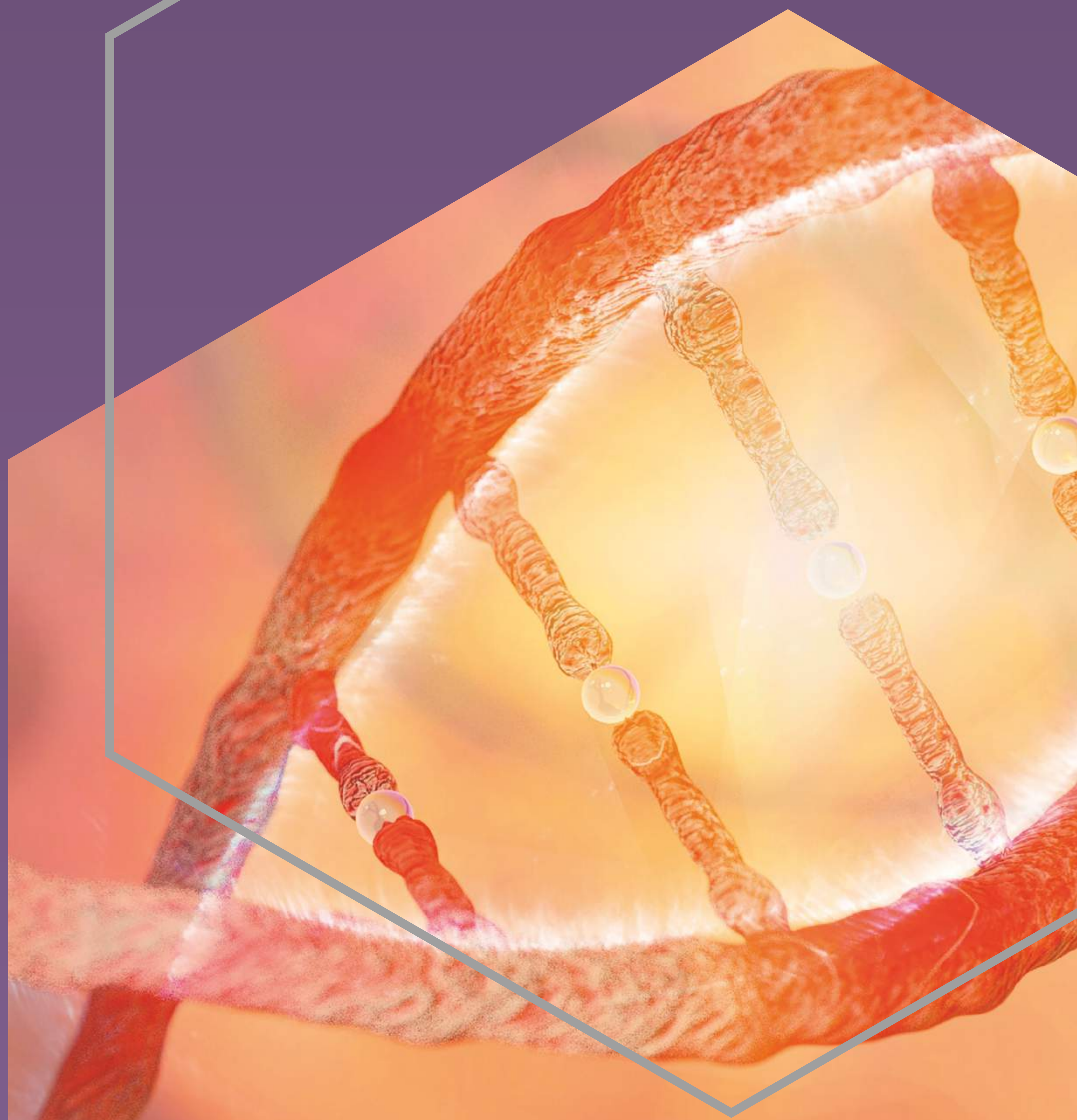


LES EFFETS DE LA RADIOACTIVITÉ SUR LE CORPS



4.1

Conception : Direction de la communication de l'ASNR - Janvier 2025
Conception et réalisation graphiques : www.kazoar.fr - Pictos : Freepik, Kazoar - Photos : CIPhotos/ISTock, Francesco Acerbis/Médiathèque ASNR
Reproduction interdite sans l'accord de l'ASNR. Pour toute information : expo@asn.fr



ASNR

Autorité de
sûreté nucléaire
et de radioprotection



LES EFFETS DE LA RADIOACTIVITÉ SUR LE CORPS

LES EFFETS BIOLOGIQUES DES RADIATIONS



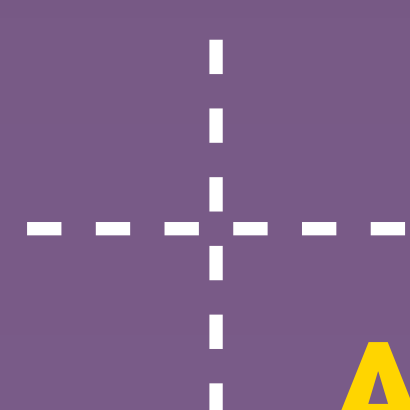
Les radiations endommagent l'ADN de nos cellules. Heureusement, les cellules possèdent des mécanismes de réparation efficaces. Néanmoins, des dommages peuvent subsister et provoquer toutes sortes de dysfonctionnements, notamment des cancers.



