

Les papillons mutants de Fukushima confirment les méfaits des faibles doses de rayonnements ionisants

Fukushima Mutant Butterflies Confirm Harm from Low-Dose Radiation

L'étude la plus approfondie, qui combine des recherches de terrain et en laboratoire, a permis de constater que les déformations provoquées par de faibles doses de rayonnements, persistent et s'aggravent au fil des générations [Dr Mae-Wan Ho](#)

Rapport de l'ISIS en date du 05/09/2012

Une [version entièrement référencée et illustrée](#) de ce rapport intitulé **Fukushima Mutant Butterflies Confirm Harm from Low-Dose Radiation** est accessible par les membres de l'ISIS sur le site web http://www.i-sis.org.uk/Fukushima_mutant_butterflies.php Ce document est par ailleurs disponible en téléchargement [ici](#)

S'il vous plaît diffusez largement et rediffusez, mais veuillez donner l'URL de l'original et conserver tous les liens vers des articles sur notre site ISIS. Si vous trouvez ce rapport utile, s'il vous plaît, soutenez ISIS en vous abonnant à notre magazine [Science in Society](#), et encouragez vos amis à le faire. Ou jeter un oeil à notre librairie [ISIS bookstore](#) pour d'autres publications

Les **rayonnements ionisants**, provenant des retombées de la catastrophe de Fukushima, ont causé des dommages physiologiques et génétiques aux populations de **papillons bleu pâle** de l'espèce *Zizeeria maha*, ont conclu les chercheurs d'une équipe de scientifiques de l'Université de Ryukyu à Okinawa, au Japon, et dont les résultats ont été publiés en ligne sur Internet en août 2013 [1].

Dans la région de retombées radioactives, les papillons adultes recueillis en mai 2011 ont montré des anomalies relativement peu marquées, mais qui sont devenues plus sévères et qui ont doublé en fréquence au cours de la génération suivante. Ces anomalies graves ont été transmises dans les descendances et héritées, comme cela est apparu au cours de la reproduction et de l'élevage des papillons déformés.

Les papillons adultes prélevés dans la même zone des retombées en septembre 2011 ont montré des anomalies plus graves que celles qui avaient été observées en mai 2011.

Des anomalies similaires ont été reproduites expérimentalement en exposant les larves provenant d'une zone non contaminée à des rayonnements par voie interne ou externe.

Les impacts sur la santé des **faibles doses** de rayonnement ont été vigoureusement niés et rejetés par les gouvernements, ainsi que par le lobby pro-nucléaire et les autorités chargées de la réglementation et des contrôles, alors même qu'il y a des preuves accablantes d'après la catastrophe de Tchernobyl, d'une part, et que des résultats

récents de laboratoire ont rapporté de nombreux «effets de voisinage» qui amplifient les effets de dose et les dommages résultant d'un faible niveau de rayonnements ionisants (voir ISIS Report [2] [Death Camp Fukushima Chernobyl](#) *).

* On peut notamment se reporter aux articles suivants en français qui traitent de ces sujets :

- "Suite à l'accident de Tchernobyl, le nombre de morts atteindrait un million d'après des preuves réelles" par le Dr Mae-Wan Ho. Traduction et compléments de Jacques Hallard ; accessible sur <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article226>

- "La vérité sur Fukushima" par le Dr Mae-Wan Ho. Traduction et compléments de Jacques Hallard ; accessible sur <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article229>

- "Les retombées radioactives de Fukushima rivalisent avec celles de Tchernobyl" par le Dr Mae-Wan Ho. Traduction et compléments de Jacques Hallard ; accessible sur <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article231>

- "Arrêter le nucléaire" par le Dr. Mae-Wan Ho et le Professeur Peter Saunders. Traduction et compléments de Jacques Hallard ; accessible sur <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article233>

- "Le rapport de l'OMS sur Fukushima est une parodie" par Susie Greaves. Traduction et compléments de Jacques Hallard ; accessible sur <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article235>

L'équipe dirigée par Atsuki Hiyama et Chiyo Nohara a décidé de mener à bien une étude à partir du papillon bleu pâle (Figure 1) parce que ces papillons sont reconnus comme des indicateurs des conditions environnementales et que l'espèce est largement répandue au Japon. En outre, une méthode d'élevage fiable a été mise en place dans leur laboratoire.

Figure 1 - Le papillon bleu pâle normal (Note du traducteur : les couleurs varient selon les sexes, ainsi que selon le régime climatique et les saisons]

Observations sur les papillons du premier envol après la catastrophe et sur leurs progénitures

La catastrophe de Fukushima et l'explosion a eu lieu le 12 mars 2011, pendant que les papillons bleu pâle étaient en hivernage sous forme de larves. Ces larves ont été exposées aux radiations des retombées, non seulement extérieurement mais aussi intérieurement, en se nourrissant de feuilles contaminées ; ces larves ont émergé sous la forme de la première génération d'insectes volants adultes de l'année, et ces derniers ont été recueillis par l'équipe de chercheurs du 13 au 18 mai 2011, à divers endroits dans la zone des retombées, à la fois au nord et au sud de Fukushima.

Un total de 144 adultes (111 mâles et 33 femelles), ont été recueillis dans 10 localités (Figure 2, points noirs et points à moitié noirs). La plupart des adultes semblaient normaux, mais une inspection plus minutieuse a permis de révéler des anomalies

bénignes telles qu'une réduction de la taille des ailes chez les mâles, des schémas aberrants de coloration, des formes d'ailes altérées, et des yeux cabossés.

La fréquence globale des anomalies de 7 localités - à l'exclusion de Shiroishi, Koriyama et Tokyo, étudiée pour permettre une comparaison avec la seconde enquête de terrain - était de 12,4%. La taille des ailes antérieures des mâles a été réduite, et la réduction était significativement corrélée négativement avec la dose de rayonnement au niveau du sol dans les localités de collecte des insectes.

Figure 2 - Sites de collecte des papillons (points noirs et points à moitié noirs), et sites de collecte des feuilles de plantes hôtes (points bruns et points à moitié bruns)

La progéniture de première génération F1, obtenue à partir des femelles de la première génération d'insectes volants, a été produite et élevée en laboratoire à Okinawa, situé à 1.750 km de Fukushima, où une radioactivité artificielle ne pouvait guère être détectée. Dans la génération F1, les taux de mortalité des larves, des prénymphe et des nymphes, ainsi que les taux d'anomalies chez les adultes survivants, étaient élevés pour les sites suivants : Iwaki, Hirono, Motomiya et Fukushima, et le taux global d'anomalies observées était de 18,3%, soit 1,5 fois le taux global des anomalies constatées sur la génération des parents.

Le temps de demi-éclosion (la moitié du temps qu'il a fallu pour que les larves atteignent le stade de la nymphose) était négativement corrélé avec les distances entre les localités de collecte et le site de la centrale nucléaire de Fukushima Dai-ichi. De même, le temps de demi-nymphose et le taux d'anomalies des appendices était négativement corrélé, quoique non statistiquement significatif. Les anomalies chez les papillons de la génération F1 étaient plus graves, affectant les pattes, les antennes, les palpes, les yeux, le ventre et les ailes.

Afin de déterminer si les anomalies observées chez les papillons F1 pouvaient être héréditaires, dix femelles présentant des anomalies (sauf une de Shiroishi, qui n'a pas eu d'anomalie détectable) ont été croisées avec des individus F1 d'apparence normale provenant de Tsukuba, le site le plus éloigné de la centrale nucléaire de Fukushima Dai-ichi).

Systématiquement, trois mâles vierges ont été placés dans une cage avec une femelle vierge pour assurer un accouplement réussi. Bien que ce système de reproduction soit presque toujours couronné de succès, et qu'il donne plus de 100 descendants par femelle lorsque les mâles et les femelles sont tous deux normaux et fertiles, 3 des 10 femelles F1 ont produit moins de 2 descendants adultes.

Malgré le fait que les femelles aient été croisées avec des mâles d'apparence normale pour la recherche, d'une part et que trois des femelles sur dix étaient presque totalement stériles, d'autre part, le taux global des anomalies observées chez les adultes survivants F2 était de 33,5%, ce résultat et l'héritage direct des caractères anormaux, suggèrent que plusieurs des déformations ont été héritées génétiquement sur le mode dominant (ou de façon épigénétique).

En outre, une nouvelle anomalie, sous forme d'une antenne en forme de fourche, jamais observée antérieurement, a été trouvée chez un individu de la génération F2.

