

À la découverte de la RADIOACTIVITÉ L'EXPOSITION !

Une exposition pédagogique pensée spécialement
pour les scientifiques en herbe !

Alors regardons
vite au microscope !

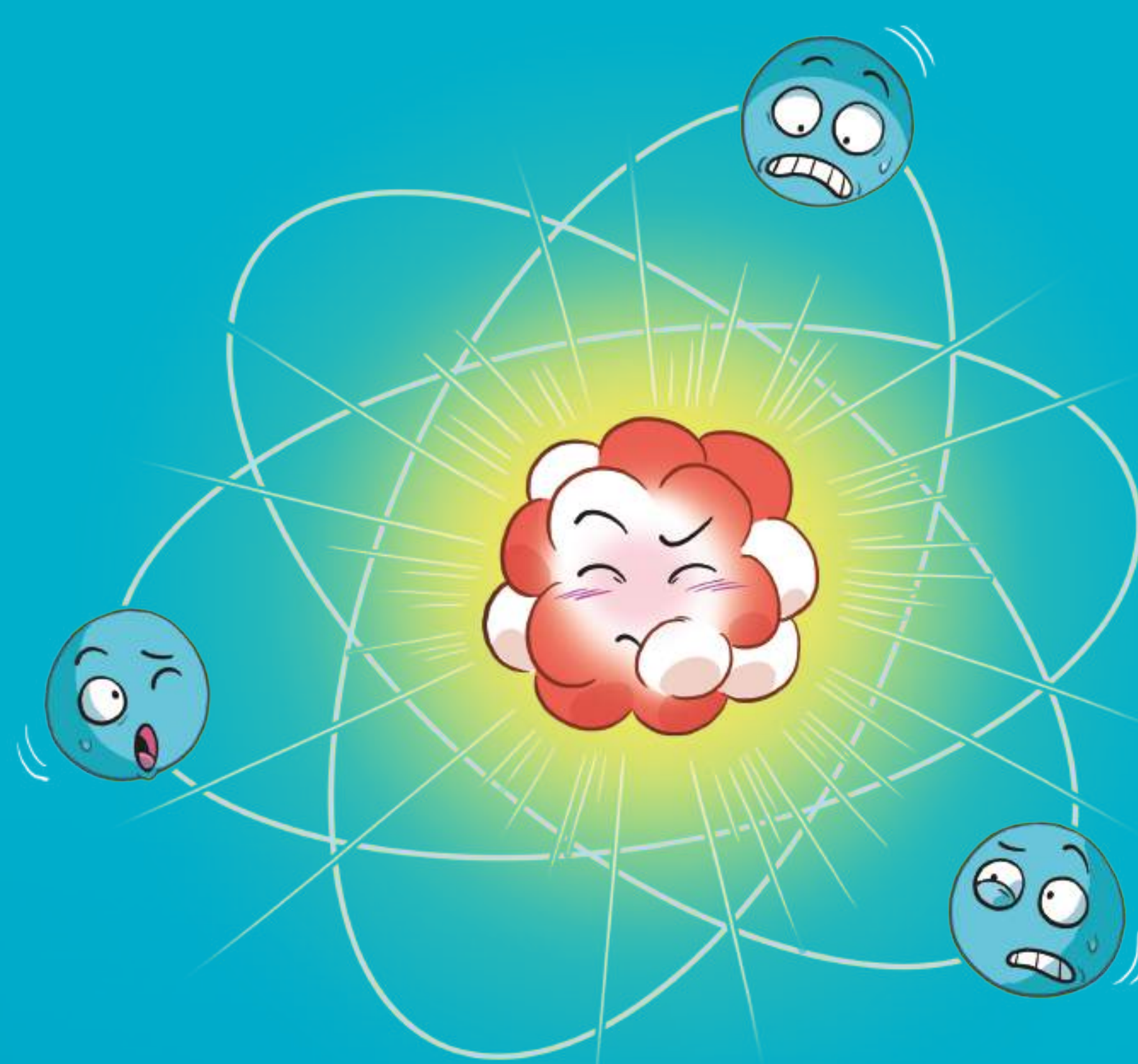


À travers des explications simples
et captivantes, explorez des sujets fascinants
comme :

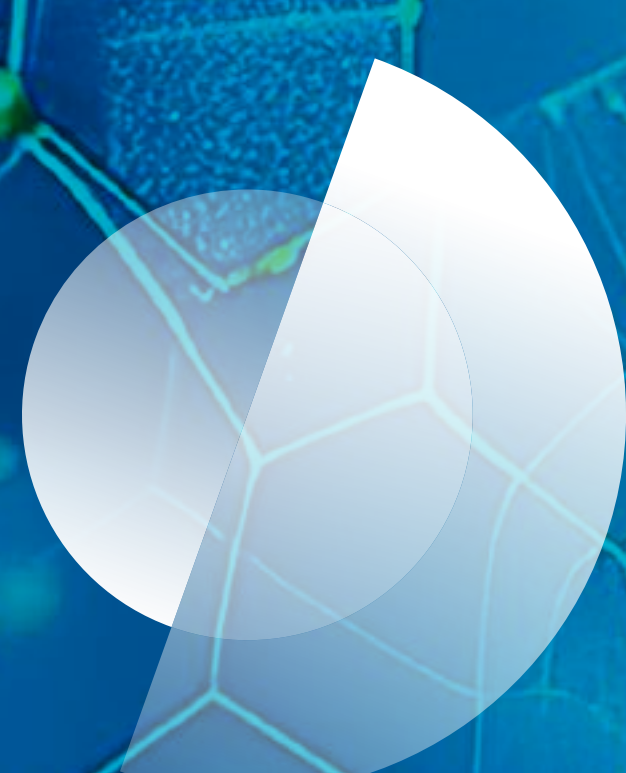
- la composition des **ATOMES**
- les principes de la **RADIOACTIVITÉ**
et ses **MULTIPLES USAGES** dans notre quotidien

Et découvrez comment la radioactivité
est utilisée pour :

- produire de l'**ÉNERGIE**
- soigner des **MALADIES**
- dater des **OBJETS ANCIENS**
et bien plus encore...



Éveillez votre curiosité
et partez pour une aventure passionnante
à la découverte de la radioactivité !



ASNR

Autorité de
sûreté nucléaire
et de radioprotection

À la découverte
de la

RADIOACTIVITÉ

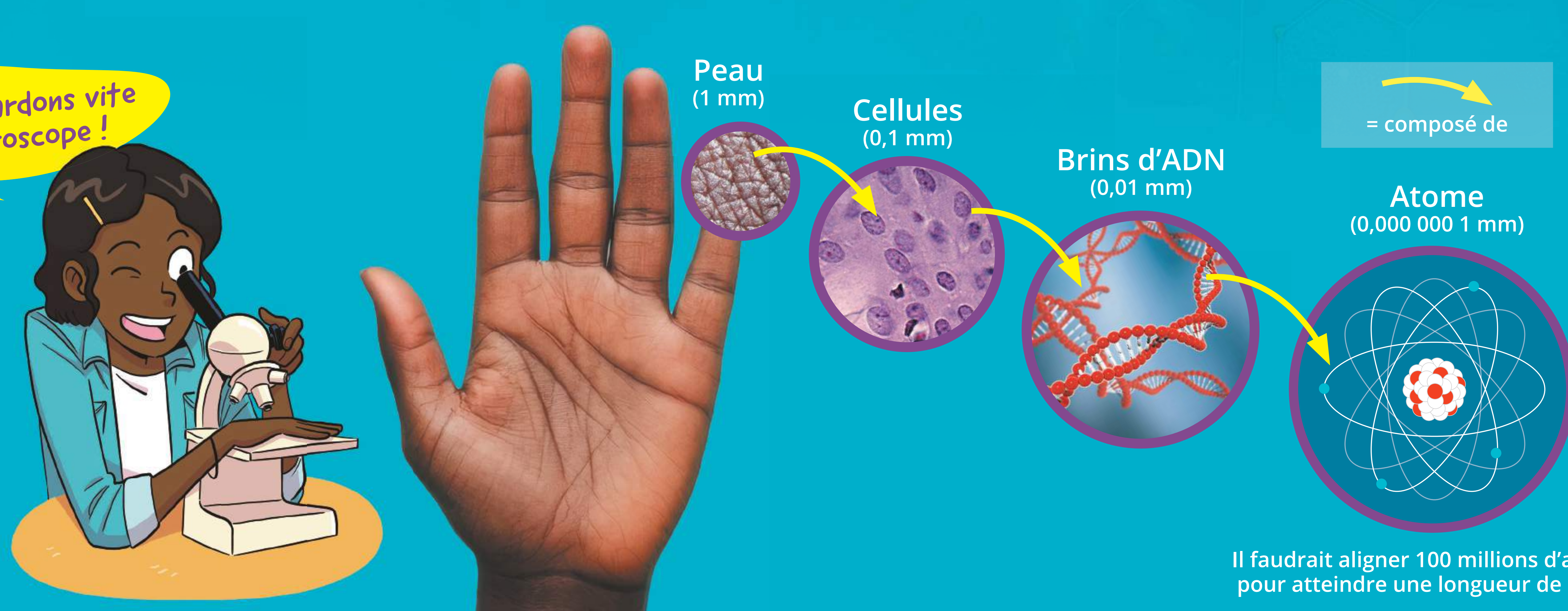
1

TOUS

COMPOSÉS D'ATOMES !

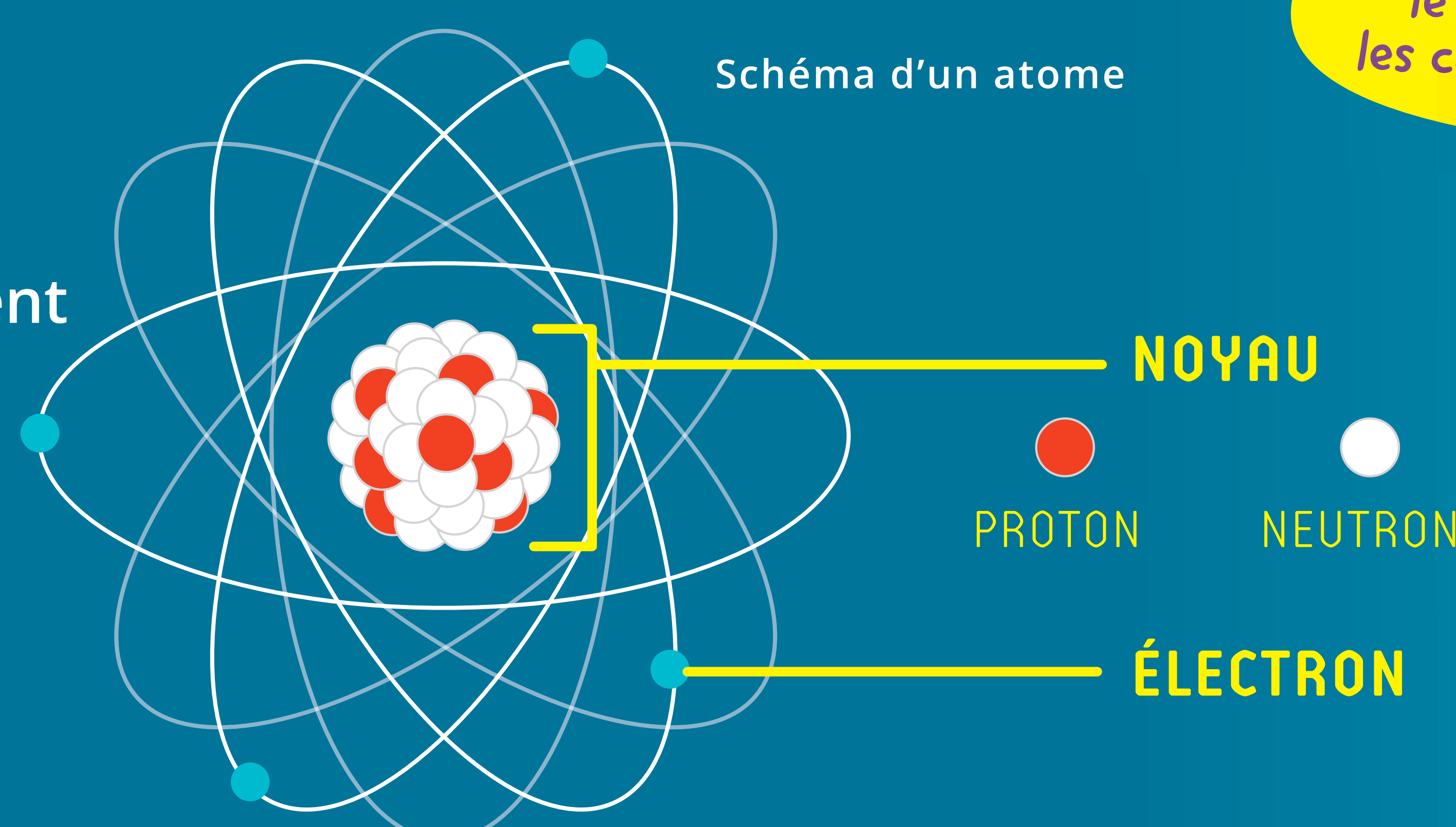
Les êtres humains, comme la plupart des choses qui nous entourent (tes livres, tes jouets, tes habits, mais aussi l'eau, les cailloux...), sont constitués de minuscules « briques » appelées **atomes** qui sont invisibles à l'œil nu.