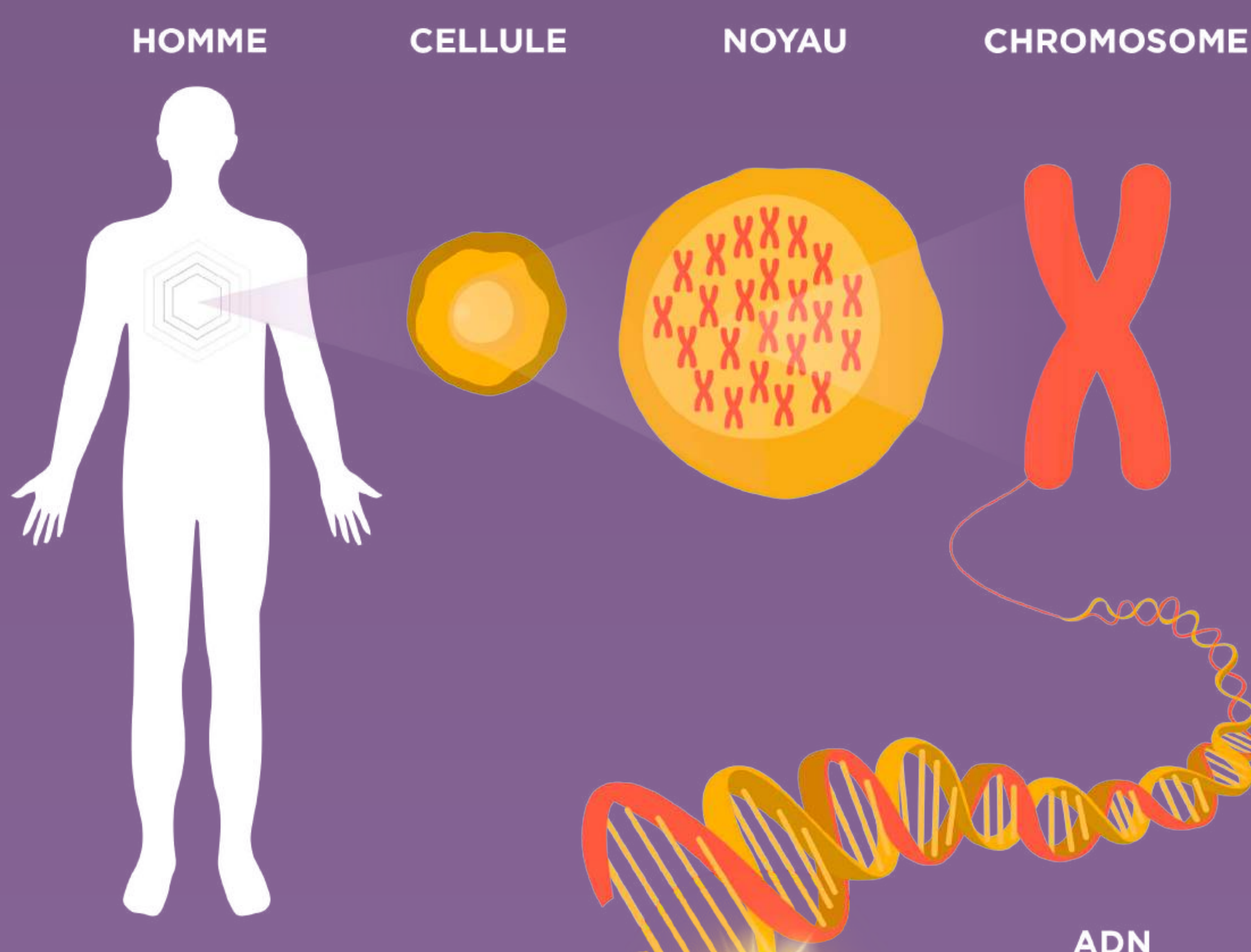
CELLULE IRRADIÉE

L'exposition aux rayonnements peut endommager l'ADN :

- **directement** : une particule alpha ou bêta casse la molécule d'ADN;
- **indirectement** : un rayonnement X ou gamma provoque des réactions chimiques qui vont conduire à la détérioration de l'ADN.

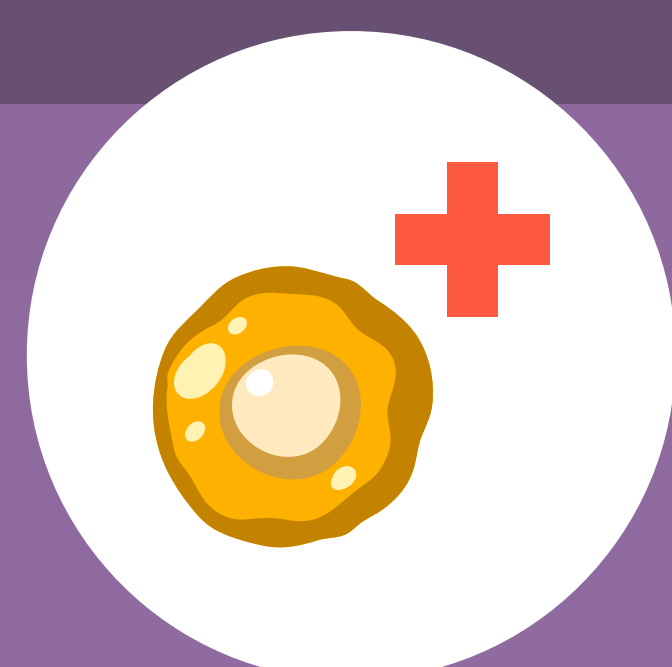


ABÎMÉES, LES CELLULES ONT 3 MODES DE COMPORTEMENT



LA CELLULE SE RÉPARE

Nos systèmes immunitaires et enzymatiques sont de puissants mécanismes de réparation. Selon l'importance du dommage, les réparations sont faites en quelques minutes ou en plusieurs jours. Il arrive que les cellules soient mal réparées si les mécanismes de réparation sont faibles ou surchargés. Une forte dose de radiations reçue en une fois est donc bien plus risquée que si elle est étalée dans le temps, laissant les mécanismes de réparation le temps de jouer leur rôle.



LA CELLULE SE DÉTRUIT

Les cellules ont un mécanisme d'autodestruction naturelle qu'elles mettent en oeuvre lorsqu'elles sont abîmées ou très vieilles. En cas d'irradiation très importante, de trop nombreuses cellules peuvent être éliminées. En cas de dose très importante, cela peut entraîner des dysfonctionnements des organes, des maladies graves ou même être fatal.



LA CELLULE MUTE

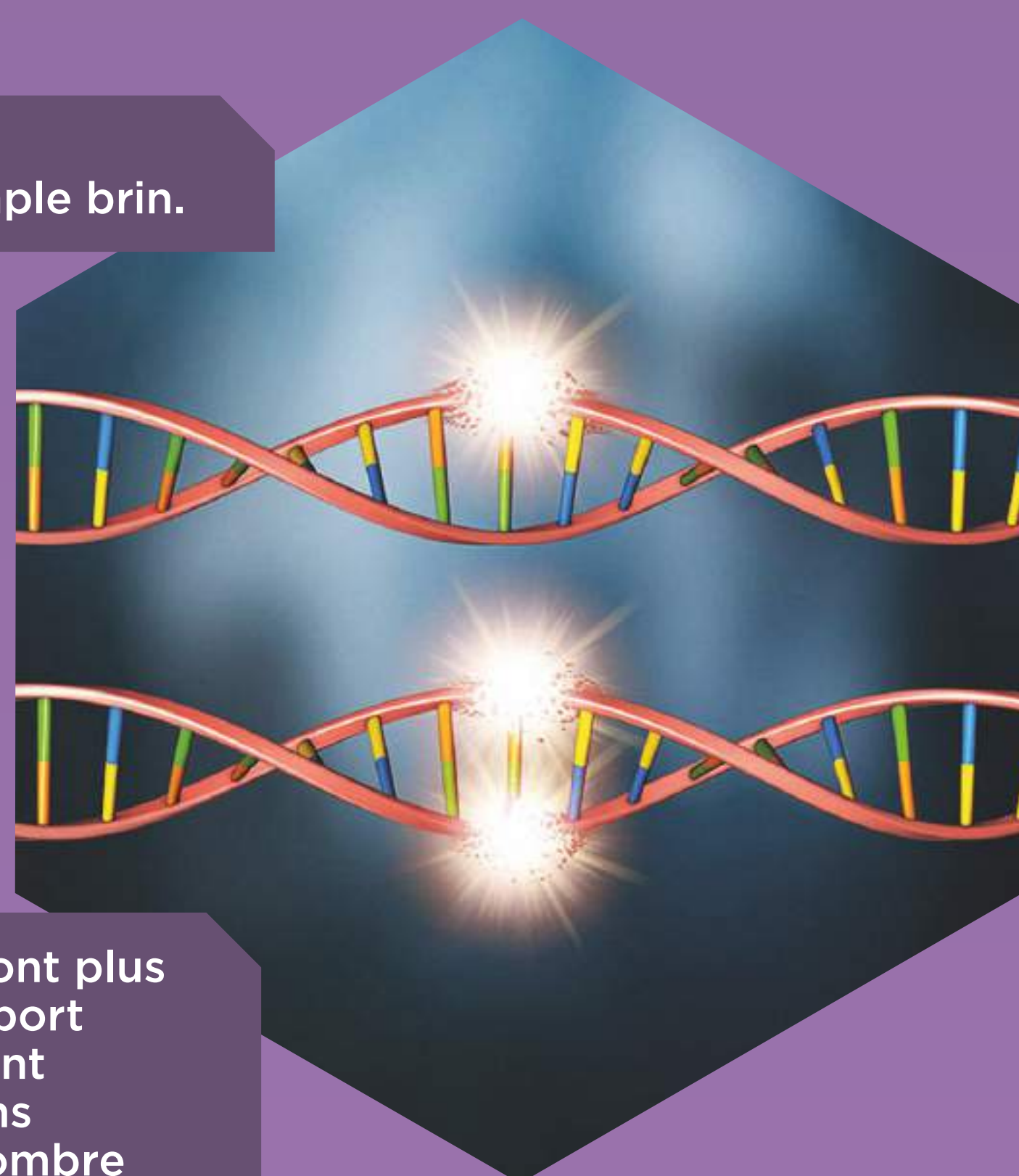
Très rarement, les cellules peuvent être mal réparées ou l'ordre d'autodestruction peut être empêché. La cellule va alors se multiplier anormalement et, au fil du temps, devenir une tumeur, voire un cancer.