L'augmentation de la sévérité et de la fréquence des anomalies observées chez les papillons adultes au cours des générations ultérieures, se retrouve également dans les zones de retombées radioactives. Certains des papillons anormaux sont présentés dans la figure 3.

Figure 3 - Papillons mutants résultant des retombées radioactives de Fukushima

Des anomalies plus sévères ont été observées 6 mois plus tard sur les zones des retombées radioactives

Six mois après l'accident de Fukushima, en septembre et octobre 2011, les chercheurs ont recueilli de nouveau des papillons sur les mêmes sites ; ce sont sans doute les papillons de quatrième ou de cinquième génération d'envol. Un total de 238 individus ont été collectés, soit 168 d'un sexe, et 70 de l'autre sexe. Le taux global d'anomalies pour les 7 localités était de 28,1%, soit plus du double de celui des adultes de première génération d'envol recueillis au mois de mai précédent. Le taux global des anomalies des adultes recueillis sur le terrain en septembre 2011 s'est montré corrélé avec la dose de rayonnements mesurés au sol sur les sites de collecte des papillons.

En ce qui concerne les papillons de premier envol, la génération F1 a été produite à partir des papillons recueillis en septembre 2011, et élevés dans le laboratoire. Le taux de mortalité était élevé, ainsi que le taux d'anomalies, qui était de 59,1% dans l'ensemble.

Les résultats des observations ont montré que les populations exposées aux radiations dans la nature, s'étaient détériorées considérablement depuis le mois de mai 2011, probablement en raison de dommages génétiques causés par les rayonnements émis par la centrale nucléaire de Fukushima Dai-ichi, comme cela avait été prédit à partir des expériences d'élevage avec les adultes du premier envol.

Les effets de l'exposition à la fois externe et interne (par les aliments)

Les chercheurs de l'équipe ont exposé des larves et des pupes normales, obtenues à partir de femelles capturées à Okinawa, à des rayonnements de césium-137, l'un des principaux radio-isotopes libérés dans les retombées de Fukushima. Les larves et les nymphes ont été exposées à 55 mSv (à un taux de 0,2 mSv / h) et à 125 mSv (à un taux de 0,32 mSv / h). Les deux niveaux d'exposition se traduisent par des traits de caractères anormaux.

Les courbes de survie ont montré que les taux de mortalité des pré-pupes (~ 15%) étaient sensiblement les mêmes pour les deux doses, et que la plus forte dose provoque des mortalités supplémentaires (20%), au stade de pupes (voir la figure 4, graphique de gauche).

Les feuilles des plantes hôtes recueillies dans différentes localités ont servi à la nourriture des larves d'Okinawa. Presque tous les individus qui avaient consommé des feuilles de la localité non contaminées d'Ube (voir Figure 2) ont survécu, mais les individus qui avaient consommé des feuilles provenant de localités contaminées ont moins bien survécu (voir Figure 4, graphique de droite).

Figure 4 - Taux de survie avec des expositions artificielles aux rayonnements ; à gauche : exposition externe, à droite : exposition interne

Les anomalies produites (Figure 5) sont similaires à celles qui sont naturellement exposés à des rayonnements dans les zones des retombées de Fukushima.

Figure 5 - Anomalies représentatives d'une exposition interne aux rayonnements

Pour conclure

L'étude menée par l'Université de Ryukyu à Okinawa, au Japon, est la plus complète et la plus détaillée réalisée à ce jour sur les effets des faibles doses de rayonnements ionisants, faisant suite à des accidents nucléaires.

Les chercheurs ont fourni des données concernant les deux collectes de papillons dans les conditions naturelles et dans des expériences d'élevage en laboratoire ; ces données montrent que les populations naturelles de papillons bleu pâle issues de la région de Fukushima présentent une détérioration physiologique et génétique, à la suite des expositions aux retombées radioactives.

En outre, les chercheurs ont effectué des expériences en milieu artificiel afin d'exposer des larves normales à de faibles doses de rayonnements, à la fois de manière extérieure et intérieure (par l'ingestion de plantes hôtes contaminées) ; ils ont reproduit les taux de mortalité et les taux d'anomalies qui avaient été observés chez les papillons prélevés dans le milieu naturel dans la zone de Fukushima.

Nous sommes entièrement d'accord avec le biologiste Tim Mousseau, de l'Université de Caroline du Sud aux Etats-Unis, qui a déclaré [3]: « Cette étude est importante et écrasante dans ses implications, tant pour les êtres humains que pour toutes les communautés d'organismes biologiques qui vivent à Fukushima ».

Nous répétons l'appel lancé dans notre rapport [2]: « Il est clair que les enfants vivant dans les zones fortement contaminées et en dehors de la zone d'évacuation officielle autour de la centrale nucléaire de Fukushima Dai-ichi doivent être évacués rapidement afin d'éviter une catastrophe humanitaire à l'échelle de celle de Tchernobyl. Un effort international concerté est nécessaire pour fournir une aide pour réaliser l'évacuation des enfants touchés et pour poursuivre la surveillance de l'état sanitaire et les travaux de recherche sur la radioprotection ».

Enfin, une sortie de l'énergie nucléaire au niveau mondial est à l'ordre du jour, étant donné que la combinaison des diverses sources d'énergie renouvelables peut fournir tous nos besoins en énergie d'une façon sûre, durable et à des coûts beaucoup plus abordables pour tous, comme nous l'avons soigneusement décrit en détails dans notre dossier spécial [4] [Green Energies - 100% Renewable by 2050](#), ISIS publication)*.

* On peut notamment se reporter aux articles suivants :

- "Le pouvoir aux populations : 100% d'énergies renouvelables d'ici 2050" par le Dr. Mae-Wan Ho. Traduction et compléments de Jacques Hallard ; accessible sur le site <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article101&lang=fr>

- "100% d'énergies renouvelables en Allemagne d'ici 2050 : un exemple pour tous les pays industrialisés" par le Dr. Mae-Wan Ho & le Professeur Peter Saunders. Traduction et compléments de Jacques Hallard ; accessible sur le site <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article98&lang=fr>

- "La maîtrise du pouvoir vert, Green Power Rules" par Sam Burcher. Conférence de lancement du rapport 'Green Energies - 100% Renewable by 2050'. Traduction et compléments de Jacques Hallard; accessible sur <http://isias.transition89.lautre.net/spip.php?article91&lang=fr>

© 1999-2012 The Institute of Science in Society

[Contact the Institute of Science in Society](#)

MATERIAL ON THIS SITE MAY NOT BE REPRODUCED IN ANY FORM WITHOUT EXPLICIT PERMISSION. FOR PERMISSION, PLEASE [CONTACT ISIS](#)

Compléments apportés par le traducteur

*** Article de presse en relation avec l'objet de rapport ci-dessus**

Fukushima: des papillons mutants découverts après l'accident nucléaire

- Août 2012

FUKUSHIMA - Des chercheurs japonais ont révélé que des papillons venant des alentours de la centrale de Fukushima peu après l'explosion - et les deux générations suivantes - ont souffert de [mutations à cause de la radioactivité](#). Les résultats de cette étude ont été publiés dans *Scientific Reports*, un journal sur internet diffusé par l'éditeur de *Nature*, magazine scientifique qui fait autorité.

Environ 12% de petits papillons bleus de la famille des lycénidés, exposés à la radioactivité à l'état de larves lors de la catastrophe nucléaire de mars 2011, ont développé des anomalies, notamment des ailes plus petites et une malformation des yeux, ont expliqué des chercheurs.

Retrouvez toutes les images et les croquis des chercheurs japonais [ici](#).

Des mutations croissantes

Ces insectes attrapés non loin de la centrale accidentée Fukushima Daiichi (nord-est) en mai, soit deux mois après l'accident, ont ensuite été élevés en laboratoires à des fins de reproduction. Quelque 18% de la génération suivante a développé des problèmes similaires, a souligné Joji Otaki, professeur à l'Université Ryukyu d'Okinawa (sud), mardi auprès de l'AFP.

La proportion a encore grimpé (à 34%) pour la troisième génération, alors que les scientifiques avaient pris soin de choisir un papillon sain d'une autre région pour l'accoupler avec un papillon de Fukushima.

Six mois après le désastre, un nouveau lot de papillons a été attrapé près de Fukushima Daiichi et cette fois, le taux d'anomalie de la génération suivante a été mesuré à 52%, a précisé Joji Otaki.