Alors regardons vite au microscope !



CHAQUE ATOME CONTIENT :

- Un **NOYAU**.
- Un nuage de particules qui tournent autour de ce noyau, les **ÉLECTRONS**.



Ce sont les électrons qui composent le courant électrique circulant dans les câbles de ta maison... d'où leur nom !

DANS LE NOYAU, ON TROUVE :

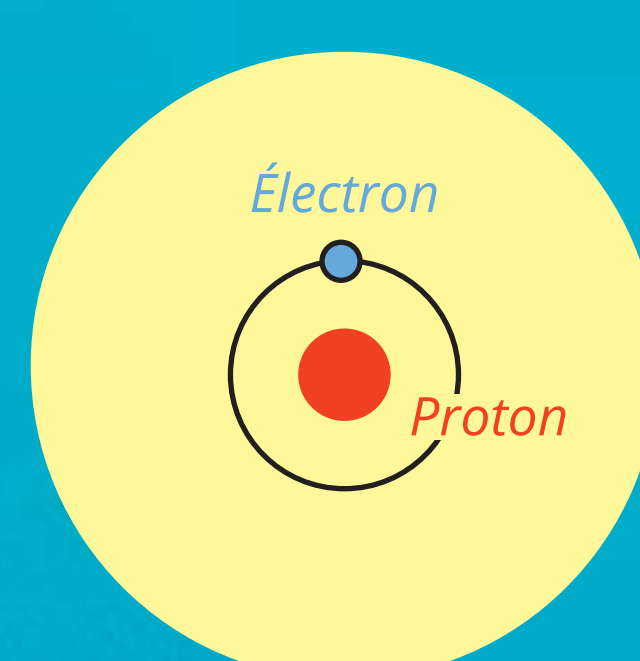
• LES PROTONS

L'identité de l'atome dépend du nombre de protons du noyau.

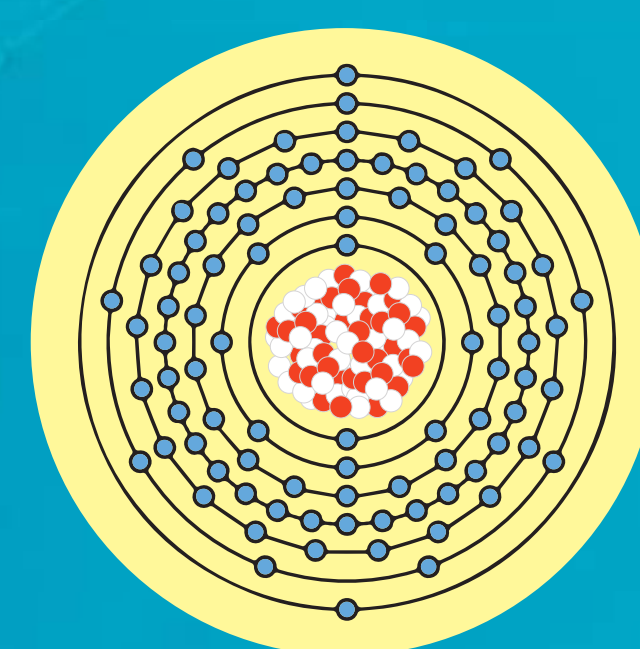
Le noyau peut avoir un seul proton : c'est le cas de l'hydrogène.

Parfois, beaucoup plus : comme l'uranium qui a 92 protons !

Tous les atomes qui ont le même nombre de protons sont du **MÊME ÉLÉMENT CHIMIQUE** : ils ont la même identité et les mêmes propriétés.



ATOME D'HYDROGÈNE



ATOME D'URANIUM 238

• LES NEUTRONS

Le nombre de neutrons peut varier.

Par exemple, pour le carbone, il y a :

- > Le carbone 12 : 6 protons et 6 neutrons.
- > Le carbone 13 : 6 protons et 7 neutrons.
- > Le carbone 14 : 6 protons et 8 neutrons.



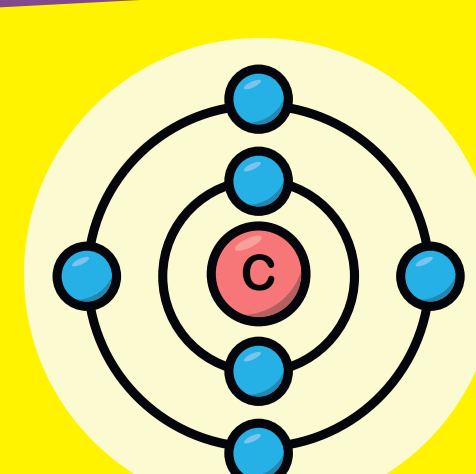
Celui-là permet de dater les momies !

Quand les atomes ont le même nombre de protons mais pas le même nombre de neutrons, on parle d'**ISOTOPES** !

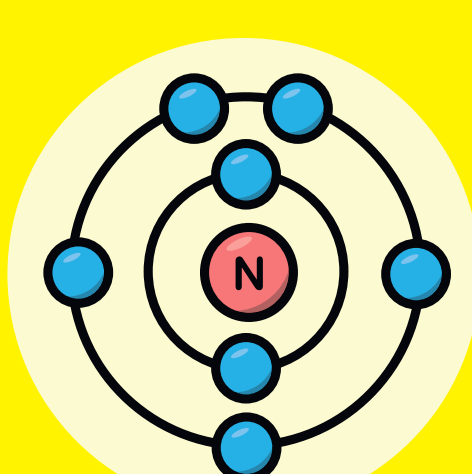
Ex. : les carbones 13 et 14 sont des isotopes du carbone.

LES STARS

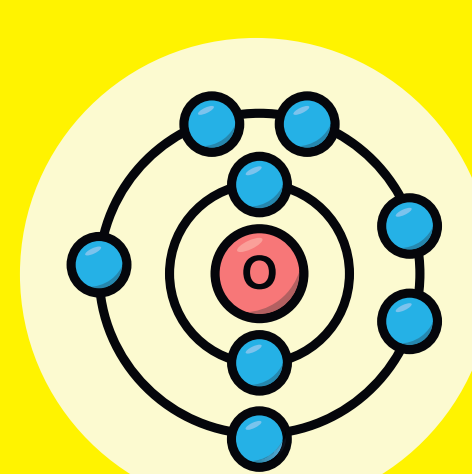
LES ATOMES LES PLUS CONNUS SONT :



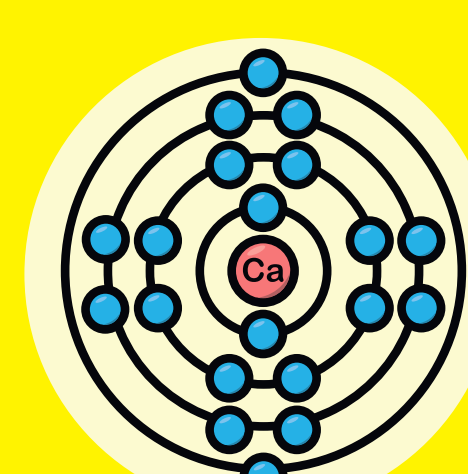
carbone



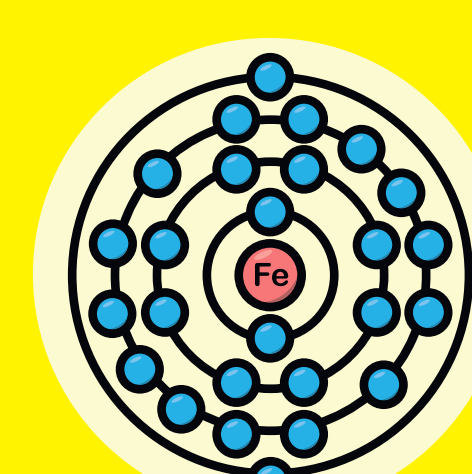
azote



oxygène



calcium



fer

À la découverte
de la

RADIOACTIVITÉ

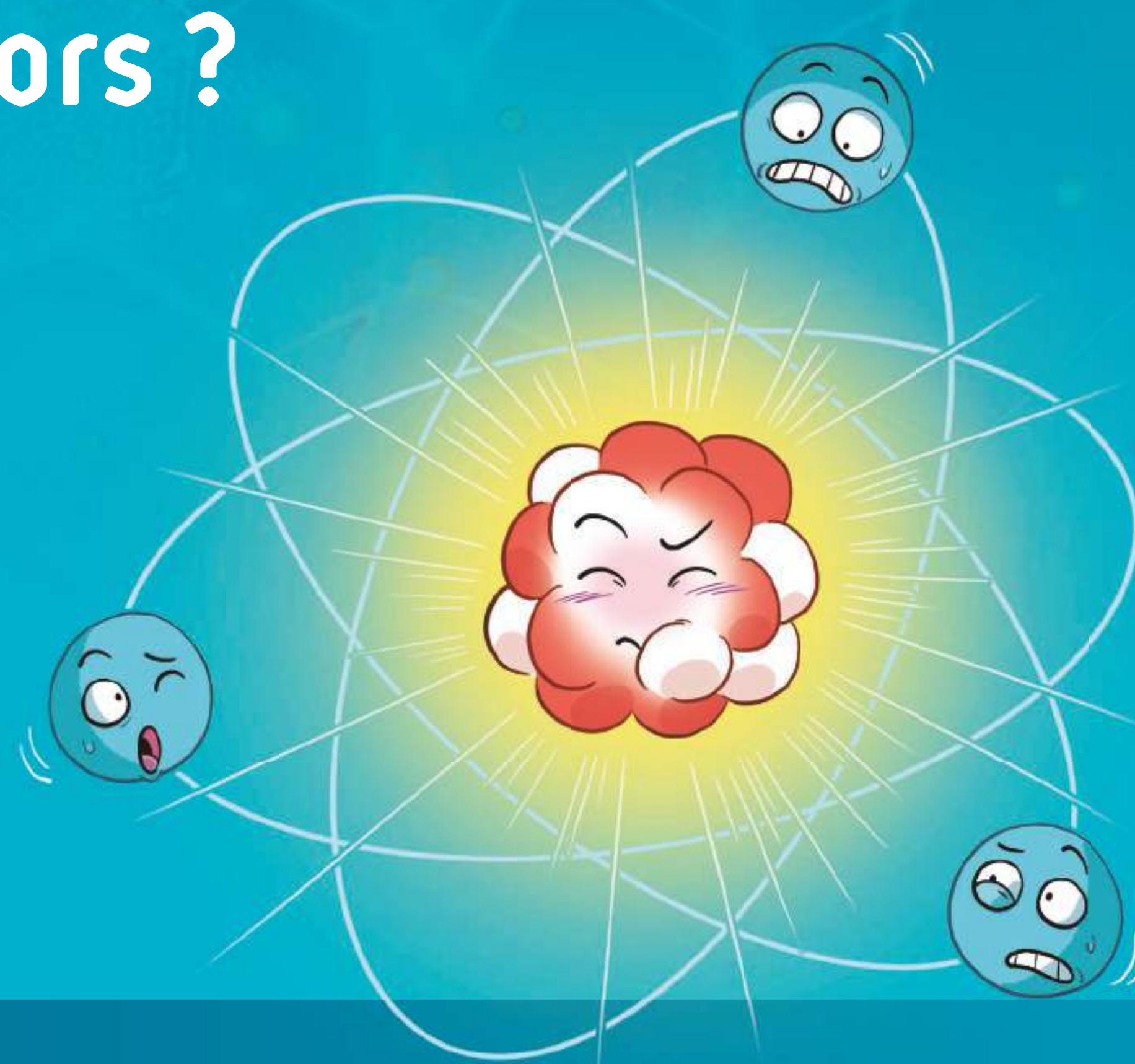


2

LA RADIOACTIVITÉ, C'EST QUOI ?