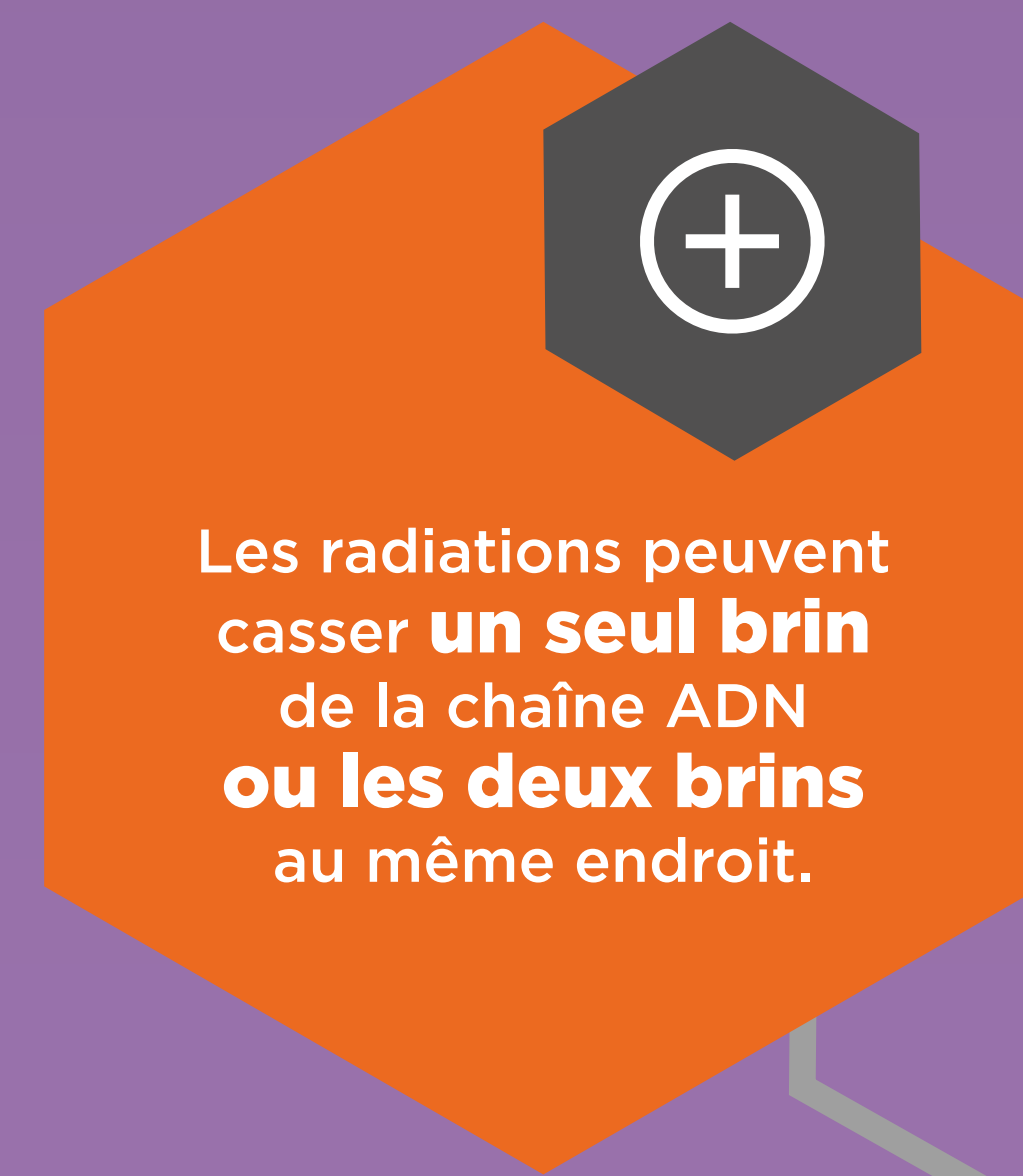
DÉGÂT SIMPLE OU DOUBLE ?

Dans notre corps, chaque cellule subit chaque jour de multiples agressions qui cassent l'ADN.

Les cellules réparent assez facilement les cassures simple brin.



Les cassures double brin sont plus difficiles à réparer. Par rapport aux lésions qui se produisent naturellement, les radiations augmentent bien plus le nombre des cassures double brin.



Les radiations peuvent casser **un seul brin** de la chaîne ADN **ou les deux brins** au même endroit.



