pendant 30 ans aboutissent à un total de 1,5 Gy mais sera toujours considéré comme faible niveau d'irradiation parce qu'il n'y a pas d'effets déterministes. En somme, le terme de faible niveau d'irradiation ne doit pas être compris comme une absence de risque, ou comme un faible niveau d'énergie totale transmis au corps, mais comme des niveaux de doses qui ne produisent pas d'effets immédiatement observables.

Le taux connu jusqu'ici par les survivants d'Hiroshima et de Nagasaki est d'environ 0,08 cancer mortel par sievert de dose, selon l'estimation du rapport BEIR V. Ceci est appelé le taux de risque non corrigé pour les faibles niveaux d'irradiation parce qu'il est le taux pour une dose unique reçue sur une courte période de temps. Dans la pratique courante on suppose, sur la base principalement d'études conduites sur les animaux, un taux de risque plus bas "environ 0,04 à 0,05 cancer mortel par sievert, quand les doses sont reçues sur de longues périodes de temps. Il s'agit alors du facteur de risque corrigé. Quoiqu'il existe des publications scientifiques avançant des risques plus élevés ou plus bas par unité d'irradiation, nous pensons que ces coefficients non corrigés et corrigés constituent une base de travail raisonnable. Des estimations plus basses du risque, dont se font les avocats certains universitaires ou représentants de l'industrie, constitueraient à notre avis une mauvaise base de pratique sanitaire parce qu'elles trancheraient les incertitudes en faveur de plus hauts niveaux d'irradiation.

Arjun Makhijani

L'article (*Le Fardeau de L'Uranium*) aborde la question de l'extraction et du traitement du minéral d'uranium qui a été l'une des étapes les plus polluantes du cycle du combustible nucléaire, affectant un grand nombre de gens, dont de nombreuses personnes dans des pays qui n'ont ni énergie ni armes nucléaires. L'article (*Études Épidémiologiques et de Reconstitution de Doses*) décrit les différents types d'études sur la santé avec quelques unes des incertitudes et des complications inhérentes à l'interprétation de leurs résultats. Les résultats d'une étude récente sur des cas de leucémies près de l'usine de retraitement de la Hague en France sont présentés dans l'article *Aggrégats de leucémies près de la Hague et de Sellafield*. Les définitions des mots en italique dans le texte sont données dans le *Glossaire*.