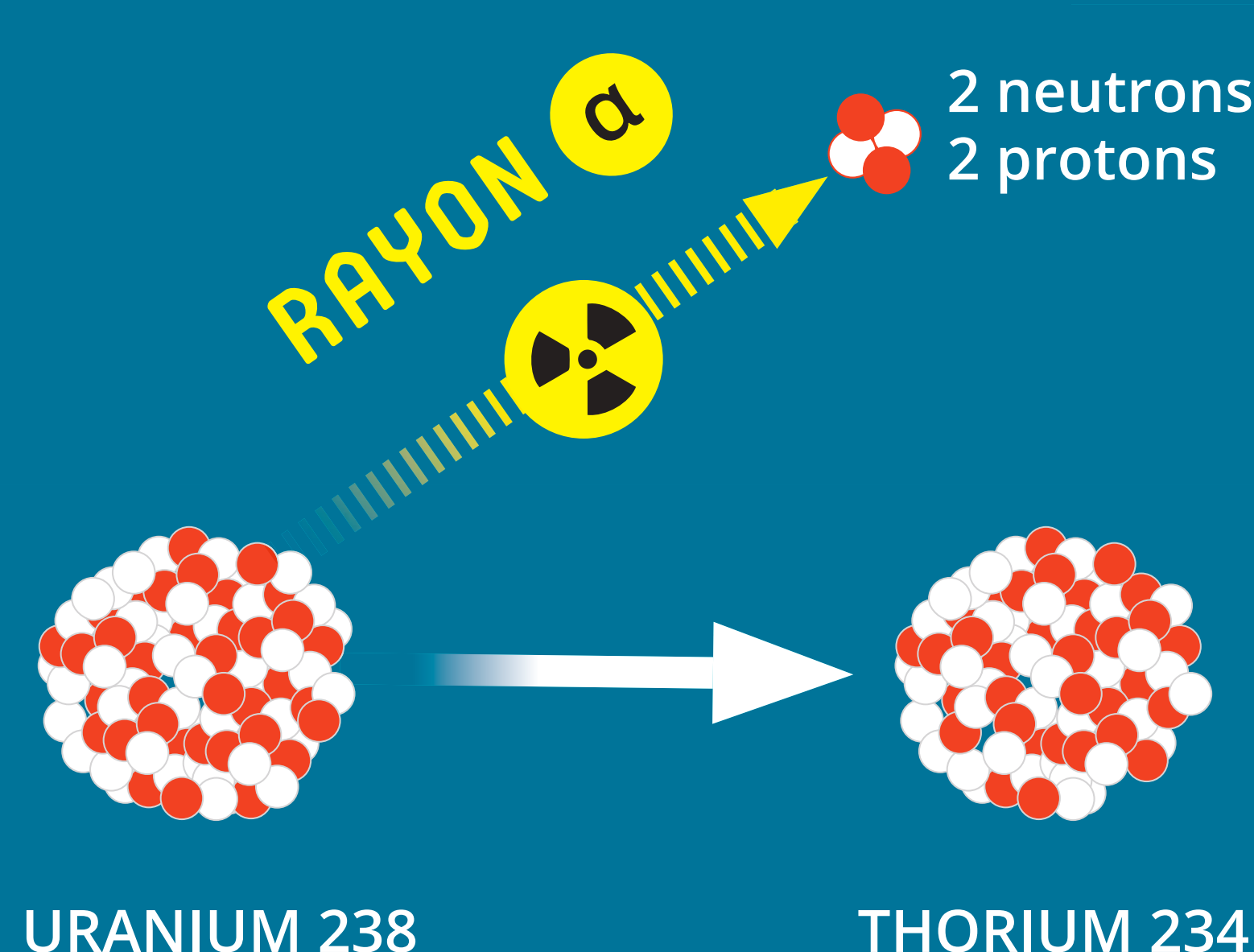
Parfois, certains atomes comme l'uranium ont trop ou pas assez de neutrons : ils deviennent **instables**.
Que se passe-t-il alors ?

- Pour retrouver sa **STABILITÉ**, le noyau de l'atome est obligé de libérer de **L'ÉNERGIE**.
- Cette énergie se traduit par des **RAYONNEMENTS** : c'est la **RADIOACTIVITÉ**.

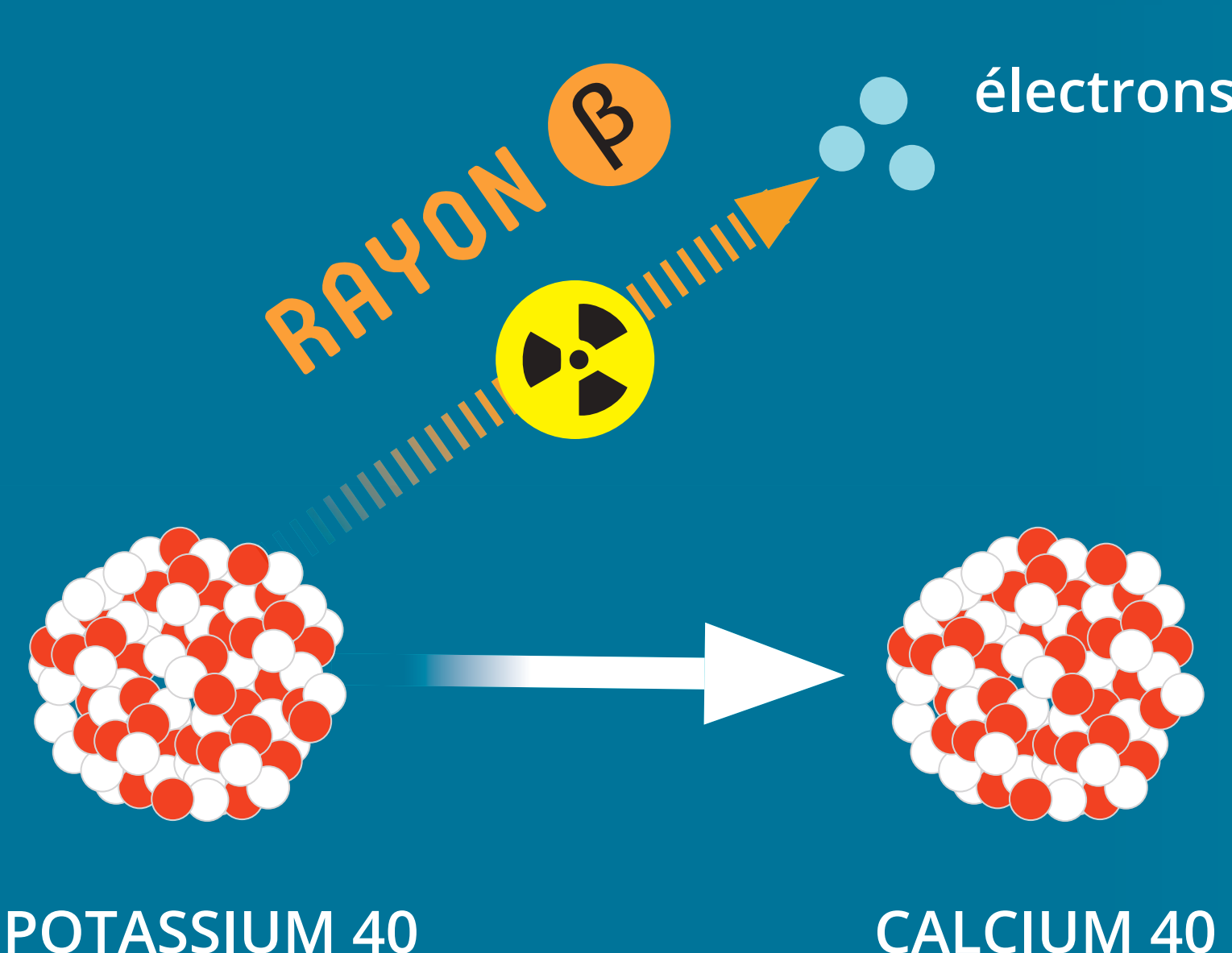


UN NOYAU PEUT LIBÉRER PLUSIEURS TYPES DE RAYONNEMENTS :

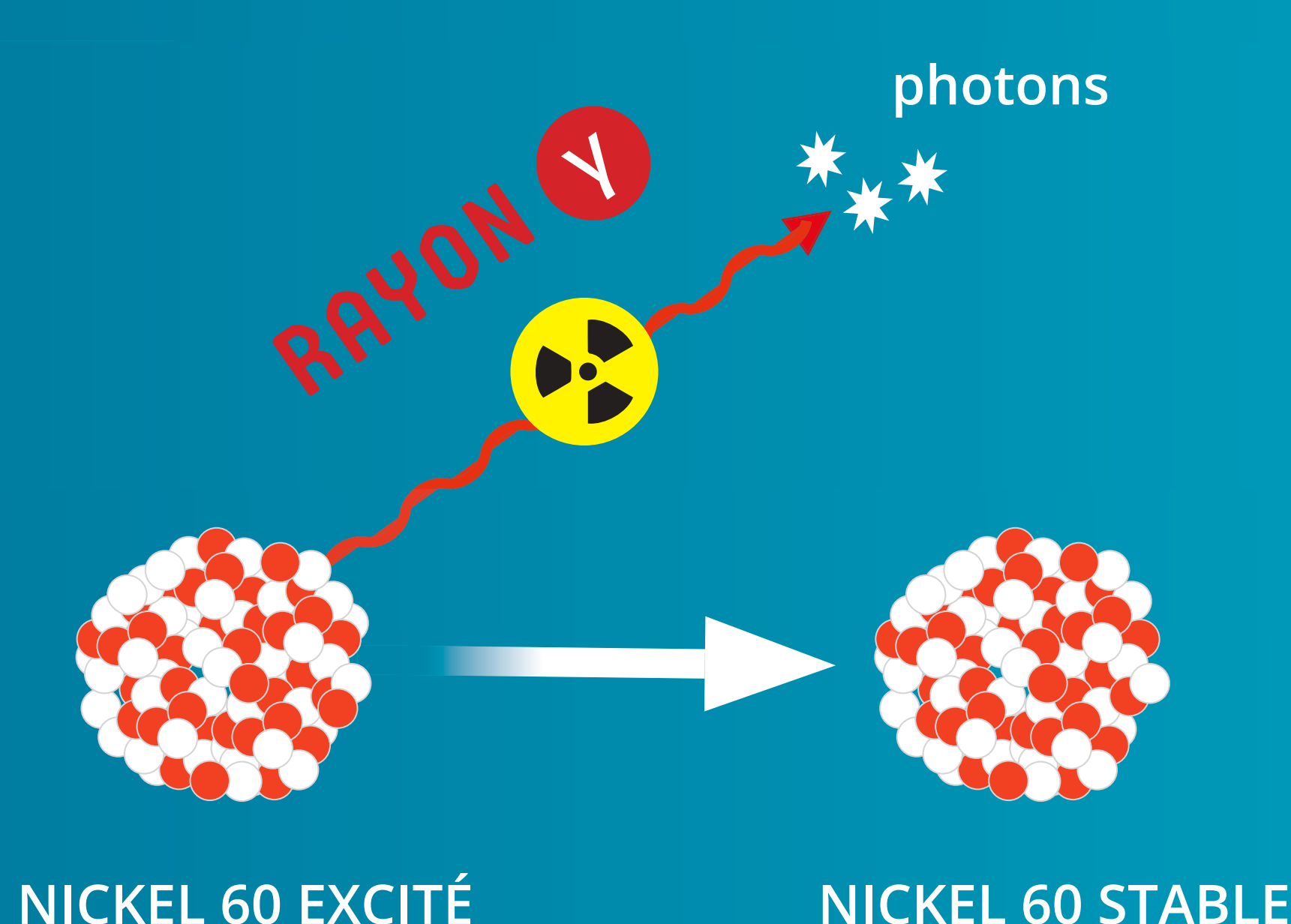
- Si l'atome perd des protons et des neutrons, il libère un **RAYON ALPHA**.



- Si l'atome perd des électrons, il libère un **RAYON BÊTA**.