ASNR

Autorité de
sûreté nucléaire
et de radioprotection



LES EFFETS DE LA RADIOACTIVITÉ SUR LE CORPS

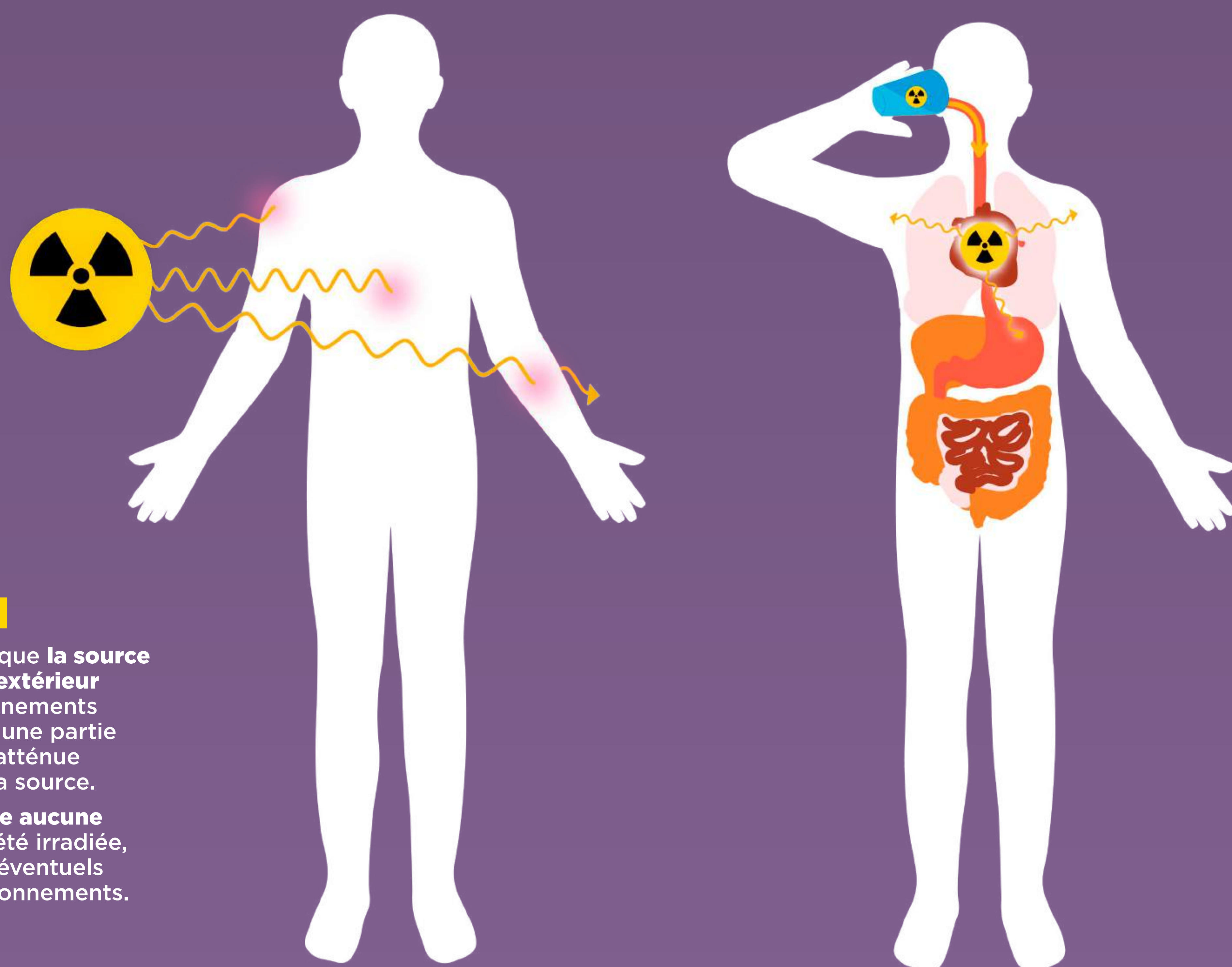
IRRADIATION OU CONTAMINATION ?



Un être humain peut être irradié ou contaminé par une source radioactive.

Il est **irradié** s'il est « atteint » depuis l'extérieur par les rayonnements issus de la source.

Il est **contaminé** si des particules radioactives se déposent sur lui ou bien si elles sont ingérées ou inhalées.



L'IRRADIATION

On parle d'irradiation lorsque **la source radioactive est située à l'extérieur du corps** et que ces rayonnements traversent l'organisme ou une partie de celui-ci. L'irradiation s'atténue lorsque l'on s'éloigne de la source.

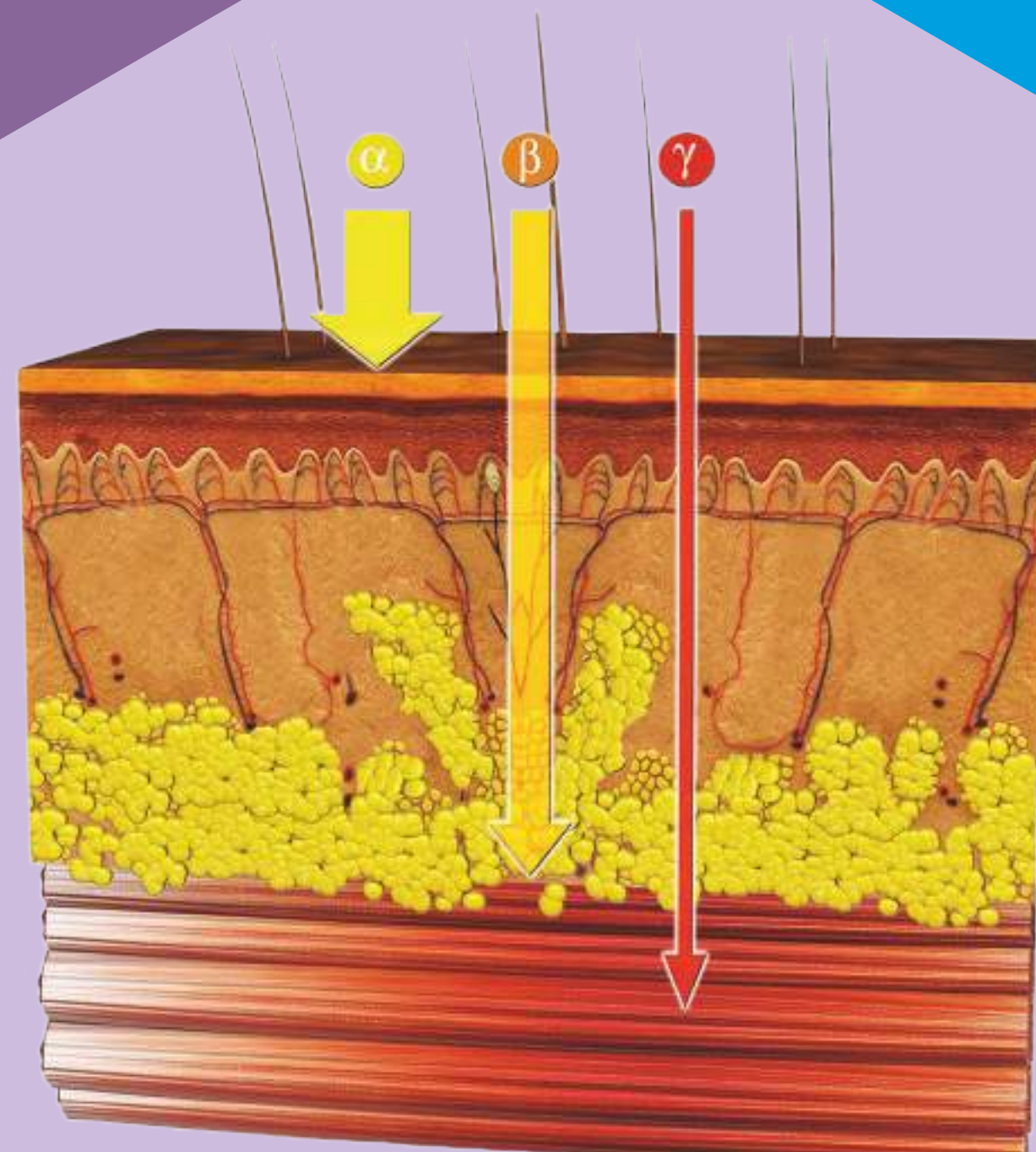
La personne ne transporte aucune radioactivité après avoir été irradiée, elle subit uniquement les éventuels effets produits par les rayonnements.