Les scientifiques ont aussi réalisé une expérience test sur une population de papillons non affectés. Ils les ont exposés en laboratoire à de faibles doses de radioactivité et ont constaté la même proportion d'anomalies que chez la première génération de papillons de Fukushima.

Les gènes des papillons affectés

"Nous en avons tiré la conclusion claire que les radiations dégagées par la centrale Fukushima Daiichi avaient endommagé les gènes des papillons", a souligné Joji Otaki.

Il a toutefois prévenu que ces résultats devaient être pris avec précaution, précisant que l'effet observé n'était avéré à l'heure actuelle que sur les papillons et sur aucune autre espèce animale ni sur l'homme. Son équipe va mener de nouvelles expériences sur d'autres animaux.

Photo - Le papillon *Zizeeria maha*, papillon bleu courant au Japon, utilisé dans l'expérience.

Retrouvez toutes les images et les croquis des chercheurs japonais [ici](#).

http://www.huffingtonpost.fr/2012/08/14/fukushima-papillon-mutants-etude-japon_n_1774823.html

Article critique sur les expériences rapportées et commentées sur ce sujet

Les papillons mutants de Fukushima : entre manipulation médiatique et illusion statistique, par Wackes Seppi – Source [Imposteurs](#) - Jeudi 6 septembre 2012

Accessible sur le site <http://imposteurs.over-blog.com/article-les-papillons-mutants-de-fukushima-entre-manipulation-mediatique-et-illusion-statistique-par-wack-109807983.html>

Faibles doses d'irradiation - Extrait d'un article Wikipédia

En [radiobiologie](#) et en [physique médicale](#), les **faibles doses d'irradiation** sont des expositions à des [rayonnements ionisants](#) qui se situent à un niveau faible, de l'ordre du [centigray](#), très largement inférieur à celui où l'on commence à voir apparaître un [effet déterministe](#) ([brûlures](#), voire [syndrome d'irradiation aiguë](#) pour des expositions supérieures au [gray](#)), et en-dessous des limites actuelles de détection des [effets stochastiques](#) ([leucémies](#) ou autres formes de [cancers](#), voire peut-être [mutations génétiques](#)).

C'est ce domaine de doses, inférieures à une dizaine de [millisieverts](#) par an, que reçoit la plus grande partie de la population, principalement à cause de la [radioactivité naturelle](#) (notamment due au [radon](#)) et des [examens radiologiques](#), ou par les activités de

l'[industrie nucléaire](#) sur ses travailleurs (et le cas échéant sur le public en cas d'[accident nucléaire](#)). Ceci en fait un sujet polémique, et qui a une incidence directe sur l'optimisation des politiques de [radioprotection](#) et de [santé publique](#).

Globalement, l'effet exact de ces faibles doses d'irradiations, ainsi que la relation dose-effet associée, sont encore des questions ouvertes :

- L'effet macroscopique de ces faibles doses, pour des expositions inférieures au [centigray](#), est difficile à évaluer. Si ces faibles doses ont un effet, celui-ci ne peut pas être étudié [statistiquement](#) par des études [épidémiologiques](#) directes. L'estimation des risques pour des faibles doses d'irradiation est donc basée sur l'extrapolation des effets [cancérogènes](#) observés entre 0,2 et 3 [sieverts](#)¹. En outre, cet effet dépend à la fois de la [dose reçue](#) et du [débit de dose](#), d'une manière encore mal connue aujourd'hui.
- Au niveau [microscopique](#), pour un rayonnement traversant un tissu, l'effet physique et chimique élémentaire dépend de la nature de ce rayonnement. Le [gray](#) est la grandeur de [dose absorbée](#) permet de quantifier cet effet physique. Elle dépend à la fois du type de rayonnement, de leur nombre ainsi que des tissus traversés. Cependant, la traduction biologique de cet effet au niveau macroscopique (mesurée en [Sievert](#) est un processus complexe, que l'on commence à peine à découvrir.



Photo d'une centrale nucléaire - L'effet des [rayonnements ionisants](#) à faible dose est une question ouverte.

Sommaire

- [1 Le monde des faibles doses](#)
 - o [1.1 Sources et modes d'irradiation](#)
 - o [1.2 Quand commence-t-on à parler de faibles doses ?](#)
 - o [1.3 Ordres de grandeurs des faibles doses](#)
 - o [1.4 Ordres de grandeurs des faibles débits de doses](#)

- [2 Progrès des connaissances en radiobiologie](#)
 - o [2.1 Études des moyennes et fortes doses](#)
 - o [2.2 Limites statistiques des études épidémiologiques](#)
 - o [2.3 Cancérogenèse](#)
 - o [2.4 Mécanismes de réparation](#)
 - o [2.5 Effet « bystander »](#)

- [3 Radioprotection contre les faibles doses](#)
 - o [3.1 Limites d'exposition admises](#)
 - o [3.2 Le principe ALARA](#)
 - o [3.3 Le modèle linéaire sans seuil](#)
 - o [3.4 Positions officielles de la CIPR sur l'approche linéaire](#)

- [4 Débat sur l'effet des faibles doses](#)
 - o [4.1 Partisans et opposants à l'hypothèse linéaire sans seuil](#)
 - o [4.2 Le rapport conjoint des académies françaises](#)
 - o [4.3 Hypothèse d'un effet d'Hormèse](#)
 - o [4.4 Les régions à radioactivité naturelle élevée](#)
 - o [4.5 L'étude des liquidateurs de Tchernobyl](#)
 - o [4.6 Le débat sur le radon](#)
 - o [4.7 Les constructions contaminées de Taiwan](#)

- [5 Enjeux sur la politique sanitaire](#)
 - o [5.1 Doses collectives morts virtuelles](#)
 - o [5.2 Évaluation bénéfice / risque en radiologie médicale](#)
 - o [5.3 Coûts de décontamination](#)

Le monde des faibles doses - Sources et modes d'irradiation



Dessin explicatif à consulter à la source - Trois modes d'irradiation : Par irradiation continue, par dose ponctuelle, ou par contamination interne.

Les faibles doses d'irradiations peuvent être reçues suivant trois modalités assez différentes.

Article détaillé : [irradiation](#).

La principale source d'irradiation est naturelle. Le niveau de l'exposition naturelle varie selon le lieu, généralement dans le rapport de un à trois. Dans de nombreux endroits il peut être beaucoup plus élevé².

L'irradiation et la radioactivité s'expriment dans les unités [sievert](#), [becquerel](#),... L'unité SI utilisée pour mesurer une irradiation physique est le [gray](#), qui mesure une énergie fournie par unité de masse, indépendamment de ses effets biologiques. L'ancienne unité du [rad](#), que l'on retrouve encore dans de nombreuses publications, correspond au centigray (ce qui explique que ce sous-multiple soit fréquemment utilisé). L'unité utilisée pour mesurer les [effets stochastiques](#) d'une irradiation sur un organisme est le [sievert](#), qui inclut des termes correctifs permettant de prendre en compte la dangerosité relative des différents rayonnements et la sensibilité relative des différents tissus.

L'unité utilisée pour mesurer l'[activité](#) d'une source radioactive est le [becquerel](#), qui mesure le nombre de désintégrations radioactives par seconde. Il permet de représenter indirectement la quantité de matière radioactive présente, si l'on connaît par ailleurs l'[activité massique](#) du [radionucléide](#) concerné.

On peut distinguer trois modes d'exposition :

- Les expositions aux faibles doses ponctuelles, reçues en une seule fois, sont mesurées en [millisieverts](#). Elles correspondent la plupart du temps, pour le public, à des examens radiologiques ([radiographies](#), [gammagraphies](#), [scanners](#)...).
- Une exposition continue ou répétée à un environnement irradiant expose à un [débit de dose](#) plus ou moins élevé, mesuré en microsieverts par heure. Ce peut être un environnement de travail (cabinet médical de [radiologie](#), travailleur de l'[industrie nucléaire](#)) ou d'habitation (effet de vivre en altitude, ou dans une région riche en [uranium](#) ou en [thorium](#), voire en présence de [radon](#)).
- Enfin, une contamination interne par des substances radioactives (que ce soit par inhalation, ingestion, ou à travers une blessure) expose l'organisme à des rayonnements faibles, mais directement en contact avec les tissus, et sur une durée potentiellement longue (fonction de la [période biologique](#) du [radioisotope](#), de son mode d'ingestion, de son état chimique,...). Ces contaminations se mesurent en [becquerels](#) ; la plus ou moins grande [radiotoxicité](#) de la substance est évaluée en [sieverts](#) par [becquerel](#) (l'unité typique étant le $\mu\text{Sv/kBq}$).