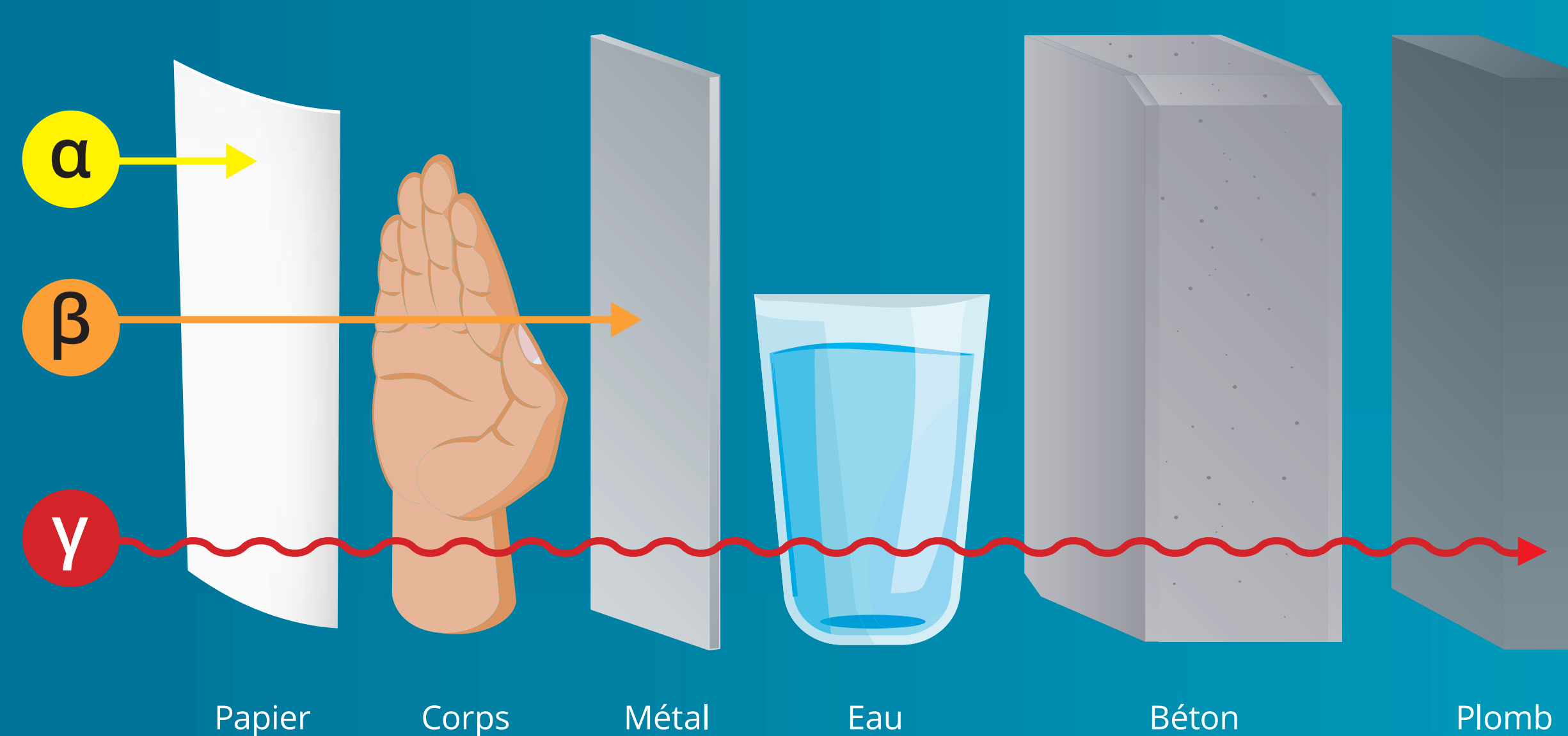


- Si l'atome perd des photons, il libère un **RAYON GAMMA**.



- À chacun de ces rayonnements correspond une forme de radioactivité. L'atome mue, se transforme : c'est la **DÉSINTÉGRATION NUCLÉAIRE**.

- Les différents rayonnements ne pénètrent pas dans les matériaux de la même façon :



CHACUN SON RYTHME

- Tous les atomes ne se désintègrent pas au même rythme. C'est un phénomène aléatoire. Cela peut varier de quelques secondes à plusieurs milliards d'années !

Par exemple :

- > 1 atome se désintègre en 1 seconde = 1 becquerel.
- > 10 atomes se désintègrent en 1 seconde = 10 becquerels.



UN PHÉNOMÈNE NATUREL

La radioactivité est un phénomène naturel qui a lieu tout le temps, partout... et même dans ton corps !

LA STAR

HENRI BECQUEREL

L'activité des atomes se mesure en becquerels (Bq) : du nom d'Henri Becquerel, qui a découvert la radioactivité en 1896.



À la découverte
de la

RADIOACTIVITÉ

3

LA RADIOACTIVITÉ

EST-ELLE

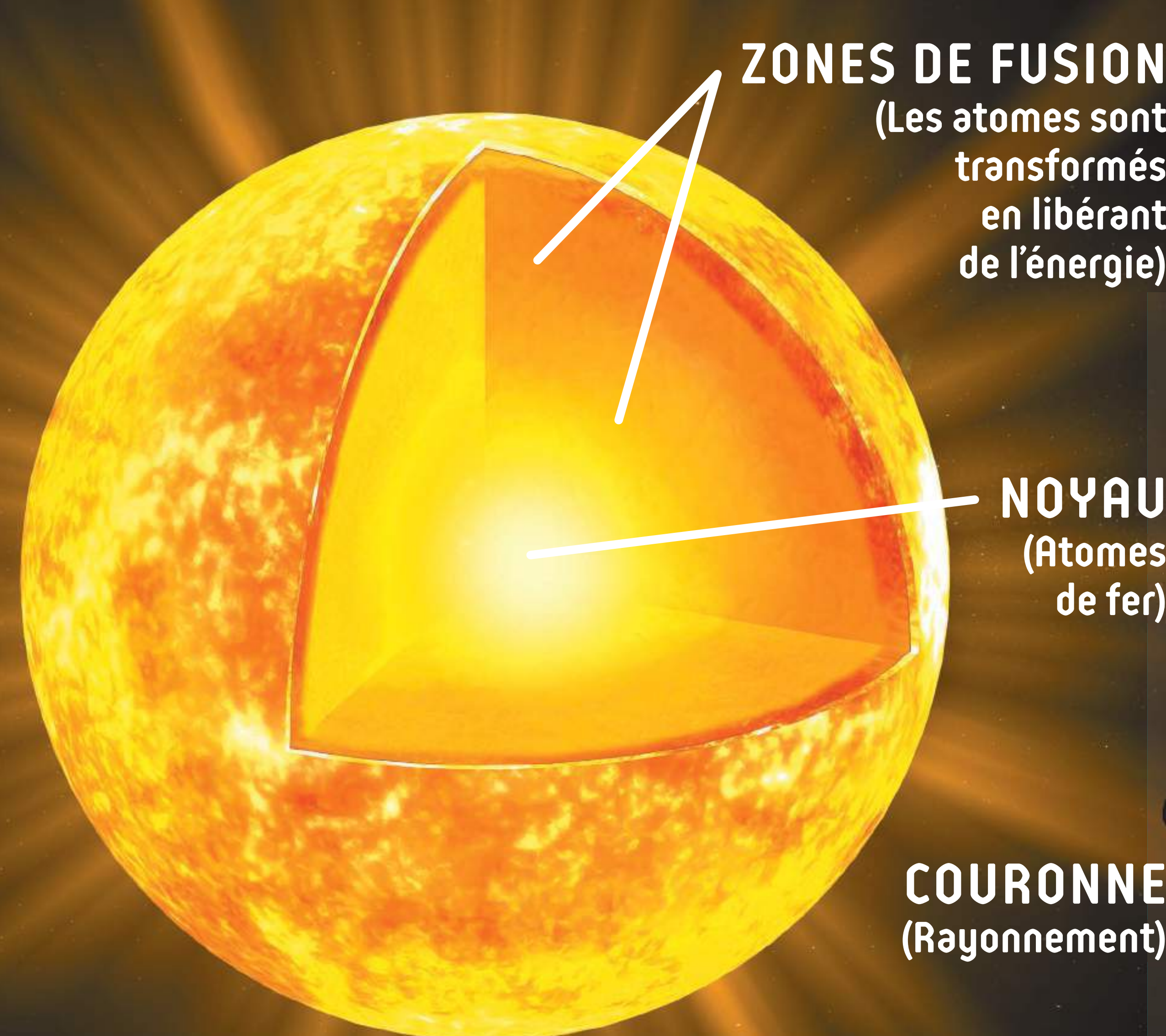
BRILLANTE ?

Eh non, pas du tout ! Enfin, sauf pour les étoiles...

INVISIBLE À L'ŒIL NU

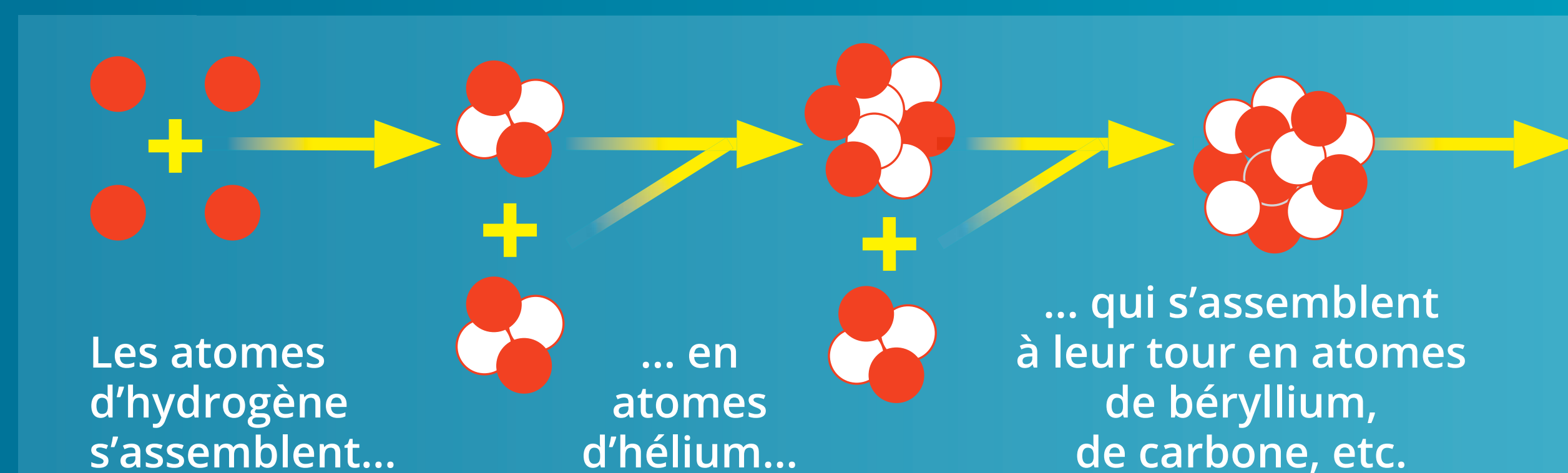
- Le **RAYONNEMENT** émis par les matières radioactives n'est pas visible à l'œil nu.
- Mais il est possible de « convertir » cette énergie invisible en **LUMIÈRE VISIBLE** en les mêlant à des matières qui émettent de la lumière en présence de radioactivité.

Au début du 20^e siècle, on peignait les aiguilles des réveils, des montres ou des horloges avec du radium très radioactif et un composé phosphorescent. Ainsi, elles brillaient dans le noir.



ET LES ÉTOILES, ALORS ?

- Elles passent leur temps à transformer des atomes en d'autres atomes plus gros. Ce sont des **FUSIONS NUCLÉAIRES**.



Comme elles produisent sans cesse de l'**ÉNERGIE**, elles brillent grâce à ces phénomènes nucléaires.

SUR TERRE

- Quand on arrive à regrouper des noyaux d'atomes entre eux, par exemple plusieurs noyaux d'atomes d'hydrogène qui vont former un atome d'hélium, cela dégage beaucoup d'énergie : c'est la **FUSION NUCLÉAIRE**.
- Certains projets essaient de copier les étoiles et de recréer la fusion nucléaire pour produire de l'énergie. C'est le cas par exemple du **PROJET ITER**.