LA PÉNÉTRATION DES RAYONNEMENTS

Le rayonnement **alpha** α ne pénètre pas plus profondément que les premières cellules de la couche supérieure de la peau.

Le rayonnement **bêta** β est plus pénétrant et peut atteindre les couches internes et provoquer des brûlures.

Les rayons **gamma** γ pénètrent au-delà des couches de la peau, à l'intérieur du corps.



LA CONTAMINATION

EXTERNE

Lorsque les particules radioactives sont déposées sur la peau ou sur les vêtements sans pénétrer dans le corps, on parle de contamination externe.

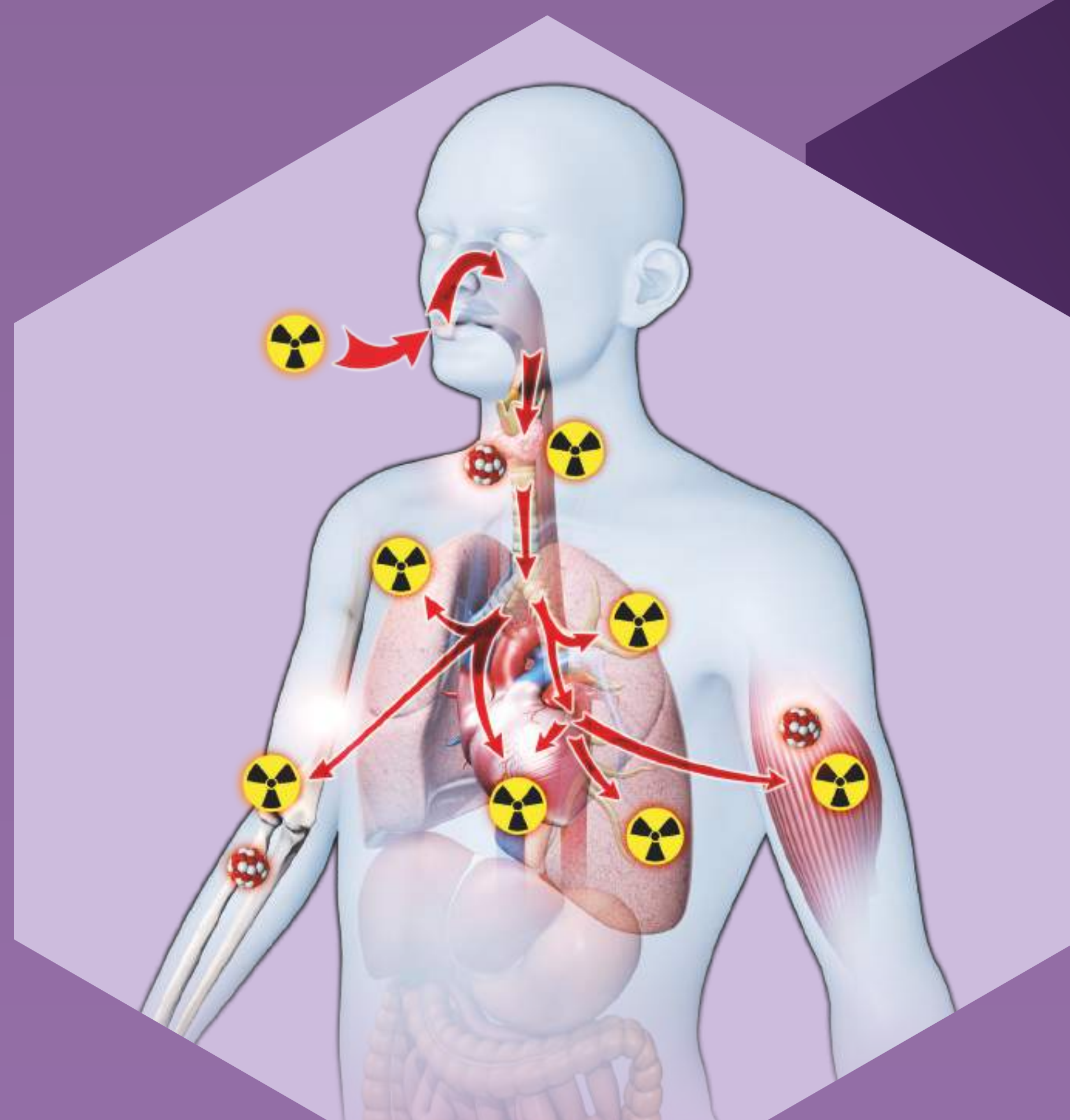
Celle-ci peut être éliminée en déshabillant et en lavant les personnes exposées.

INTERNE

On parle de contamination interne lorsque des éléments radioactifs pénètrent à l'intérieur du corps par inhalation, ingestion ou encore par blessure avec des objets contaminés.

Le corps ne fixe pas définitivement la plupart des particules radioactives. Selon leur nature, le temps de leur passage dans le corps est plus ou moins long.

Ce n'est pas parce que la personne a été contaminée en interne ou irradiée qu'elle présente un risque pour ses proches.



EN CONTAMINATION INTERNE
Selon leur nature chimique, les éléments radioactifs se fixent dans des organes différents.



ASNR

Autorité de
sûreté nucléaire
et de radioprotection



LES EFFETS DE LA RADIOACTIVITÉ SUR LE CORPS

LES SEUILS DE DANGER



La radioactivité peut présenter des dangers, mais tout dépend de la **dose reçue**. Dans certains cas, elle est même utilisée pour soigner.

EFFETS SYSTÉMATIQUES

À la suite d'une irradiation intense, des cellules peuvent être détruites en grand nombre. Les tissus ou les organes sont alors endommagés.

Ces effets s'expriment immédiatement ou après quelques jours, de façon certaine et sur toute personne exposée.

Leur gravité s'accroît lorsque la dose absorbée augmente.