Quand commence-t-on à parler de faibles doses ?

La limite des faibles doses est mal définie, car elle dépend du domaine scientifique considéré^{3,4,5} : le plafond proposé varie ainsi de 1 mGy pour la microdosimétrie à 200 mGy pour l'épidémiologie, en passant par 20 mGy pour la radiobiologie⁶. Pour la [radioprotection](#), on s'intéresse généralement à la limite en-dessous de laquelle aucun effet nocif des radiations n'est démontré, soit ≈ 100 mGy^{3,7,8} : c'est donc cette limite qui est la plus couramment rencontrée^{9,10}.

Les « faibles doses » correspondent à des domaines de doses ou de débits qui peuvent être très variés mais sont souvent amalgamés. On peut facilement détecter des radioactivités de l'ordre du becquerel, qui correspondent à une irradiation de l'ordre du [nano-](#) voire [pico-](#)sievert, mais on est alors très en deçà des plafonds communément admis pour ce domaine, même si l'on prend la valeur de 1 mSv considéré pour la microdosimétrie. La différence entre l'irradiation détectable par les moyens modernes et celle dont on sait qu'elle a des effets prouvés est de neuf ordres de grandeur - c'est la même différence qu'entre boire une goutte (1 mm³) de whisky dans toute sa vie, et en boire dix litres par jour.

Ordres de grandeurs des faibles doses

Le domaine des faibles doses correspond aux doses inférieures à 10 mSv selon la définition utilisée en radiobiologie, et aux doses inférieures à 100 mSv selon celle généralement utilisée pour la radioprotection. Une dose peut être considérée comme reçue en une seule exposition quand la durée d'irradiation est plus faible que le temps de réparation des cassures de l'ADN par la cellule, de l'ordre de l'heure.

Niveau	Dose en une exposition
1 000 mSv =1 sievert	Seuil des effets déterministes : apparition de la fièvre des radiations .
	Limite de l'effet statistiquement observable des excès de cancers sur les survivants de Hiroshima et Nagasaki ² .
100 mSv	La limite d'exposition des personnels d'intervention est de 100 mSv en cas d'urgence radiologique, voire 300 mSv pour des interventions destinées à sauver des vies humaines (France) ¹¹ . Les systèmes de réparation de l'ADN des cellules sont activés à des doses comprises entre 10 et 100 mSv. En dessous du seuil de 2 cGy (20 mSv) on ne détecte plus d'augmentation de la fréquence d' aberrations chromosomiques ¹² .
10 mSv	Un scanner comportant dix coupes (voire beaucoup plus pour un scanner coronaire moderne) entraîne une exposition de 15 mSv ¹³ . Un scanner abdominal correspond à 12 mSv. Les 0,5 million d'habitants des zones faiblement contaminées aux alentours de Tchernobyl recevront une dose cumulée sur 70 ans de l'ordre de 14 mSv ¹⁴ .
1 mSv 1 000 µSv	Une exposition de l'ensemble de l'organisme à 1 mGy entraîne, en moyenne, la traversée de chaque cellule par un électron ¹⁵ .

- L'irradiation par [scintigraphie](#) est de l'ordre de 4 mSv lors de l'étude des os, et 2 mSv pour l'examen de la [thyroïde](#)¹³.
- Une radiographie des poumons entraîne une dose de 0,3 mSv¹⁶ à 1 mSv¹³. Une radiographie dentaire correspond à une dose de 0,2 mSv. L'exposition moyenne due aux retombées des essais nucléaires atmosphériques a atteint un pic en 1963 avec 0,15 mSv¹⁷. Une mammographie correspond à une dose effective de 0.13 mSv¹⁸.
- 100 [μSv](#)
- 10 [μSv](#) Un voyage Paris-New York aller et retour : 0,06 mSv¹⁶
- 1 [μSv](#) Les [radionucléides](#) contenus dans une cigarette entraînent en moyenne une exposition aux rayonnements de 7,3 μSv par cigarette¹⁹ (outre l'exposition aux goudrons cancérigènes).

Ordres de grandeurs des faibles débits de doses

Article détaillé : [Débit de dose radioactive](#).

La limite du domaine des faibles débits de dose, en dessous de laquelle aucun effet biologique n'a été détecté, peut être placée vers 1 mSv/h, voire 100 μSv/h, c'est-à-dire les limites réglementaires des zones contrôlées marquées « zones jaunes » en France. Dans la définition proposée par l'[UNSCEAR](#), cette limite est placée à 0,1 mGy/min (moyennés sur une heure) du point de vue de la radioprotection, soit 6 mGy/h⁶





Ces débits de dose sont mesurés en milli- ou en microsieverts par minute, par heure ou par an. Il s'agit dans la quasi-totalité des cas d'une irradiation par [rayonnement gamma](#) (ou par [rayonnement X](#) pour les cabinets médicaux). Cependant, les irradiations reçues à proximité immédiate d'un [réacteur nucléaire](#) (jusqu'à quelques dizaines de mètres) sont surtout dues aux flux de [neutrons](#) qui s'échappent du cœur (ce qui impose d'utiliser des [dosimètres](#) spéciaux). Des neutrons sont également présents dans les [rayonnements cosmiques](#).

Un faible débit de dose entraîne en pratique une faible irradiation, tout au moins pour des durées d'exposition raisonnablement limitées. Ce n'est que pour les forts débits de dose, reçus dans des environnements exceptionnels, que l'on fait le calcul inverse : à la limite entre « zone orange » et « zone rouge », où le débit de dose serait de 100 mSv/h, on peut transiter pendant 6 minutes avant de recevoir une dose de 10 mSv (réglementairement acceptable en circonstances exceptionnelles), et il faut rester plusieurs heures pour atteindre une dose de un sievert (niveau où apparaît la [fièvre des radiations](#)). Pour ces forts débits de dose, l'exposition est normalement exceptionnelle, la durée d'exposition est normalement inférieure à l'heure, et c'est la dose totale reçue en une seule exposition qu'il faut considérer pour en évaluer l'impact sanitaire.

Niveau

[Débit de dose](#)



<p>100 mSv/h</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Zone interdite</i> indiquée comme une zone rouge (zone spécialement réglementée, droit français²⁰) : plus de 100 mSv/h. • A 5 mGy/min (300 mGy/h), le nombre de cassures double brin (CDB) dues à l'irradiation est égal à celui produit pendant le même temps par le métabolisme cellulaire chez les cellules en prolifération (CDB endogènes), soit 0,14 CDB par minute dans les deux cas²¹. • Le rythme de production des CDB est supérieur au rythme maximal de réparation. La production de dislocations excède les capacités de réparation cellulaire. Les effets sont cumulatifs et dépendent de la dose totale. 	
<p>10 mSv/h</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Zones contrôlées oranges</i> (zones spécialement réglementées) : de 2 à 100 mSv/h. • Rythme de cassure double brin de l'ADN (~1/cGy) de l'ordre du rythme de réparation (~ heure). Apparition éventuelle de phénomènes spécifiquement radio-induits aux expositions prolongées. • Quand on irradie des souris tout au long de leur vie à des expositions respectives de 1,5 Gy/semaine (9 mGy/h), 2,2 Gy/semaine (13 mGy/h), et 3 Gy/semaine (18 mGy/h), le pourcentage de souris qui contractent un cancer de la peau est respectivement de 0 %, 35 %, et 100 %, démontrant clairement une réponse à seuil en fonction du débit de dose²² 	
<p>1 mSv/h 1 000 µSv/h</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Limite inférieure des <i>zones contrôlées oranges</i> (zones spécialement réglementées) : à partir de 2 mSv/h. • 1 mSv/h reçu pendant un an entraîne une exposition totale de 8,76 Sv • Des rats mâles restent fertiles pendant 10 générations s'ils sont exposés à 20 mSv par jour mais un accroissement, même léger, au-delà de cette limite inhibe totalement la spermatogenèse²³. 	
<p>100 µSv/h</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Limites des <i>zones contrôlées jaunes</i> (zones spécialement réglementées) : de 0.025 à 2 mSv/h. • Des souris exposées à 0.0002 cGy/min (0,12 mGy/h) pendant cinq semaines ne montrent pas d'effet détectable sur l'ADN²⁴, bien que la dose totale (0.1 Gy) entraîne des dommages détectables quand elle est reçue en une seule fois. • Au contact d'un minerai d'uranium d'une activité de 20 000 désintégrations par seconde (20 kBq, soit de l'ordre d'un 	

gramme d'uranium) on subit un débit de dose de 79 $\mu\text{Sv/h}$ ²⁵.