LA STAR

LE PROJET ITER

Le projet ITER est une expérience géante menée depuis 2001, par des scientifiques de 35 pays, dans le centre de recherche du CEA Cadarache dans les Bouches-du-Rhône. Ils y construisent un **TOKAMAK** : une immense chambre métallique dans laquelle ils tentent de reproduire sur terre ce qui se passe dans une étoile.

ITER doit démontrer que la fusion nucléaire peut être utilisée comme source d'énergie à grande échelle, pour produire de l'électricité sans émettre de CO₂.



Modélisation du tokamak ITER en fonctionnement

À la découverte
de la

RADIOACTIVITÉ



4 POURQUOI ÇA PEUT ÊTRE DANGEREUX, LA RADIOACTIVITÉ ?

Lorsque l'atome se transforme et émet des **particules**, celles-ci circulent à une certaine vitesse et peuvent pénétrer dans le corps humain. C'est ce qu'on appelle être **irradié**.

DANGEREUX OU PAS DANGEREUX ?

Ce n'est pas parce qu'un atome est **RADIOACTIF** qu'il est forcément dangereux.

LES EFFETS DE LA RADIOACTIVITÉ DÉPENDENT :

- Du **TYPE** de particule émise.
- De son **ÉNERGIE**.
- Et de **L'ORGANE** qui est exposé à la radioactivité.



IRRADIÉ OU CONTAMINÉ



• Une personne est **IRRADIÉE** lorsque son corps reçoit des rayonnements.

• Une personne est **CONTAMINÉE** lorsque des particules radioactives se déposent sur sa peau, sont aspirées ou avalées.

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



MESURER LES RADIATIONS

- Les **BECQUERELS** mesurent la radioactivité, c'est-à-dire le nombre de désintégrations de l'atome en une seconde.
- Les **SIEVERTS**, eux, mesurent **L'IMPACT DU RAYONNEMENT SUR LE CORPS HUMAIN**. Les effets varient en fonction de l'isotope radioactif et de la zone qui est touchée.



LES CONSÉQUENCES DES RADIATIONS

Les radiations **ABÎMENT LES CELLULES** du corps :

- Parfois la cellule **SE RÉPARE** toute seule.
- Parfois la cellule abîmée **S'AUTODÉTRUIT**.

• Il arrive que les cellules abîmées **SE TRANSFORMENT** et provoquent un **CANCER** au fil du temps.

INFO +

ATTENTION DANGER !

Ce panneau signale la présence de radioactivité.



À la découverte
de la

RADIOACTIVITÉ



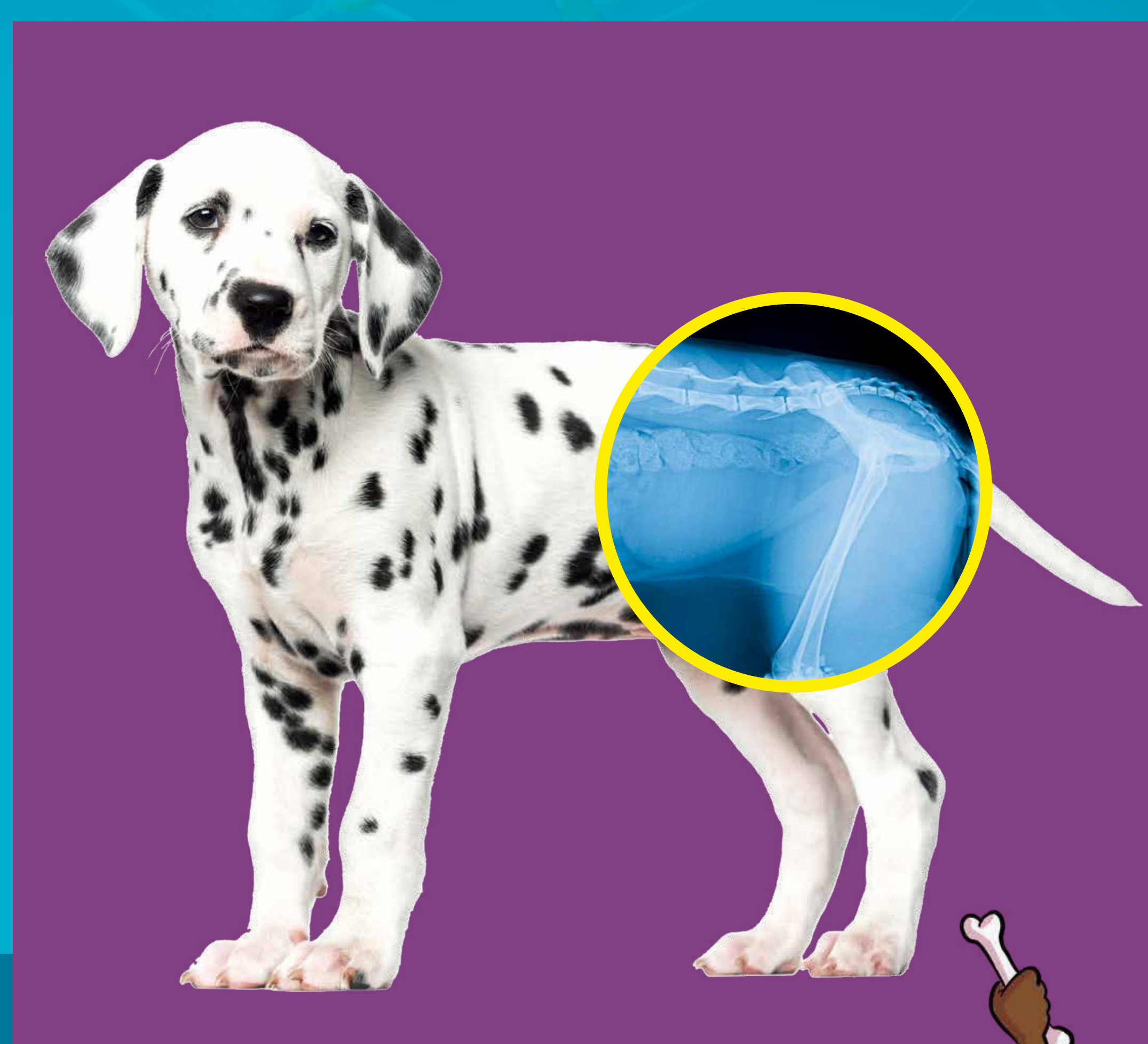
5 POURQUOI LA MÉDECINE UTILISE-T-ELLE LA RADIOACTIVITÉ ?

La radioactivité permet de **voir à l'intérieur**
du corps humain et de le soigner !

REGARDER À L'INTÉRIEUR DES CORPS

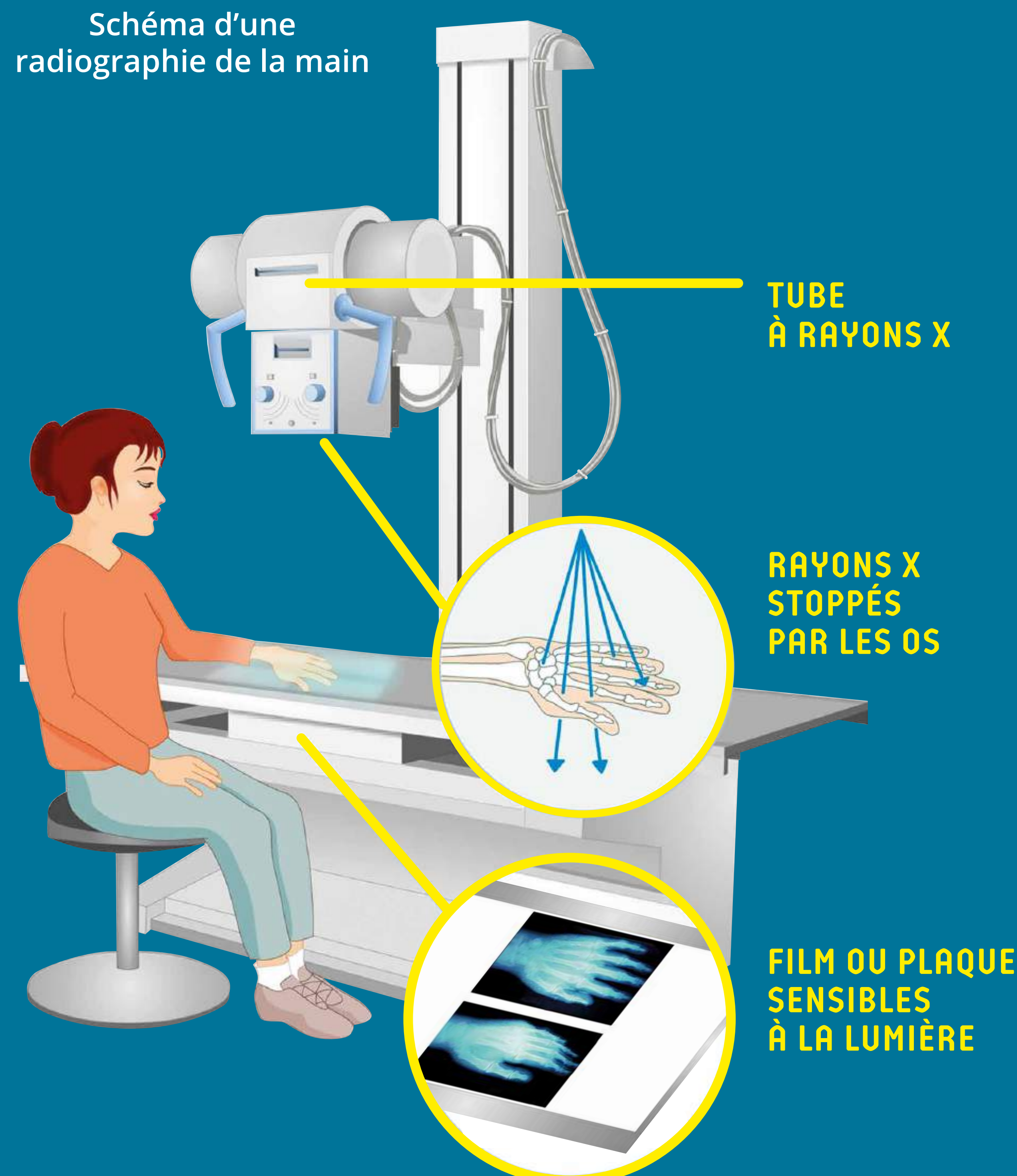
- Certains rayonnements d'atomes sont très **PÉNÉTRANTS** et peuvent traverser le corps.

Mais ils ne traversent pas toutes les parties
de notre corps de la même façon :
ils sont **MIEUX ARRÊTÉS PAR LES OS** que par la peau.
Cette différence permet de visualiser le squelette, car
les os apparaissent plus clairement sur les radiographies.



UNE RÉVOLUTION MÉDICALE

Schéma d'une
radiographie de la main



- Quand on passe une **RADIOGRAPHIE**
ou un **SCANNER**, on envoie
à faible dose des **RAYONS X**
vers une partie du corps.

Cela permet de reconstituer
des images précises
des organes cachés.
Le médecin peut ainsi
vérifier si tout va bien
ou détecter une maladie.

- Cette technique a été
inventée il y a plus de 100 ans !

Le patient n'a pas mal,
il ne sent rien du tout.
N'est-ce pas, Lucky ?



LA SCINTIGRAPHIE

Pour voir à l'intérieur du corps, on peut aussi
INJECTER DIRECTEMENT UN PRODUIT RADIOACTIF :
c'est la scintigraphie. Évidemment, on utilise
un produit qui disparaît très vite pour éviter les dangers !

SOIGNER GRÂCE AUX RAYONS

- Les rayonnements peuvent être dangereux
et détruire les cellules.

• Mais il est possible de transformer
ce risque en avantage ! Les rayons qui
fonctionnent comme une sorte de laser
peuvent **ATTEINDRE ET DÉTRUIRE**
LES CELLULES MALADES.
C'est la **RADIOTHÉRAPIE**.



La radiothérapie permet
de soigner certains cancers.



À la découverte de la RADIOACTIVITÉ

6 EST-CE QUE CE QUE JE MANGE EST RADIOACTIF ?

Tous les éléments chimiques ont des isotopes radioactifs, et cela depuis les débuts de l'Univers.

Il y a donc de la radioactivité partout autour de nous, y compris dans ton propre corps et dans ce que tu manges !

SOUS NOS PIEDS A

L'écorce terrestre contient des atomes radioactifs :

- Du potassium 40.
- De l'uranium.
- Du thorium.