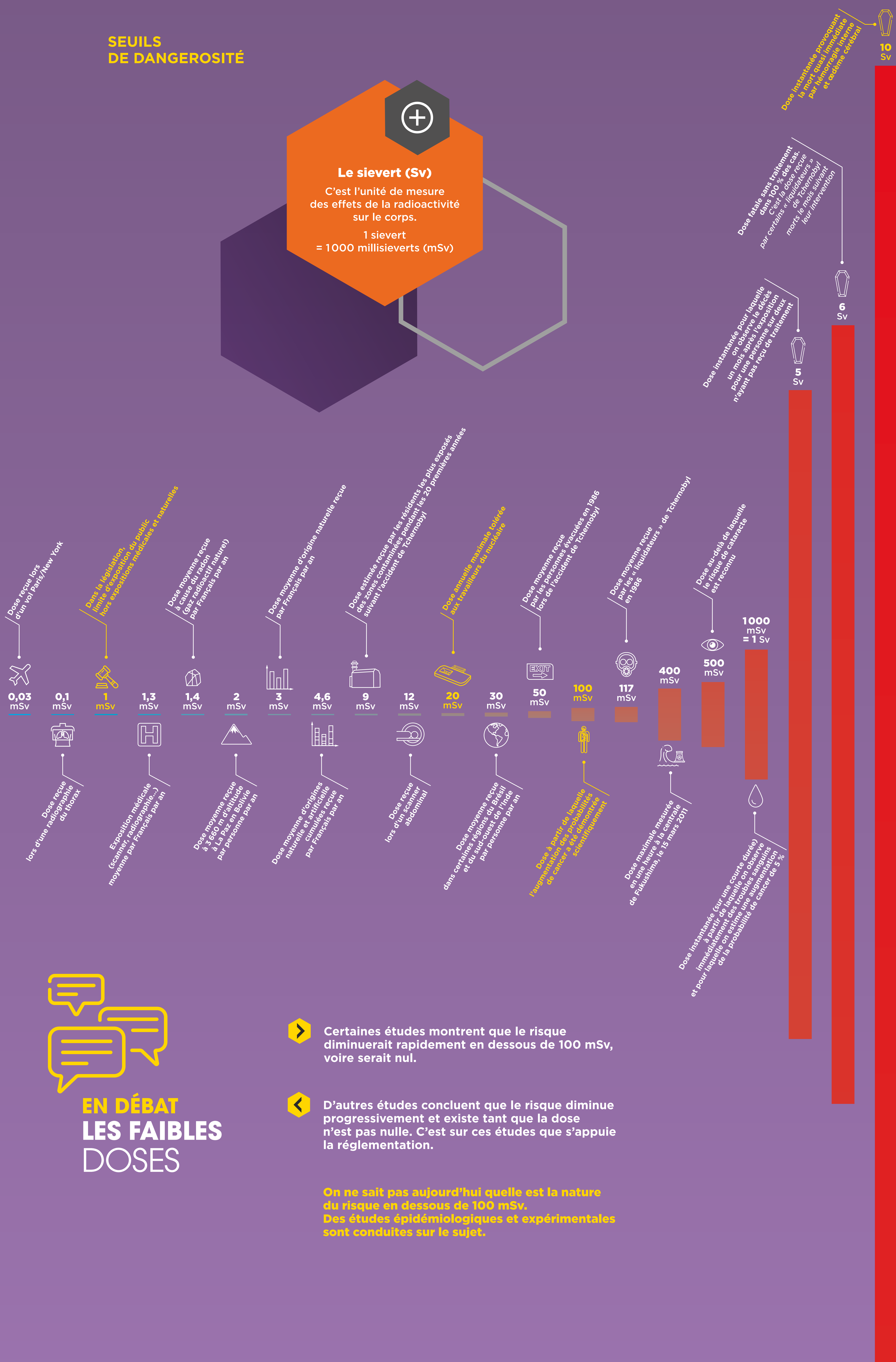
EFFETS ALÉATOIRES

L'irradiation peut endommager l'ADN et provoquer, ou non, des effets ultérieurs. Les radiations peuvent augmenter les probabilités d'apparition de cancer et, pour des doses importantes, avoir des effets immédiats, comme des nausées.

C'est au bout d'un certain temps que les conséquences peuvent apparaître et seulement sur certaines personnes : quelques années pour les leucémies et les cancers de la thyroïde de l'enfant, 20 à 40 ans pour d'autres cancers.

Les cancers pouvant trouver leur origine dans différentes causes, parfois associées, il est très difficile d'imputer de façon sûre un cancer à une irradiation.

SEUILS DE DANGEROUSITÉ



EN DÉBAT LES FAIBLES DOSES

➤ Certaines études montrent que le risque diminuerait rapidement en dessous de 100 mSv, voire serait nul.

➤ D'autres études concluent que le risque diminue progressivement et existe tant que la dose n'est pas nulle. C'est sur ces études que s'appuie la réglementation.

On ne sait pas aujourd'hui quelle est la nature du risque en dessous de 100 mSv. Des études épidémiologiques et expérimentales sont conduites sur le sujet.



ASNR

Autorité de
sûreté nucléaire
et de radioprotection



LES EFFETS DE LA RADIOACTIVITÉ SUR LE CORPS

TOUS ÉGAUX DEVANT LA RADIOACTIVITÉ ?



Nous ne sommes pas tous égaux face à la radioactivité et nous y sommes pourtant régulièrement exposés, notamment dans le milieu médical. Les différences génétiques, d'âge, de sexe, expliquent ces variations. Certains contextes, comme la grossesse d'une femme, peuvent obliger à prendre des précautions particulières.

CHACUN SA SENSIBILITÉ

Nos gènes sont différents et notre organisme réagit plus ou moins bien aux agressions des radiations. 5 à 15 % de la population serait radiosensible, c'est-à-dire plus fragile face aux radiations. C'est une donnée importante quand il s'agit d'entreprendre une radiothérapie contre un cancer par exemple.

L'ASNR, qui est chargée du contrôle de la radioprotection des personnes, reste attentive à l'évolution des connaissances sur ce sujet.



FEMMES ENCEINTES

Les femmes enceintes peuvent être exposées aux radiations pour diverses raisons : travailleuses exposées, imagerie médicale (en particulier les scanners) et des précautions doivent être prises.

Elles peuvent aussi avoir un cancer et être soignées par radiothérapie.

Dans ce cas, un dilemme se pose alors aux médecins et à la famille, car il peut y avoir un risque pour l'enfant à naître.

De 0 à 2 mois

Le développement de l'embryon est tel que les radiations ont un effet « tout ou rien » : l'embryon survit ou pas, mais il n'y a pas de risque de malformation.

Pendant la période fœtale (de 2 à 9 mois)

Le risque de malformation ou de handicap physique ou mental peut devenir réel en fonction de la dose reçue.

SEXE ET ÂGE

Les organismes des hommes, des femmes, des enfants et des personnes âgées réagissent différemment face aux rayonnements ionisants.