- Niveau de radiation détecté dans certains lieux à radioactivité naturelle élevée²⁶ : sur la plage de sable noir de [monazite](#) de [Guarapari](#) au Brésil (131 $\mu\text{Sv/h}$)²⁷ ou dans certaines maisons de [Ramsar](#) en Iran (130 $\mu\text{Gy/h}$)²⁸.
- Limites des *zones contrôlées* vertes : de 7.5 $\mu\text{Sv/h}$ à 25 $\mu\text{Sv/h}$.
- L'exposition de la population aux rayonnements naturels est supérieure à 100 mSv/an dans de larges régions comme le [Kerala](#) en [Inde](#) (expositions de l'ordre de 10 à 32 mSv/an)²⁹ ou dans les quartiers à radioactivité naturelle élevée de la ville de [Ramsar](#) en [Iran](#) (exposition moyenne de 10 mSv/an mais pouvant atteindre 260 mSv/an dans certaines habitations)^{30,31}.

100 mSv/an
11 $\mu\text{Sv/h}$



- Irradiation dans la station spatiale internationale : 170 mSv/an¹⁴.
- La limite annuelle pour les personnels exposés aux États-Unis est de 50 mSv/an (publication 26 de la CIPR, 1977)^{32,33}.
- Les limites pour les personnels exposés sont de 20 mSv sur douze mois glissants en France, 20 mSv par an en Suisse, et 50 mSv par an sans pouvoir excéder 100 mSv par période de 5 ans au Canada (recommandation 60 de la [CIPR](#), 1991)^{34,35,36}.

10 mSv/an
1,1 $\mu\text{Sv/h}$



- L'inhalation de la fumée par une personne consommant 1,5 paquets de cigarettes par jour conduit à des doses au système trachéobronchial de l'ordre de 80 mSv/an¹⁹ (outre le dépôt de [goudrons](#) cancérogènes), du fait du [polonium](#) naturellement présent dans le tabac³⁷. Un fumeur de 30 cigarettes par jour s'expose par sa présence dans la fumée à l'équivalent de dose de 300 [radiographies pulmonaires](#) par an³⁸.

1 mSv/an
110 nSv/h



- Il faut conserver sur soi plusieurs kg d'uranium pour s'exposer à un débit de 50 mSv/an³⁹.
- Limite autorisée pour l'exposition du public aux rayonnements artificiels, exposition justifiant une *zone surveillée* radiologique : de 2,5 à 7,5 $\mu\text{Sv/h}$, soit plus de 80 μSv par mois, ou 1 mSv par an (Code de la santé publique, Article R1333-8). Elle était de 5 mSv/an en 1998¹³.
- L'irradiation naturelle (rayons cosmiques, radioéléments naturels présents dans l'organisme et la croûte terrestre) varie en France entre 1,5 mSv/an et 6 mSv/an⁴⁰. L'exposition moyenne aux radiations naturelles dans le

monde est estimée de l'ordre de 2,5 mSv/an⁴¹.

- L'irradiation ambiante horaire mesurée en France varie selon les lieux entre 40 nSv/h (bassins sédimentaires) et 300 nSv/h (massifs granitiques), avec une valeur moyenne sur le territoire de 90 nSv/h⁴².
- L'exposition annuelle due aux examens médicaux est en moyenne de 1 mSv/an³⁰.
- La [CIPR](#) propose pour le [radon](#) un coefficient de conversion de 1 millisievert par an pour 66 Bq/m³ (ce coefficient est en cours de réévaluation)⁴³.
- La conservation à domicile d'un bloc de minerai d'uranium de 5 kg d'une activité de 1,5 [MBq](#) induit un débit de dose de 0,4 µSv/h. Sur la base d'une exposition journalière de 12h à une distance de 1 m de l'échantillon, l'ordre de grandeur de la dose efficace sera de 1,75 mSv/an⁴⁴.
- Pour l'évaluation de la performance du [stockage des déchets radioactifs en couche géologique profonde](#), la dose reçue doit être inférieure à 0,25 mSv par an (limite retenue par l'[Andra](#)) dans le scénario le plus pénalisant⁴⁵.
- Les recommandations de l'OMS sur les critères de potabilité de l'eau de boisson sont que la dose reçue du fait de la présence d'un radionucléide dans l'eau de boisson ne dépasse pas 0.1 mSv/an⁴⁶.
- L'auto-irradiation du fait de la radioactivité naturelle du corps humain induit une exposition de 0,2 mSv/an. Cette dose présente la caractéristique d'être à peu près constante, quelle que soit la corpulence de l'individu et la région géographique³⁰.
- L'irradiation naturelle par les rayons cosmiques au niveau de la mer est d'environ 32 nSv/h (≈0,3 mSv/an).
- L'irradiation reçue au voisinage du [centre de stockage de l'Aube](#) (CSFMA), pour une personne passant 24h/24 à la clôture, 365 jours par an, est évaluée à 0,14 mSv/an⁴⁷.
- L'exposition moyenne liée à la production d'électricité par énergie nucléaire (extraction et traitement de l'uranium, fonctionnement des réacteurs, rejets et déchets) correspondant à une exposition de l'ordre de 0,01 à 0,02 mSv par an³⁰.
- L'exposition moyenne due aux [essais nucléaires](#) en atmosphère (sur toute la population mondiale) a été de 0,005 mSv/an et l'[accident de Tchernobyl](#) a conduit à une exposition moyenne de 0,002 mSv/an³⁰. Des personnes à proximité immédiate ont évidemment été davantage

100 µSv/an
11 nSv/h

10 µSv/an
1,1 nSv/h

1 µSv/an
0,11 nSv/h

<1 μ Sv/an
<0,11 nSv/h

- irradiées.
- L'Andra a évalué l'impact maximal que pourrait recevoir un habitant séjournant en permanence à proximité du [Centre de stockage de Morvilliers](#) (TFA), du fait des éventuels rejets. La dose de radioactivité que serait susceptible de recevoir cet habitant serait de l'ordre de 0,01 microsievert par an⁴⁸.
- Le 4 avril 2011, lorsque les retombées en France métropolitaine en provenance de [Fukushima](#) ont atteint leur maximum, elles ont ajouté seulement 0,02 nSv/h à la radioactivité ambiante, un niveau bien trop faible pour être détecté⁴².

Lire la suite de cet article sur http://fr.wikipedia.org/wiki/Faibles_doses_d%27irradiation

Les faibles doses - Extrait d'un document du [CEA Direction des sciences du vivant - Prositon : Les faibles doses](#)

- [Santé, rayonnements ionisants et radionucléides. Partie 1 : Action de l'irradiation sur la cellule](#)
- [Santé, rayonnements ionisants et radionucléides. Partie 2 : Action de l'irradiation sur la cellule - Effets déterministes](#)
- [Santé, rayonnements ionisants et radionucléides. Partie 3 : Effets aléatoires](#)
- [Santé, rayonnements ionisants et radionucléides. Partie 4 : Modalités d'exposition](#)
- **Les faibles doses**
- [Effets sur la santé : Bilan](#)

Généralités - le domaine des faibles doses :

Les faibles doses de rayonnements ionisants correspondent à des irradiations pour lesquelles aucun effet néfaste sur la santé n'est observé. On parle de « faibles doses » pour des expositions inférieures ou égales à des doses de l'ordre de 100 à 200 mSv pour des irradiations aiguës. Ces niveaux correspondent à la plupart des expositions : en dehors de la radiothérapie ou d'applications médicales spécifiques, les irradiations (professionnelles, population, patients) délivrent des faibles doses (*voir « quelques valeurs de dose »*). L'irradiation naturelle est la principale source d'exposition (de l'ordre de 2 à 2,5 mSv par an en moyenne). A de faibles niveaux de dose, aucun effet sur la santé n'est décelé par l'épidémiologie, cependant, l'absence d'effets décelables ne peut exclure l'existence d'un risque. On considère que le risque est lié à l'apparition de mutations radio-induites pouvant, après de nombreuses altérations supplémentaires, conduire à des effets stochastiques, notamment des cancers.