Ces atomes se transforment, ils produisent de nouveaux atomes, qui se transforment encore...

LE SOL EST DONC RADIOACTIF.

DANS L'AIR B

Le **RADON** est un gaz radioactif issu de la transformation de l'uranium et du thorium du sol, et qui s'en échappe. On le retrouve dans l'air, mais en faible quantité, car il est brassé par le vent : **L'AIR EST DONC RADIOACTIF.**

DANS L'ESPACE C

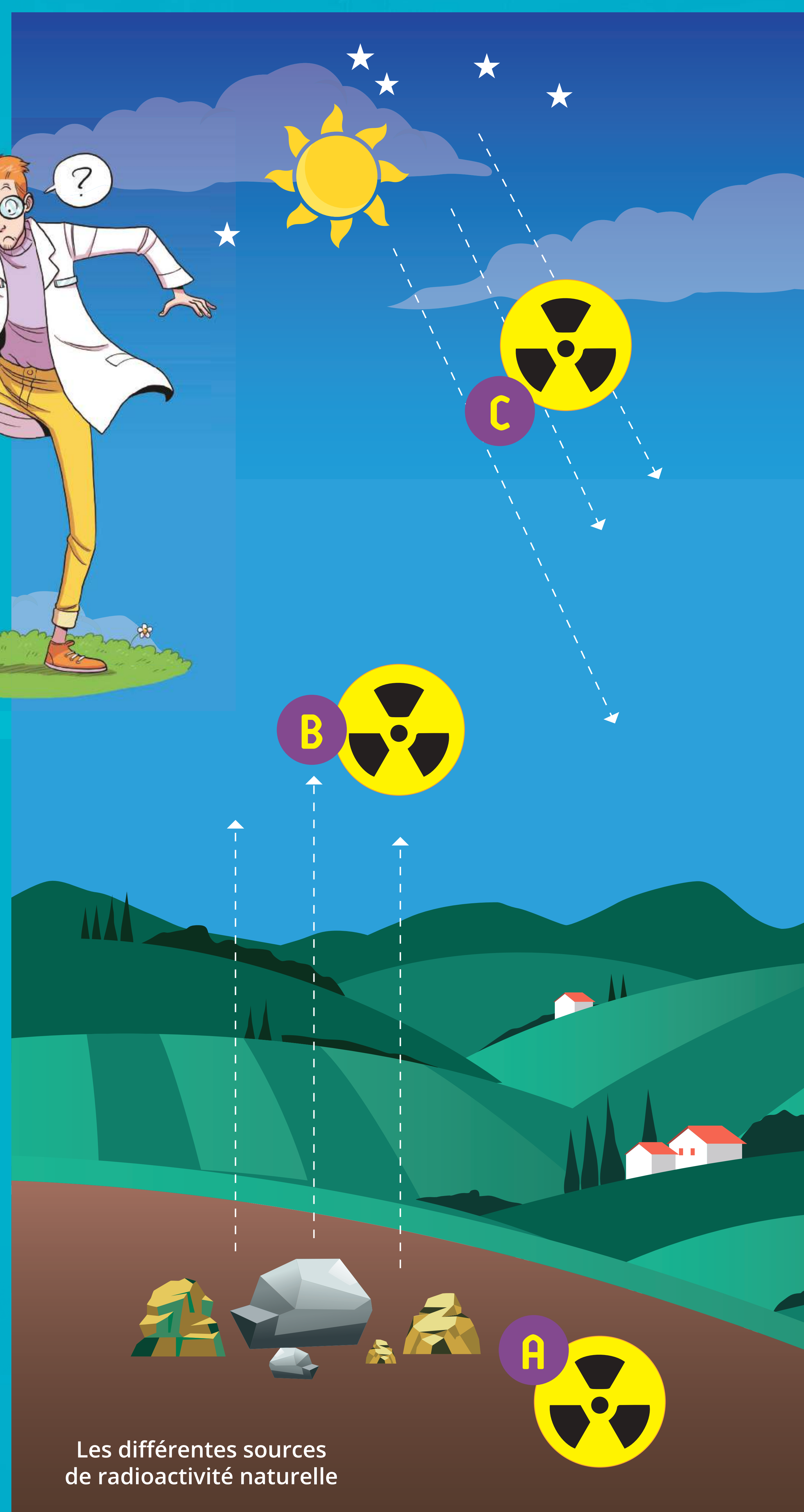
La Terre est bombardée en permanence par des **RAYONS COSMIQUES**. Ils sont émis :

- Par le Soleil.
- Lors de l'explosion d'énormes étoiles, les supernovae.

Ces rayons entraînent la formation de nouveaux atomes radioactifs dans l'atmosphère. **L'ATMOSPHÈRE EST AUSSI RADIOACTIVE.**



Rayons cosmiques



ET DANS MA NOURRITURE ?

La radioactivité est présente naturellement partout sur terre, y compris dans l'eau et la nourriture.

CE QUE TU MANGES EST DONC RADIOACTIF...

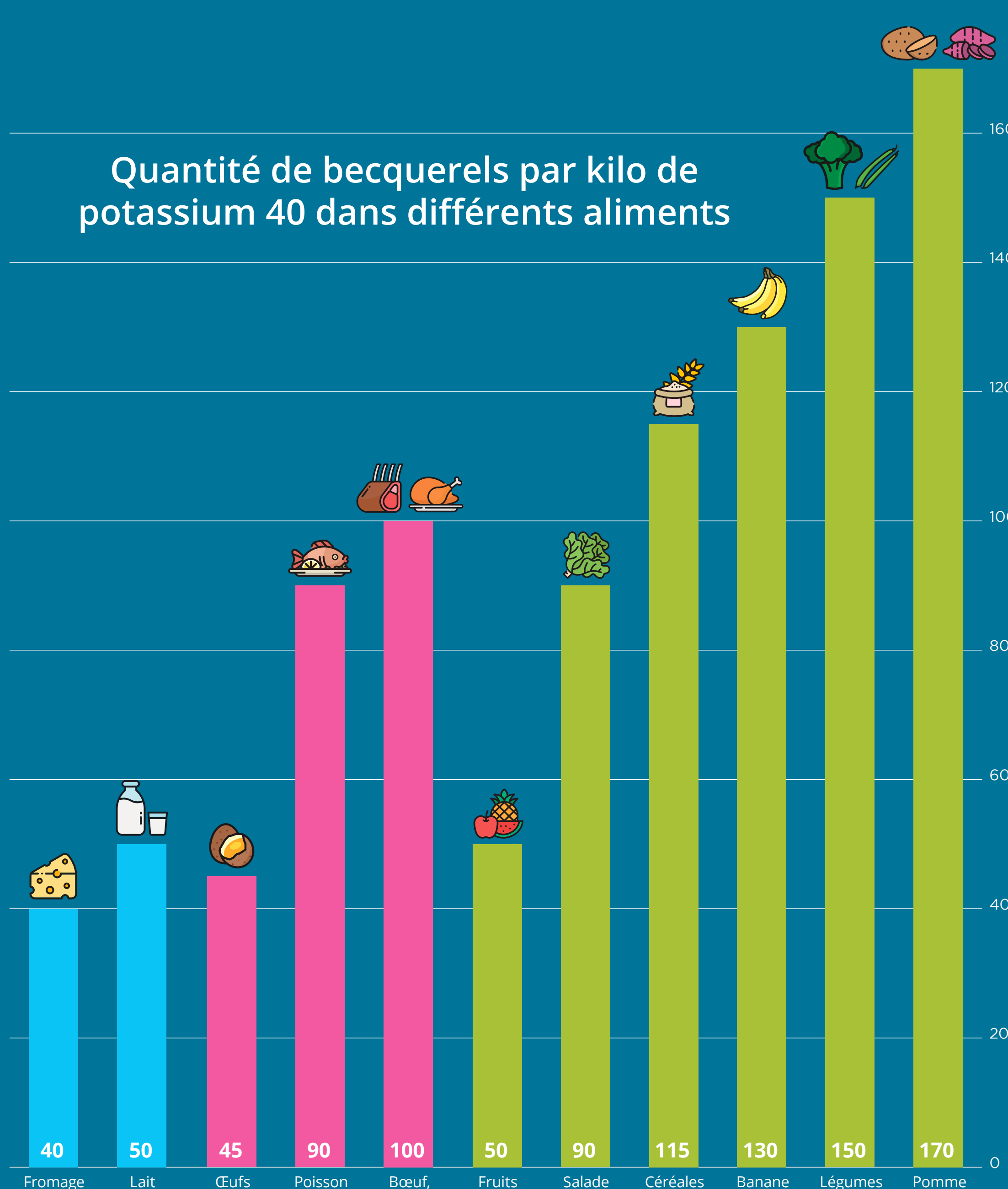
Mais pas de panique, pas suffisamment pour être dangereux. **C'EST SANS RISQUE !**



INFO +

ÇA DONNE LA BANANE !

Les portiques de sécurité les plus puissants (dans les aéroports américains en particulier) peuvent sonner en présence de bananes ! La raison : elles contiennent naturellement pas mal de potassium 40.



À la découverte
de la

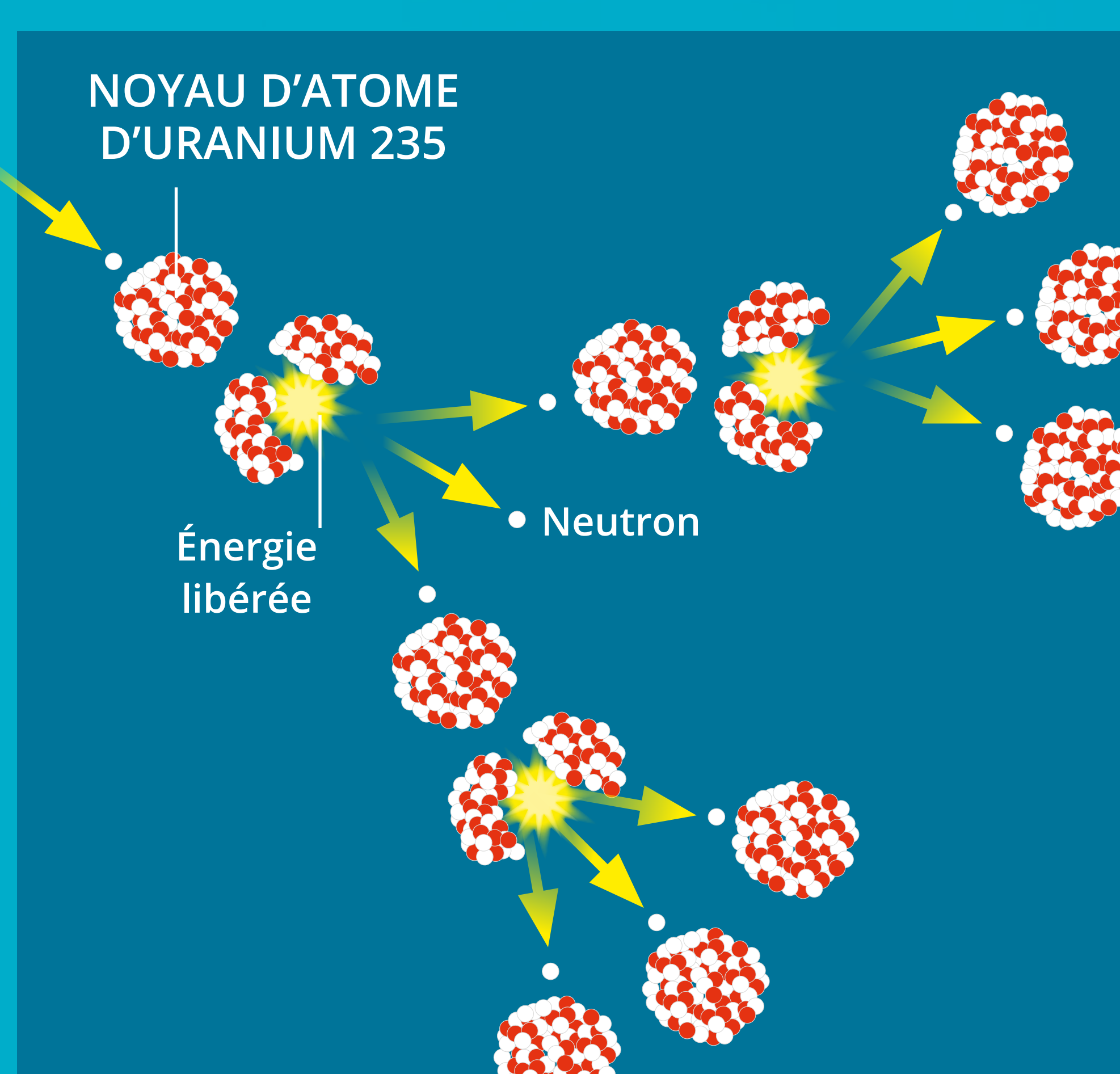
RADIOACTIVITÉ



7

COMMENT FABRIQUE-T-ON DE L'ÉLECTRICITÉ AVEC LA RADIOACTIVITÉ ?