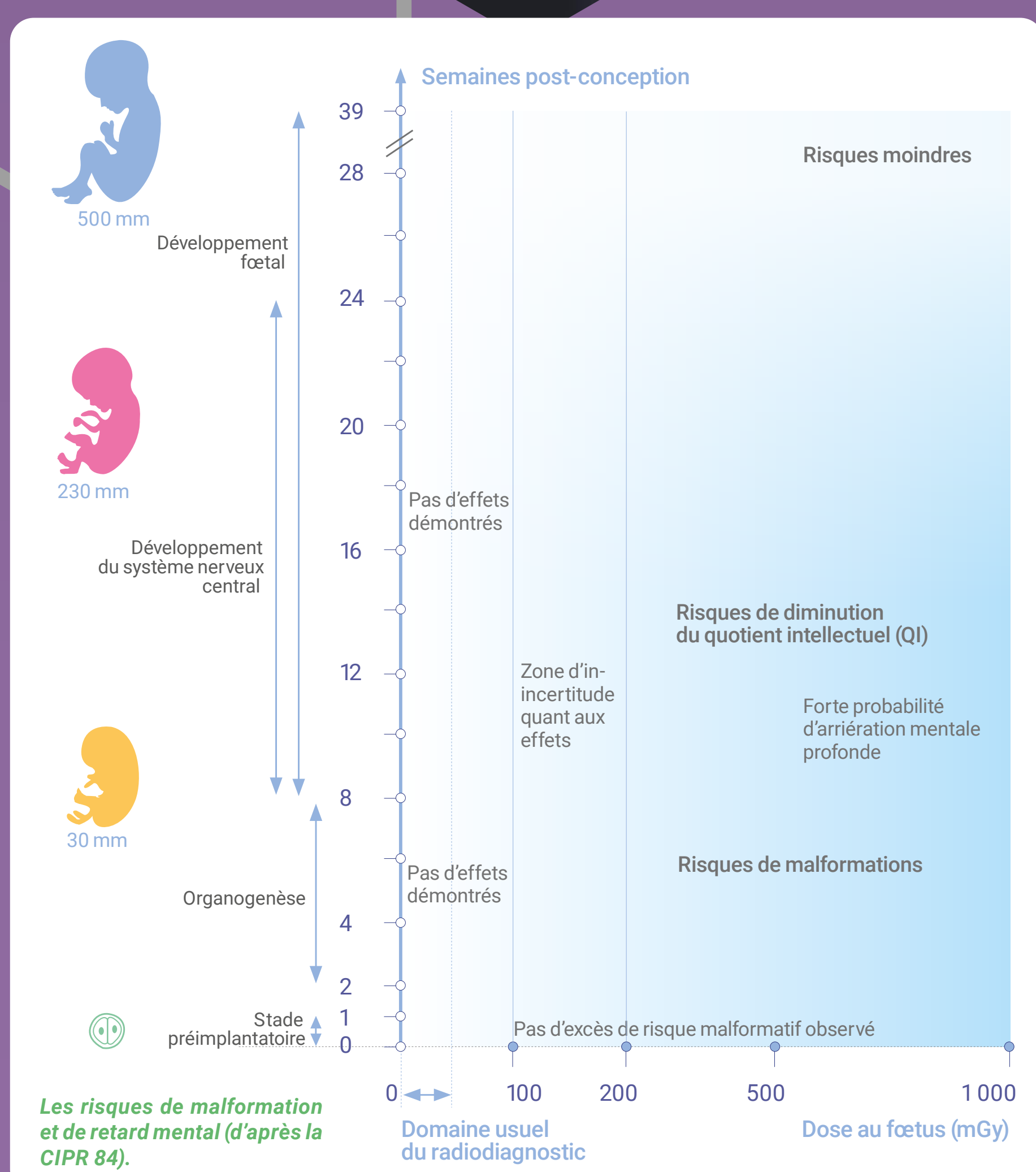


S'IL A ÉTÉ CONTAMINÉ,

un homme élimine moins vite une substance radioactive qu'une femme ou qu'un enfant.

Le renouvellement cellulaire est très inégal selon l'âge de l'individu et les tissus concernés : particulièrement rapide pour le fœtus et pour l'enfant, il est moins rapide à l'âge adulte et encore moins pour les personnes âgées. Cela signifie qu'une mutation engendrée par une irradiation sera multipliée plus rapidement chez les plus jeunes.

De plus, certains organes sont particulièrement actifs chez l'enfant, comme la thyroïde qui fournit les hormones de croissance.



Les radiothérapeutes se servent de ce tableau pour décider, avec les familles, des choix à faire lorsqu'une femme enceinte doit subir une radiothérapie.

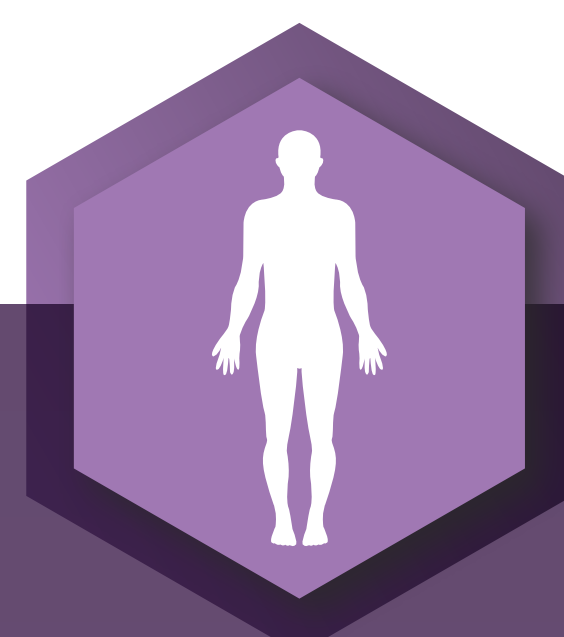
LES ORGANES

Certains organes sont beaucoup plus sensibles que d'autres (gonades, foie, thyroïde...).



ASNR

Autorité de
sûreté nucléaire
et de radioprotection



LES EFFETS DE LA RADIOACTIVITÉ SUR LE CORPS

QUELLES DOSES REÇOIVENT LES TRAVAILLEURS ?