La difficulté d'identifier l'existence ou non d'un risque pour des expositions aux faibles doses tient :

- au délai de plusieurs années ou même dizaines d'années entre l'irradiation et la maladie cancéreuse, délai pendant lequel de nombreux facteurs de l'environnement sont susceptibles également d'introduire des altérations dans le fonctionnement et l'ADN cellulaire
- à l'absence de spécificité des cancers radio-induits
- à la grande fréquence des cancers survenant spontanément

L'ordre de grandeur de 100-200 mSv correspond à celui estimé à partir d'études épidémiologiques après exposition aiguë : par exemple, excès de leucémies pour des doses supérieures à 100 mSv dans l'étude des survivants d'Hiroshima et Nagasaki, excès de cancer de la thyroïde au-dessus de 100 mGy à la thyroïde chez l'enfant. Chez le fœtus, les résultats sont controversés, mais le risque de cancer pourrait apparaître pour des doses supérieures à 10 ou 20 mSv (*UNSCEAR, 2000*).

Ce niveau à partir duquel un excès de cancers est observé dépend de plusieurs facteurs :

- **les conditions de l'exposition** : nature du rayonnement, débit de dose. Pour les rayonnements de faible TLE (Transfert Linéique d'Energie), le risque diminue quand le débit de dose diminue ; pour les rayonnements de fort TLE (alpha par exemple), la relation semble plus complexe
- **la sensibilité de l'organisme**, les doses les plus faibles pour lesquelles un risque est identifié étant observées chez le fœtus et le jeune enfant
- **la sensibilité de l'organe irradié**, la thyroïde chez l'enfant par exemple

Problématique des faibles doses :

Après l'exposition à de faibles doses, il n'y a pas d'effets aigus mais des effets tardifs sont possibles :

- Cancers : dont la fréquence augmente avec la dose
- Effets héréditaires : pour lesquels il n'a pas été observé d'effets dans l'espèce humaine, les estimations de risque résultent des observations animales aux fortes doses (souvent 1 ou 2 Gy).

Pourquoi est-il difficile d'identifier précisément les risques aux faibles doses ?

Il y a principalement deux difficultés d'interprétation liées à un « bruit de fond » tant pour les doses que pour les effets :

- **l'existence de l'irradiation naturelle** qui constitue une part importante et inévitable de l'exposition à des faibles doses de rayonnements ionisants (de 1 à quelques dizaines, jusqu'à 100 mSv/an). Jusqu'à présent, dans les conditions de radioactivité naturelle élevée, aucun effet sur la santé n'a pu être attribué à l'irradiation.
- **la fréquence spontanée des pathologies** observées est élevée et, actuellement, il n'existe aucun moyen simple d'identifier les cancers radio-induits

parmi les cancers qui surviennent spontanément. Il en est de même pour des effets héréditaires.

La relation dose-effet :

Compte tenu de la fréquence spontanée élevée des cancers et de la multiplicité des facteurs pouvant moduler le risque individuel, l'épidémiologie n'a pu jusqu'à présent conclure sur des différences observées entre groupe exposé et groupe témoin. L'estimation des risques pour des faibles doses d'irradiation, est basée sur l'extrapolation des effets observés aux fortes doses. L'analyse statistique montre qu'une relation linéaire sans seuil (ou LNT en anglais : linear non-threshold relation-ship) peut en général être compatible avec les résultats observés.

Deux graphiques à consulter à la source - L'extrapolation de la courbe dose-effet est une opération mathématique qui comporte, en dehors des incertitudes inhérentes à l'opération elle-même, des incertitudes liées aux différents types de « bruit de fond » et des incertitudes liées à la variabilité biologique. D'autre part, de nombreux facteurs indépendants de l'irradiation peuvent moduler le risque. Certaines études épidémiologiques conduisent d'ailleurs à des conclusions en apparence contradictoires avec l'extrapolation linéaire sans seuil, en ce qui concerne l'induction de certains cancers et à l'établissement de relations dose-effet ne suivant pas le modèle linéaire sans seuil (*voir l'exemple sur les cancers osseux après exposition au radium 226 et radium 228*). Pour permettre une gestion simple du risque et dans un souci de prudence, les commissions internationales établissent des normes sur la base d'une relation linéaire sans seuil (LNT) par extrapolation aux faibles doses des observations obtenues aux fortes doses ou forts débits de dose. Les recommandations de la CIPR (*CIPR 60, 1991*) concluent à l'estimation d'un risque supplémentaire après exposition à un rayonnement de faible TLE, à faible dose ou faibles débits de dose, dont les valeurs (en dose efficace exprimée en Sievert) sont :

- **5% par Sievert** pour les cancers mortels de la population
- **4% par Sievert** pour les cancers mortels chez les travailleurs. La différence entre travailleurs et population s'explique par la différence des tranches d'âge intéressées (uniquement entre 18 et 65 ans pour les travailleurs) et de l'existence de personnes plus sensibles dans la population
- **1% par Sievert** pour les effets héréditaires graves
- **Perte de 30 points de QI** (quotient intellectuel) par Sievert si l'irradiation a lieu entre la 8^e et la 15^e semaine post-conception

Exemples de relations dose-effet :

Les deux exemples suivantes correspondent à des relations dose-effet différentes. Ces études sont très utilisées dans le domaine de la radioprotection.

Suivi des survivants d'Hiroshima et Nagasaki

Le groupe d'étude est constitué d'environ 86 000 personnes des deux sexes, de tous âges, irradiés à toutes doses, ayant une irradiation du corps dans son ensemble.

Près de 70 000 personnes ont reçu une dose inférieure ou égale à 100 mSv, dont environ 30 000 personnes une dose comprise entre 5 mSv et 100 mSv.

Sur environ 86 000 personnes suivies depuis 1950, on considère qu'il y a entre 500 et 600 décès par cancer de plus (dont environ 90 leucémies) que les ~9 000 décès par cancers spontanés attendus.

Les relations dose-effet sont considérées comme linéaires, mais en dessous de 0,5 Sv les incertitudes sont importantes comme en témoignent les schémas ci-dessous concernant les leucémies.

Graphiques à consulter à la source - Risque relatif de leucémie chez les survivants d'Hiroshima et Nagasaki [UNSCEAR 2000]

Article complet à lire sur <http://www-dsv.cea.fr/institutes/unite-protection-sanitaire-contre-les-rayonnements-ionisants-et-toxiques-nucleaires-prosition/pour-comprendre/bases-biologiques-de-la-radioprotection/sante-rayonnements-ionisants-et-radionucleides/les-faibles-doses>

Papillon bleu pâle ou **papillon bleu ciel** – Extraits d'un article de Wikipédia

Papillon désigné par les appellations ***Zizeeria maha*** ou ***Pseudozizeeria maha***



Cet article est une **ébauche** concernant les **lépidoptères**.

Vous pouvez partager vos connaissances en l'améliorant (**comment ?**) selon les recommandations du [projet correspondant](#).

Sommaire

- [1 Synonymie](#)
- [2 Description](#)
- [3 Comportement](#)
- [4 Plantes hôtes, alimentation](#)
- [5 Espèces modèle et bioindicatrice](#)
 - o [5.1 Bioindicateur pour la biodiversité](#)
 - o [5.2 Bioindicateur pour l'agrobiodiversité](#)
 - o [5.3 Susceptibilité à la radioactivité artificielle](#)
- [6 Galerie d'images](#)
- [7 Voir aussi](#)
 - o [7.1 Articles connexes](#)
 - o [7.2 Liens externes](#)
 - o [7.3 Bibliographie](#)
 - o [7.4 Notes et références](#)
 - [7.4.1 Références taxonomiques](#)
 - o [7.5 Notes et autres références](#)

Synonymie

Ce papillon a aussi pu porter les noms suivants dits "synonymes"

- *Lycaena maha* Kollar, [1844]: 422.
- *Polyommatus chandala* Moore, 1865: 504, pl. 31, fig. 5
- *Lycaena opalina* Pujade, 1885: cxliii
- *Lycaena marginata* Pujade, 1885: cli
- *Plebeius albocoeruleus* Röber, 1886: 59, pl. 4, fig. 7
- *Lycaena argia* Ménétriés, 1857: 125, pl. 10, fig. 7
- *Lycaena alope* Fenton, [1882]: 851

Description

Voir [Glossaire entomologique](#) pour le vocabulaire spécialisé

[Dimorphisme sexuel](#) : Mâle et femelle ont des antennes, têtes, yeux, thorax et abdomen de forme similaire¹mais leurs couleurs diffèrent.