Le mot « atome » vient du grec **atomos**,
qui signifie « ne peut être divisé ».
Et pourtant, les atomes peuvent bien être « cassés ».



Réaction d'un atome d'uranium
bombardé par un neutron

CASSER LES ATOMES

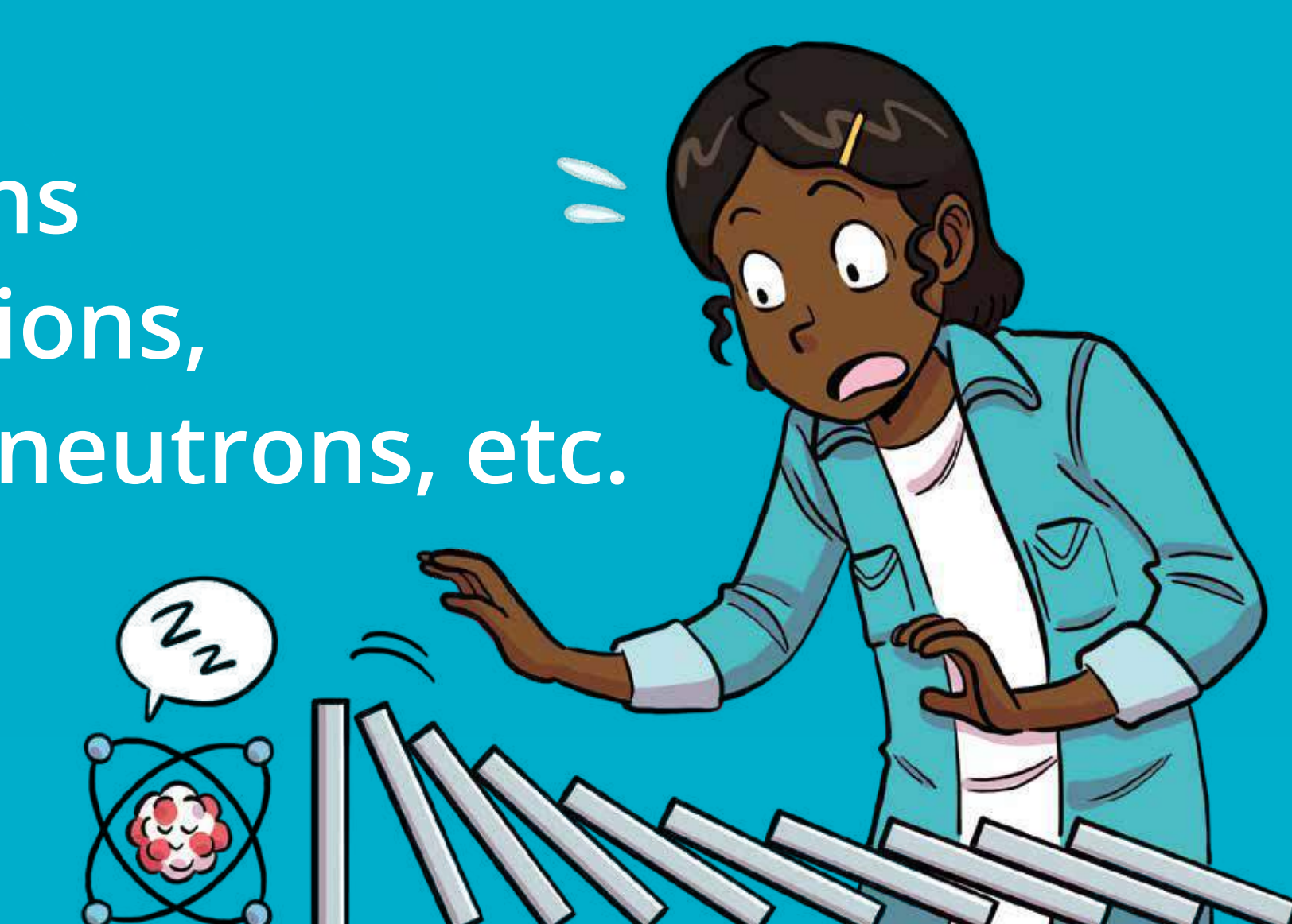
Il est possible de casser certains atomes en 2 en les faisant
percuter par des **NEUTRONS**.

On appelle ce phénomène **LA FISSION**.

LA FISSION ET LA RÉACTION EN CHAÎNE

- Les atomes cassés par les neutrons
 - > émettent chacun 2 ou 3 neutrons
 - > qui provoquent d'autres fissions,
 - > ce qui crée de nouveaux neutrons, etc.

On parle de **RÉACTION EN CHAÎNE**.

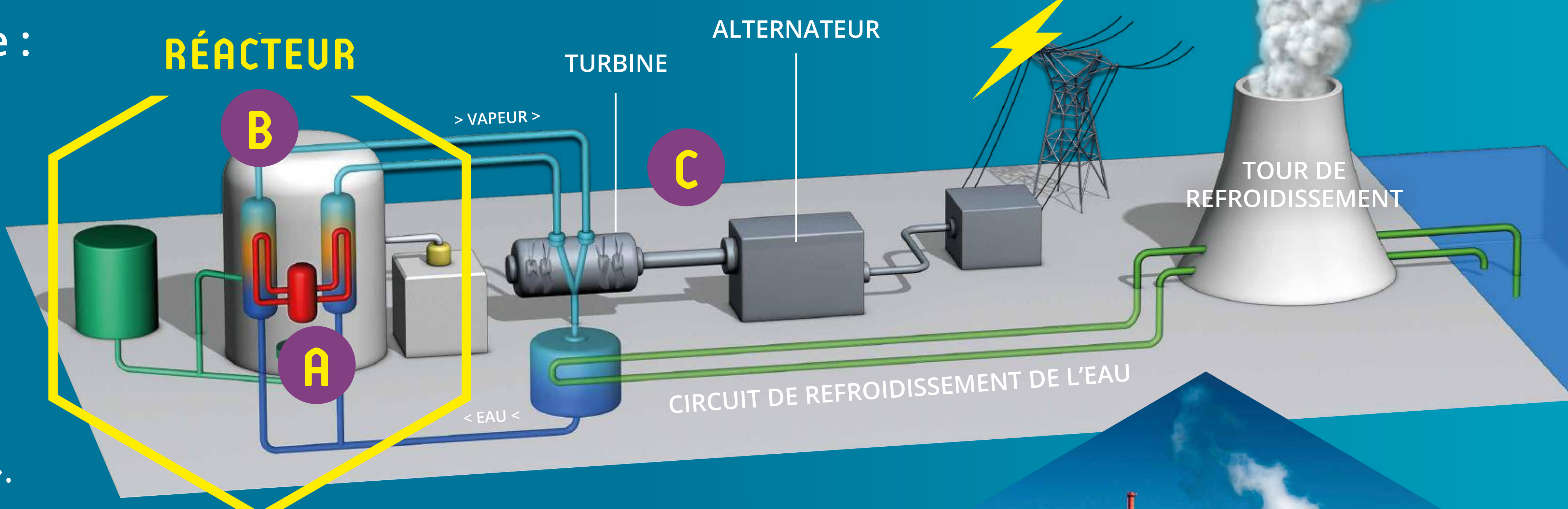


AU CŒUR DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE

La fission dégage beaucoup **D'ÉNERGIE**, et les scientifiques
ont alors eu l'idée de l'utiliser pour
produire de **L'ÉLECTRICITÉ**.

Dans le **RÉACTEUR** nucléaire :

- A** La fission permet
de chauffer de l'eau.
- B** L'eau passe dans
un échangeur, un peu
comme un radiateur,
pour chauffer l'eau
d'un circuit « secondaire ».



- C** Cette eau chaude se transforme en vapeur.
La vapeur, qui n'est pas radioactive,
fait tourner une turbine reliée
à un alternateur (une sorte de grosse dynamo
comme sur certains vélos ou lampes),
qui produit alors de l'électricité.



ET SI LA RÉACTION EN CHAÎNE S'EMBALLE ?

- Pour faire fonctionner le réacteur, on doit s'assurer que la réaction en
chaîne ne s'emballe pas, car cela produirait **BEAUCOUP TROP D'ÉNERGIE**.

- Des **SYSTÈMES DE SÉCURITÉ**
contrôlent la réaction en permanence.
Bien sûr, on doit garantir qu'ils
fonctionnent bien et qu'il existe
des **SOLUTIONS DE SECOURS** pour
stopper la réaction en chaîne.



INFO +

EN FRANCE

En septembre 2024, 57 réacteurs nucléaires sont en
activité. Ils sont répartis dans 18 centrales situées
au bord de la mer ou le long de cours d'eau.



Le contrôle de la réaction en
chaîne est l'un des fondements
de la sûreté nucléaire !



À la découverte
de la

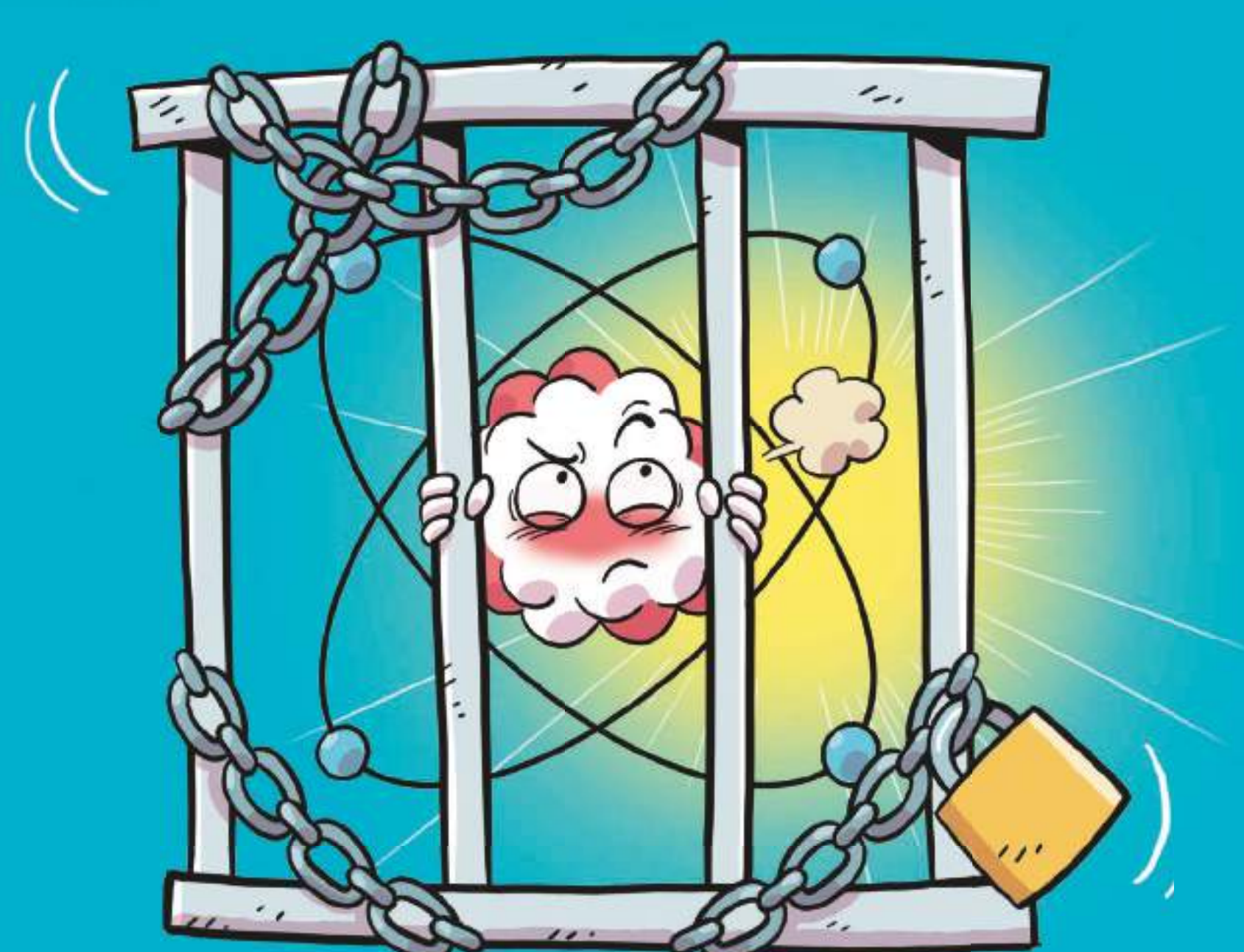
RADIOACTIVITÉ



8

QUE SE PASSE-T-IL SI ON N'ARRIVE PAS À MAÎTRISER LE RÉACTEUR ?