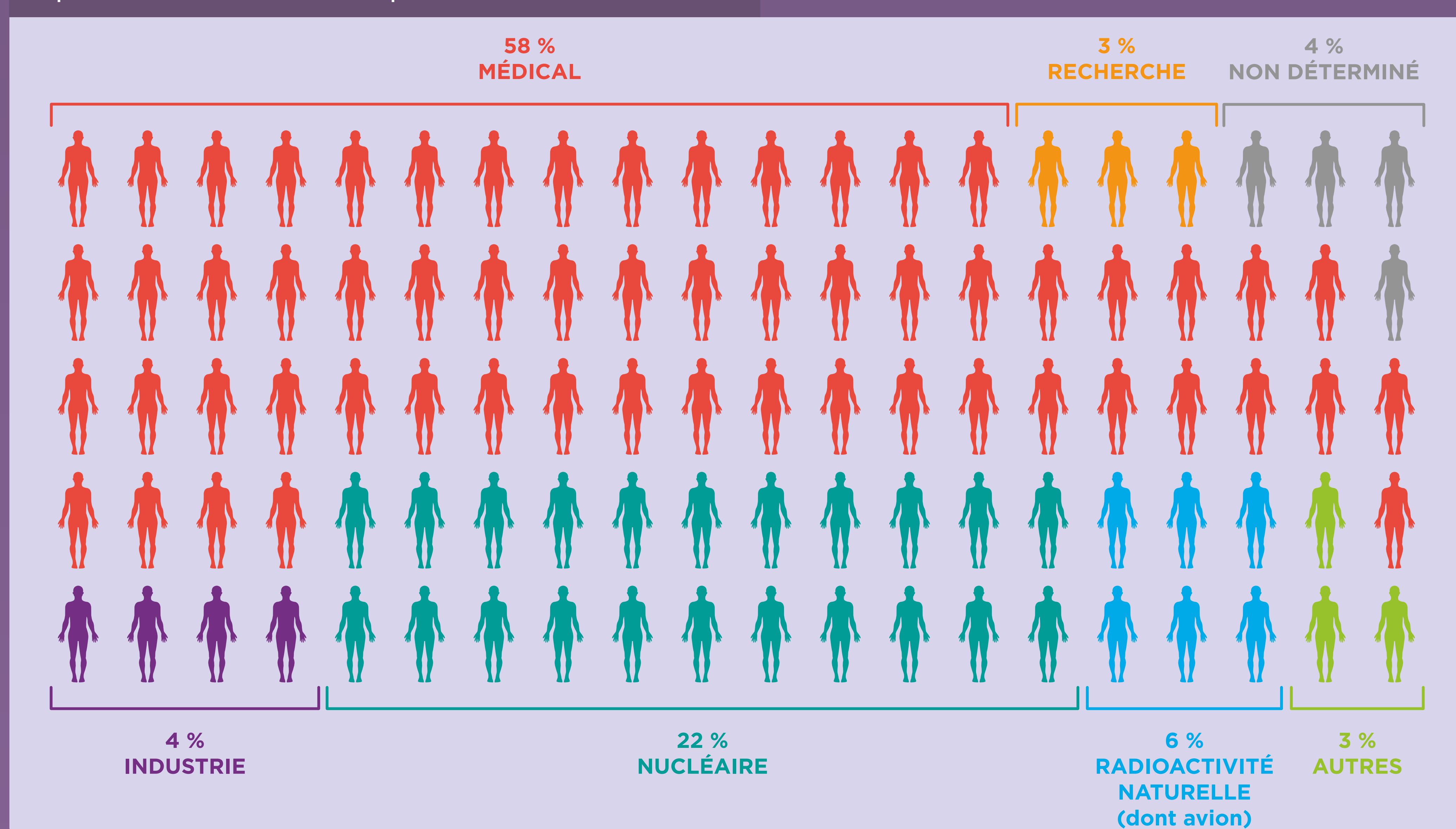


Les doses reçues par les travailleurs dans les activités civiles et militaires et ceux exposés à la radioactivité naturelle sont **suivies puis transmises** à l'ASNR qui établit un bilan annuel et **contrôle** la radioprotection des travailleurs.

NOMBRE DE TRAVAILLEURS SUIVIS

395 040 travailleurs bénéficiaient d'un suivi dosimétrique en 2019 contre 278 150 en 2006, dont 58 % travaillent dans le domaine médical. À ce chiffre, il faut ajouter plus de 25 000 travailleurs exposés à la radioactivité naturelle, essentiellement des personnels navigants soumis au rayonnement cosmique.

Répartition des travailleurs suivis par domaine d'activité en 2019

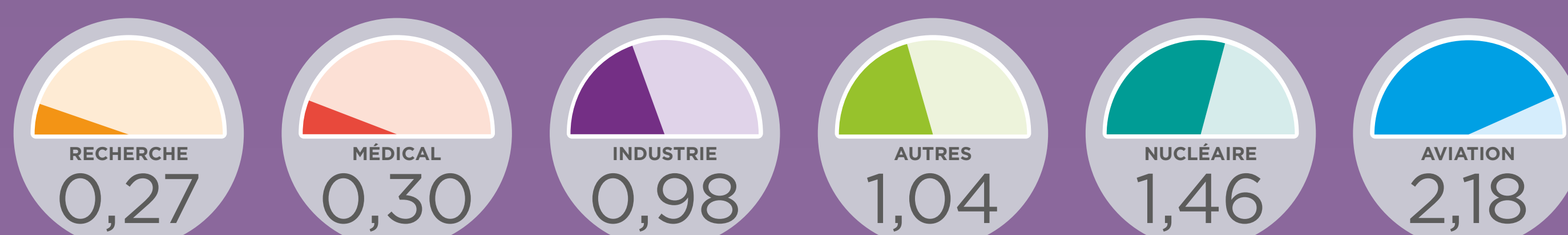


LA MESURE DE L'IRRADIATION EXTERNE

La personne porte en toutes circonstances un dosimètre passif pour la surveillance individuelle de référence et, dans les zones de travail où le risque est plus important, un dosimètre opérationnel à lecture immédiate qui indique la dose reçue en temps réel et peut déclencher une alarme en cas de dépassement d'un seuil prédéfini.

DOSE INDIVIDUELLE MOYENNE PAR DOMAINE D'ACTIVITÉ EN 2019 (mSv)

Il existe des disparités fortes entre les différents domaines d'activité. Les personnels navigants de l'aviation présentent les doses individuelles moyennes les plus élevées, suivis par les travailleurs de l'industrie non nucléaire et nucléaire. 76 % des travailleurs surveillés n'ont reçu aucune dose. Peu de travailleurs reçoivent plus de 20 mSv : 9 en 2014, 5 en 2019.



LA MESURE DE LA CONTAMINATION INTERNE

Pour les travailleurs susceptibles d'absorber des substances radioactives (par inhalation, ingestion, pénétration cutanée, voire par blessure), la surveillance s'appuie sur des examens anthroporadiométriques (mesure *in vivo*) et des analyses radiotoxicologiques des urines ou des selles.

SURVEILLANCE DE ROUTINE

La surveillance de routine a pour but principal de vérifier que les travailleurs ne sont pas contaminés dans les conditions normales de travail.

En 2019, sur près de 230 000 examens, 0,5 % ont révélé une contamination.

SURVEILLANCE SPÉCIALE

La surveillance de routine est complétée par une surveillance spéciale lorsqu'un événement particulier, avec suspicion de contamination, est suspecté ou détecté.

En 2019, sur environ 10 000 examens, 15 % ont révélé une contamination.



CALCULEZ LA DOSE REÇUE

Calculez la dose reçue pendant un vol en flashant le QR Code suivant ou sur <http://www.sievert-system.org/>



DÉCOUVREZ LE BILAN DE L'EXPOSITION DES TRAVAILLEURS

Découvrez le bilan de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants en France sur <https://www.irs.fr/savoir-comprendre/sante/bilans-annuels-lexposition-professionnelle-rayonnements-ionisants-france>



ASNR

Autorité de
sûreté nucléaire
et de radioprotection