De plus, dans les régions où une saison des pluies marquée existe, sa couleur change selon que la chenille ait grandi durant la saison sèche ou la saison des pluies. D'autres variations de couleur existent, selon les pays et régions.

Cette section est vide, insuffisamment détaillée ou incomplète. [Votre aide](#) est la bienvenue !

Comportement

On a montré que les mâles (à courte distance) sont attirés par les odeurs ([phéromones](#)) des femelles et plutôt repoussés par celle d'autres mâles, et qu'ils repèrent la taille, la couleur et les motifs de la face inférieure des femelles et des autres mâles². Lors de simulation, la taille du modèle s'est montrée « d'une importance primordiale »² et un examen spectroscopique des ailes a montré que le modèle de réflectivité de la surface inférieure des ailes était à peu près similaire chez les deux sexes².

Les mâles émettent des hormones qui leurs sont propres (par des glandes situées sur la zone de chevauchement des ailes antérieures et postérieures). Ces hormones semblent inhibitrices du comportement sexuel des autres mâles qui les approcheraient en période d'accouplement³.

Plantes hôtes, alimentation

Les œufs sont déposés par la femelle sur les plantes hôtes et après l'éclosion les larves s'en nourrissent directement.

Parmi ces plantes, figurent

- des [Oxalidaceae](#), dont [Oxalis corniculata](#)⁴,
- des [Leguminosae](#)⁴
- des [Acanthaceae](#)⁴

Espèces modèle et bioindicatrice

Ce petit [pollinisateur](#) (dont la [plasticité phénotypique](#) est connue⁵) est pour les biologistes une espèce-modèle considérée (comme la plupart des papillons sauvages comme [bioindicatrice](#) de la qualité de l'environnement⁶

Bioindicateur pour la biodiversité

Les papillons sont généralement considérés comme intéressants pour le suivi de la [biodiversité](#)⁷, dont cette espèce qui dispose depuis 2012 d'un protocole *ad hoc*⁸. C'est une espèce qui semble sensible à la radioactivité (voir plus bas), qui nécessite la présence de certaines plantes hôtes et dont les mâles ne détectent les femelles qu'à courte distance⁹

Bioindicateur pour l'agrobiodiversité

Cette espèce est tuée par certains insecticides. Cette espèce ne consomme pas de maïs, et n'est pas attirée par l'odeur du maïs, mais une étude japonaise a cherché à vérifier que

cette espèce n'est pas victime d'éventuels effets secondaires de la présence de maïs transgénique *Bt* dans son environnement, en particulier par le biais de grains de *pollen Bt* qui pourraient s'être déposés sur les feuilles des *Oxalis hôtes* et susceptibles d'être mangées par les chenilles au sortir de l'œuf. Aucun effet significatif n'a été constaté dans cette étude¹⁰

Susceptibilité à la radioactivité artificielle

Selon une étude parue dans Scientific Reports¹¹ édité par le magazine Nature, des papillons *Zizeeria maha* ou *Pseudozizeeria maha* de la famille des *lycéniés* nés aux environs de la centrale de Fukushima Daiichi dans les mois ayant suivi la catastrophe, ainsi que leurs descendants élevés en laboratoire présentent des anomalies génétiques et de conformation (taille des ailes réduites et malformation des yeux malformés chez 12 % des individus exposés à la radioactivité à l'état de *chenille* deux mois après l'explosion. La *mutation* n'est pas récessive, puisque touchant 18 % de la génération suivante selon Joji Otaki¹², et 34 % de la troisième génération alors même que les chercheurs avait accouplé les papillons mutants avec des partenaires a priori sains et non-exposés venant d'autres régions.

De plus, la durée d'exposition semble aggraver le phénomène puisque 52 % des descendants papillons provenant d'un lot capturés sur le même site 6 mois après le désastre présentait cette anomalie dont la radioactivité semble bien être la cause (car une exposition en laboratoire à de faibles doses de radioactivité chez des papillons sains a provoqué la même proportion d'anomalies que celle constatée dans la 1^{re} génération de papillons nés et dont les chenilles se sont alimentées près de cette centrale¹³.



Wikinews propose un article concernant [*la mutation des papillons de Fukushima*](#).

La bioindication concernant les faibles doses n'en est cependant qu'à ses débuts¹⁴ et reste d'interprétation complexe¹⁵, et mi-2012, le Japon n'a pas fait état d'autres phénomènes de ce type précisent les auteurs de l'étude¹¹.

Article complet à lire sur le suivant : http://fr.wikipedia.org/wiki/Pseudozizeeria_maha

Rayonnement ionisant ou **Radiation ionisante** – Extrait d'un article Wikipédia

Un **rayonnement ionisant** est un *rayonnement* capable de déposer assez d'énergie dans la *matière* qu'il traverse pour créer une *ionisation*. Ces rayonnements ionisants, lorsqu'ils sont maîtrisés, ont beaucoup d'usages pratiques bénéfiques (domaines de la *santé*, *industrie*...) Mais pour les organismes vivants, ils sont potentiellement nocifs à la longue et mortels en cas de dose élevée. Les rayons ionisants sont de natures et de sources variées, et leurs propriétés dépendent en particulier de la nature des particules constitutives du rayonnement ainsi que de leur énergie.

Sommaire

- [1 Principaux rayonnements ionisants](#)
 - [1.1 Particules \$\alpha\$: noyaux de \${}^{4}\text{He}\$](#)
 - [1.2 Particules \$\beta^-\$: électrons](#)
 - [1.3 Particules \$\beta^+\$: positrons](#)
 - [1.4 Rayonnements X et \$\gamma\$](#)
 - [1.5 Neutrons](#)
- [2 Source des rayonnements ionisants](#)
- [3 Effets des rayonnements ionisants sur l'organisme](#)
- [4 Exposition de l'homme aux rayonnements ionisants](#)
 - [4.1 Les modes d'exposition aux rayonnements](#)
 - [4.2 L'exposition naturelle](#)
 - [4.2.1 Les rayonnements cosmiques](#)
 - [4.2.2 Les éléments radioactifs contenus dans le sol](#)
 - [4.2.3 Les éléments radioactifs naturels absorbés par inhalation ou ingestion](#)
 - [4.3 L'exposition artificielle](#)
 - [4.3.1 Les irradiations médicales](#)
 - [4.4 Conclusion](#)
- [5 Utilisation des rayonnements ionisants](#)
 - [5.1 Production d'électricité](#)
- [6 Notes et références](#)
- [7 Voir aussi](#)
 - [7.1 Articles connexes](#)
 - [7.2 Bibliographie](#)

Principaux rayonnements ionisants

Type de rayonnement	Rayonnement ionisant	Charge élémentaire	Masse (MeV/c^2)
Rayonnements Indirectement	Rayonnement	0	0

électromagnétiques	ionisant	ultraviolet		
		Rayon X		
		Rayon gamma		
		Neutron	0	940
Rayonnements particulaires	Directement ionisant	Electron / particule β^-	-1	0,511
		Positon / particule β^+	+1	0,511
		Muon	-1	106
		Proton	+1	938
		Ion ^4He / particule α	+2	3730
		Ion ^{12}C	+6	11193
	Autres ions	Variable	Variable	

Les rayonnements les plus énergétiques transfèrent assez d'énergie aux [électrons](#) de la matière pour les arracher de leur [atome](#). Les atomes ainsi privés de certains de leurs électrons sont alors chargés positivement. Les atomes voisins qui accueillent les électrons se chargent négativement.

Les atomes chargés positivement ou négativement sont appelés [ions](#). Les atomes qui ont perdu au moins un électron sont devenus des ions positifs ([cations](#)), tandis que les atomes qui ont reçu au moins un électron sont devenus des ions négatifs ([anions](#)). Les rayonnements capables de provoquer de telles réactions sont dits ionisants.

Par leur énergie, les rayonnements ionisants sont pénétrants, c'est-à-dire qu'ils peuvent traverser la matière. Le pouvoir de pénétration dépend du type de rayonnement et du [pouvoir d'arrêt](#) de la matière. Cela définit des épaisseurs différentes de matériaux pour s'en protéger, si nécessaire et si possible.