Malheureusement, des réacteurs peuvent échapper au contrôle des personnes qui les exploitent, avec parfois de graves conséquences : ce sont les **accidents nucléaires**.



LA PRÉVENTION DES ACCIDENTS NUCLÉAIRES REPOSE SUR :

- LA QUALITÉ DE FABRICATION des systèmes de la centrale.
- LE CONTRÔLE RÉGULIER de leur bon fonctionnement.
- LES MOYENS DE SECOURS pour limiter les conséquences d'un accident.
- LA PRÉPARATION AUX ACCIDENTS pour savoir comment réagir.

QUAND UN ACCIDENT SURVIENT

De nombreuses personnes se mobilisent :

- Les personnes qui exploitent l'installation : EDF pour les centrales nucléaires, Framatome ou Orano pour les usines de combustibles...
- Les autorités locales et nationales et leurs experts techniques.
- Les services de secours.

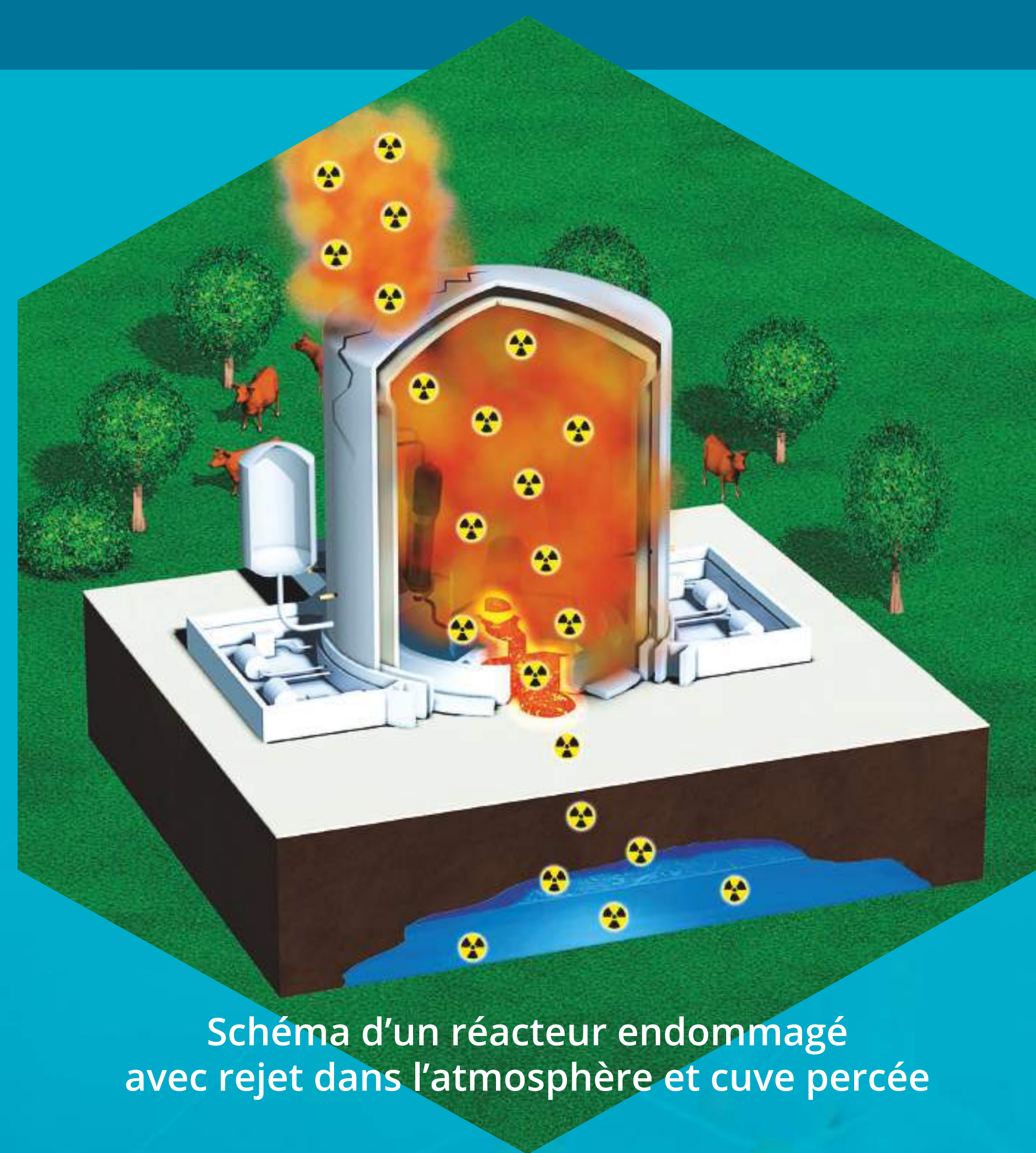


Schéma d'un réacteur endommagé avec rejet dans l'atmosphère et cuve percée

LES RISQUES D'UN ACCIDENT

• Le rejet de radioactivité dans l'environnement peut présenter un **RISQUE** à la fois pour :

- > **L'ENVIRONNEMENT** (l'air, les eaux, le sol, la faune et la flore...).
- > **LES PERSONNES**.

Certains atomes radioactifs ont une durée de vie très longue, il faut donc gérer les suites de l'accident sur le long terme.



LES MESURES DE PROTECTION EN CAS D'ACCIDENT

• JE RESTE CHEZ MOI.



• JE PRENDS
DES COMPRIMÉS D'IODE
SI ON ME LE DEMANDE.



• JE CONTINUE À M'INFORMER
SUR LES CONSIGNES DE SÉCURITÉ.



WARNING !

Un accident nucléaire est une situation exceptionnelle, avec des risques très particuliers : il est donc important de se tenir informé, et de bien suivre les recommandations des pouvoirs publics.



Accident de la centrale de Tchernobyl, 1986

À la découverte
de la

RADIOACTIVITÉ



9

ÇA SERT À QUOI D'AUTRE, LA RADIOACTIVITÉ ?

Nous avons déjà vu de nombreuses applications de la radioactivité : produire de l'énergie, voir à travers notre corps, rendre lumineux des objets... Mais connais-tu ces **autres usages** ?



DATER

- Quand on veut estimer l'âge d'objets très anciens, on mesure le **CARBONE 14** radioactif qu'ils contiennent, par rapport au carbone 12 stable, en se basant sur sa disparition progressive (la moitié disparaît tous les 5 730 ans). On peut ainsi connaître précisément l'âge des objets.

CONTRÔLER DES OBJETS

- On peut utiliser des sources radioactives pour s'assurer que des pièces industrielles ne présentent pas de défauts, comme on réaliserait une radio à l'hôpital, ou pour vérifier des composés chimiques.

Par exemple, des composants explosifs de la fusée Ariane étaient contrôlés dans le réacteur nucléaire Orphée, à Saclay près de Paris.



L'irradiation de produits sanguins peut sécuriser les transfusions.

ASSAINIR

- La radioactivité, par ses effets sur les cellules, permet également de détruire certains parasites ou bactéries.



Quoi ?
Ça ne va pas gâcher mon kebab, ça ?!?



- On peut ainsi irradier certains aliments comme les pommes de terre ou les oignons, pour prolonger leur conservation et éviter d'employer pour cela des produits chimiques.

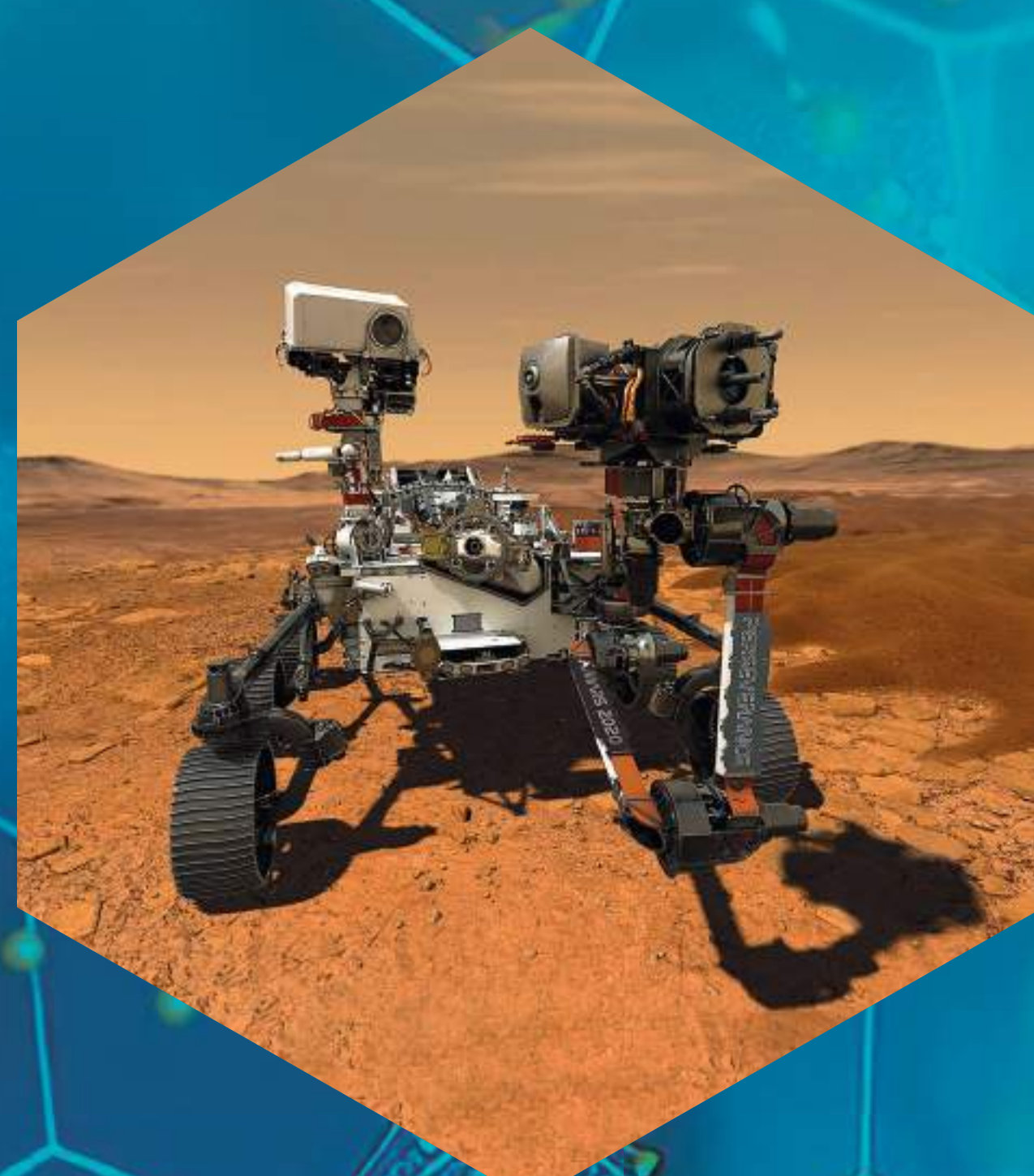
En France, les fruits frais ne sont pas irradiés.

PROPULSER DES ENGINS GÉANTS

- La radioactivité peut être une source d'énergie pour des navires ou des machines d'exploration spatiale.
- Certains sous-marins, brise-glaces et porte-avions ayant besoin d'une poussée puissante sont équipés de réacteurs nucléaires qui fonctionnent comme les centrales.



Le genre de pile qu'il m'faudrait le matin, quoi...



LA STAR

Ce rover martien a besoin d'une source d'énergie stable, de longue durée et qui ne nécessite pas de maintenance : il est équipé d'une pile atomique !