Particules α : noyaux de ^4He

Pénétration faible. Les particules α sont émises à une vitesse avoisinant les 20 000 km/s. Cependant étant lourdes et chargées électriquement, elles sont arrêtées très facilement et rapidement par les champs électromagnétiques et les atomes composant la matière environnante. Une simple feuille de papier suffit à arrêter ces particules.

Particules β^- : électrons

Pénétration moyenne. Les particules β^- sont des [électrons](#). Ces derniers sont émis avec des énergies allant de quelques [keV](#) à quelques MeV. Ils peuvent donc atteindre des vitesses élevées souvent relativistes. Cependant, chargés électriquement, ils vont être arrêtés par la matière et les champs électromagnétiques environnants. Une feuille

d'aluminium de quelques millimètres peut arrêter les électrons. Un écran d'un centimètre de [plexiglas](#) arrête toutes les particules bêta d'énergie inférieure à 2 MeV.

Particules β^+ : positrons

La pénétration est semblable à celle des électrons. Mais à la fin de son [parcours](#), un [positron](#) s'annihile avec un électron rencontré sur son passage en formant deux photons gamma de 511 keV chacun, ce qui ramène le problème au cas du rayonnement gamma.

Rayonnements X et γ

Pénétration très grande, fonction de l'énergie du rayonnement et de la nature du milieu traversé.

Chaque matériau est ainsi caractérisé par une [couche de demi-atténuation](#) qui dépend de sa nature, du type de rayonnement et de l'énergie du rayonnement. La couche de demi-atténuation (ou [épaisseur moitié](#)) est l'épaisseur nécessaire pour réduire de moitié la valeur du débit de dose de rayonnements X ou γ . On définit selon le même principe une épaisseur dixième, qui ne laisse passer que 10 % du débit de dose ; par exemple, en [radioprotection](#), un écran dixième en [plomb](#) (matière très utilisée car très efficace) a une épaisseur de 50 mm.

Au-delà de la dizaine de keV, l'air n'a plus d'absorption significative des rayonnements X et γ . Le plomb est généralement utilisé comme élément de radio-protection dans le domaine médical. En effet, il a une épaisseur de demi-absorption de l'ordre de 100 μm à 100 keV. Une épaisseur de 1 mm de plomb réduit la dose d'un rayonnement X de 100 keV d'un facteur 1 000. L'épaisseur de demi-absorption du plomb passe néanmoins à 1 mm vers 250 keV, ce qui signifie qu'une épaisseur de 10 mm de plomb serait alors nécessaire pour réduire la dose d'un facteur équivalent. En conséquence, dans les environnements industriels, où l'énergie peut parfois atteindre plusieurs MeV, on utilise des murs en [béton](#) (moins absorbants que le plomb, mais pratiquement plus épais) dans le contexte de la radioprotection. Dans certains cas, ceux-ci sont même [barités](#) (ajout d'une [charge](#) très dense) pour en augmenter l'efficacité.

À épaisseur d'écran identique, le rayonnement gamma est *atténué* par : le [plomb](#), l'[acier](#), le béton, l'eau (par ordre d'efficacité décroissante).

Neutrons

Le neutron n'étant pas chargé, il ne produit pas d'ionisations en traversant la matière. Les neutrons libres ne forment donc pas un rayonnement ionisant, mais en provoquant des [fissions nucléaires](#), ils peuvent générer des rayonnements ionisants.

Les [neutrons](#) libres sont surtout présents dans les [réacteurs nucléaires](#) ; ils sont émis, par exemple, lors de la [fission](#) d'atomes d'[uranium 235](#). Ils sont indirectement ionisants car c'est leur capture par les noyaux ou leur interaction avec ceux-ci qui génère des rayonnements gamma et/ou diverses particules. Les neutrons sont aussi présents aux altitudes de vol des avions long-courrier et subsoniques : ils participent à 30 % de la dose reçue par le personnel navigant.

Pénétration dépendante de leur énergie.

Le [bore](#) et le [cadmium](#), neutrophages, *absorbent* (capturent) les neutrons.

Une forte épaisseur d'eau ou de [paraffine](#) *modère* (réduit la vitesse) les neutrons.



Schéma à consulter à la source - Pouvoir de pénétration (exposition externe). Le [rayonnement alpha](#) (constitué de noyaux d'[hélium](#)) est simplement [arrêté](#) par une feuille de [papier](#). Le [rayonnement bêta](#) (constitué d'[électrons](#) ou de [positrons](#)) est arrêté par une plaque d'[aluminium](#). Le [rayonnement gamma](#) (constitué de [photons](#) très énergétiques) est *atténué* (et non stoppé) quand il pénètre de la matière dense, ce qui le rend particulièrement dangereux pour les organismes vivants. Il existe d'autres types de rayonnements ionisants ; ces trois formes sont souvent associées à la [radioactivité](#).



Nouveau pictogramme de risque contre les rayonnements ionisants, transféré le 15 février 2007 par l'[AIEA](#) à [ISO](#). Il doit remplacer le pictogramme jaune classique, uniquement « *dans certaines circonstances, spécifiques et limitées* ».

Article complet sur http://fr.wikipedia.org/wiki/Rayonnement_ionisant

Transcription (en biologie) - D'après Wikipédia

La **transcription** est un processus biologique [ubiquitaire](#) qui consiste, au niveau de la [cellule](#), en la copie des régions dites codantes de l'[ADN](#) en molécules d'[ARN](#). En effet, si la molécule d'ADN est le support universel de l'information génétique, ce sont les molécules d'ARN qui sont reconnues par la machinerie de traduction en [séquences protéiques](#).

L'enzyme qui catalyse cette réaction de transcription est appelée [ARN polymérase](#). Il en existe plusieurs types intervenant dans la transcription de plusieurs types d'ARN (messenger, ribosomique, de transfert, etc.) L'ARN polymérase reconnaît et se fixe sur une région particulière de l'ADN, située en amont d'une région codante d'un gène : le site [promoteur](#). Chez les [eucaryotes](#), le transcrit primaire d'ARNm est complété par une queue ([polyadénylation](#)) et une extrémité 5' comportant plusieurs modifications chimiques : la [coiffe](#).

La molécule d'ARN directement synthétisée à partir du modèle ADN reste dans le noyau et est traitée par un complexe enzymatique. Ce mécanisme s'appelle l'[épissage](#) : certaines séquences appelées introns sont excisées, les exons restant se relient ensuite entre eux. Il peut y avoir un mécanisme d'épissage alternatif, augmentant ainsi le nombre de possibilités d'ARN messenger mature. L'ARN produit est plus court, passe dans le cytoplasme et devient un [ARNm](#) ou ARN messenger mature.

L'ARNm est alors traduit en protéine à partir des acides aminés en présence des ribosomes et des ARN de transfert (ARNt). Ce mécanisme s'appelle la [traduction](#).

Sommaire

- [1 Chez les procaryotes](#)
- [2 Chez les eucaryotes](#)
 - o [2.1 Les ARN 45S futurs 28 ; 18 ; 5.8S](#)
 - o [2.2 Les gènes de classe III](#)
- [3 Transcription inverse](#)
- [4 Notes et références](#)
- [5 Voir aussi](#)
 - o [5.1 Articles connexes](#)
 - o [5.2 Lien externe](#)

Article complet sur http://fr.wikipedia.org/wiki/Transcription_%28biologie%29

La transcription lors de la synthèse de protéines

Document 'L'internaute' Il n'existe qu'une voie pour fabriquer des protéines. Chez tous les êtres vivants, le génome est constitué d'ADN (l'acide désoxyribonucléique). Pour être traduit en protéines, il doit d'abord être transcrit en ARN (l'acide ribonucléique). Et c'est cet ARN qui servira de code pour fabriquer les protéines. Bien sûr, cet enchaînement transcription/traduction fait intervenir des outils (enzymes) divers que les virus ne possèdent pas. Image de Guillaume Bokiau à consulter à la source ci-dessous.

Source <http://www.linternaute.com/science/biologie/dossiers/06/0602-virus/2.shtml>

Traduction, définitions et compléments :

Jacques Hallard, Ing. CNAM, consultant indépendant.

Relecture et corrections : Christiane Hallard-Lauffenburger, professeur des écoles honoraire.

Adresse : 585 19 Chemin du Malpas 13940 Mollégès France

Courriel : jacques.hallard921@orange.fr

Fichier : ISIS Santé Nucléaire **Fukushima Mutant Butterflies Confirm Harm from Low-Dose Radiation** French version.4 allégée.
