



L'énergie nucléaire et le climat, ça vous parle ? Non ? Alors on vous explique tout !

Thierry CAILLON



SOMMAIRE

01 - Le réchauffement climatique :

- quelles causes ?
- quels moyens d'action ?

02 - L'énergie nucléaire :

- comment ça marche ?
- est-ce écologique ?

03 - La filière nucléaire française :

- quelles perspectives ?
- quels métiers, quelles compétences ?

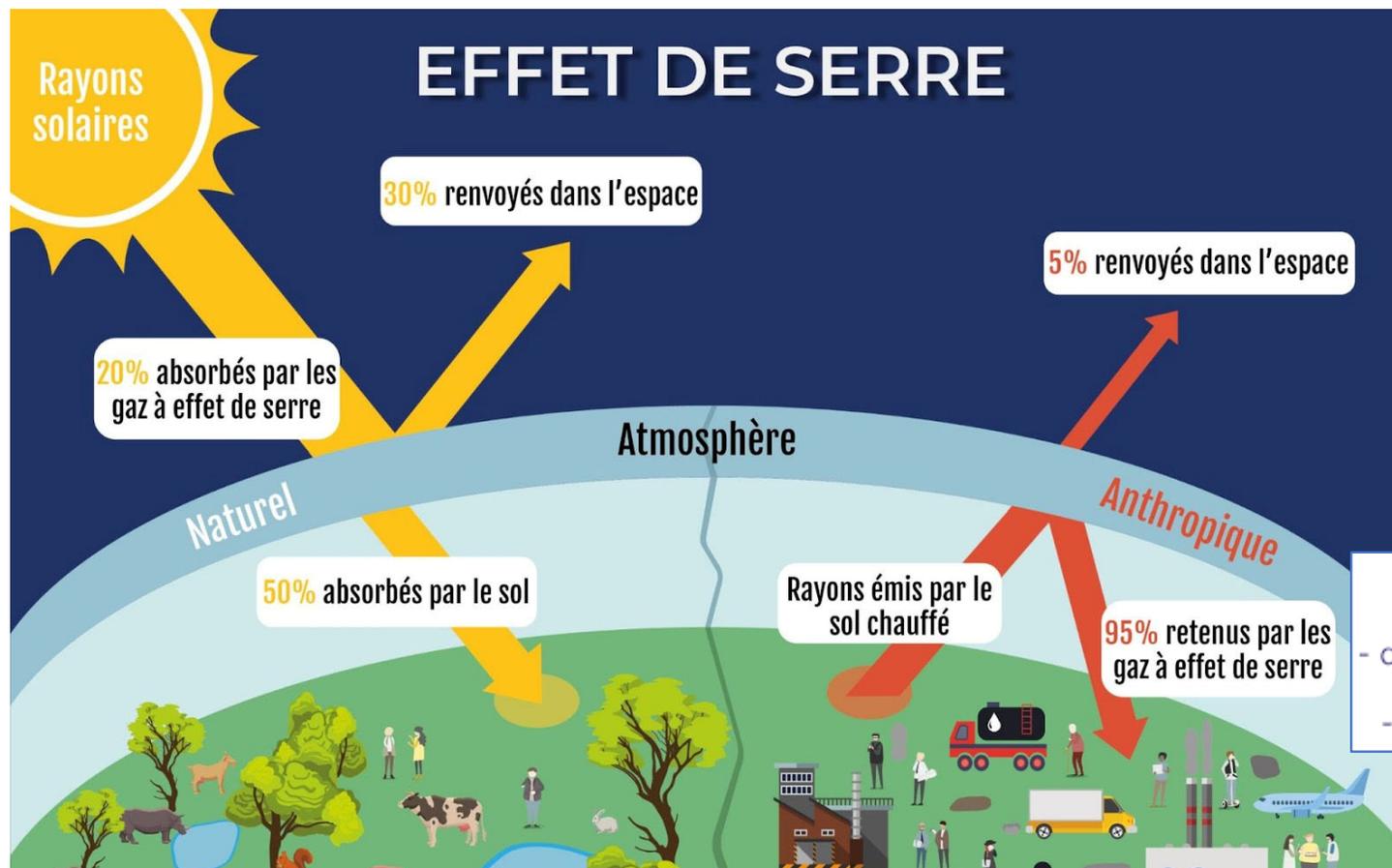


01

Le réchauffement climatique :

- quelles causes ?**
- quels moyens d'action ?**

1.1 L'EFFET DE SERRE, C'EST QUOI ?



Principaux gaz à effet de serre :

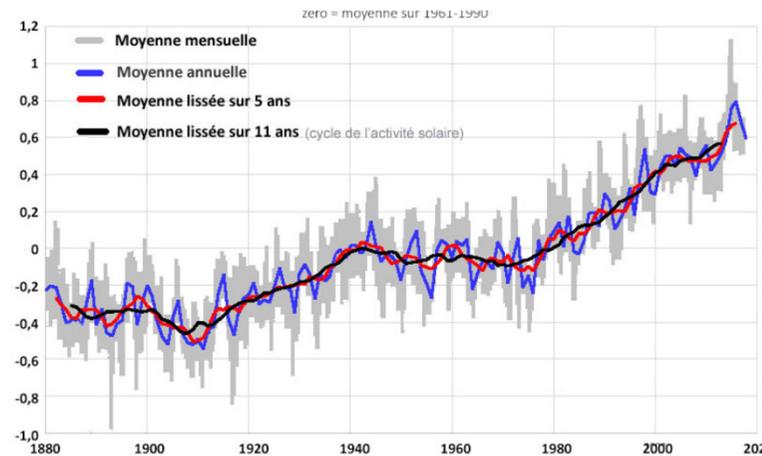
- dioxyde de carbone (CO_2)
- méthane (CH_4)
- protoxyde d'azote (N_2O)



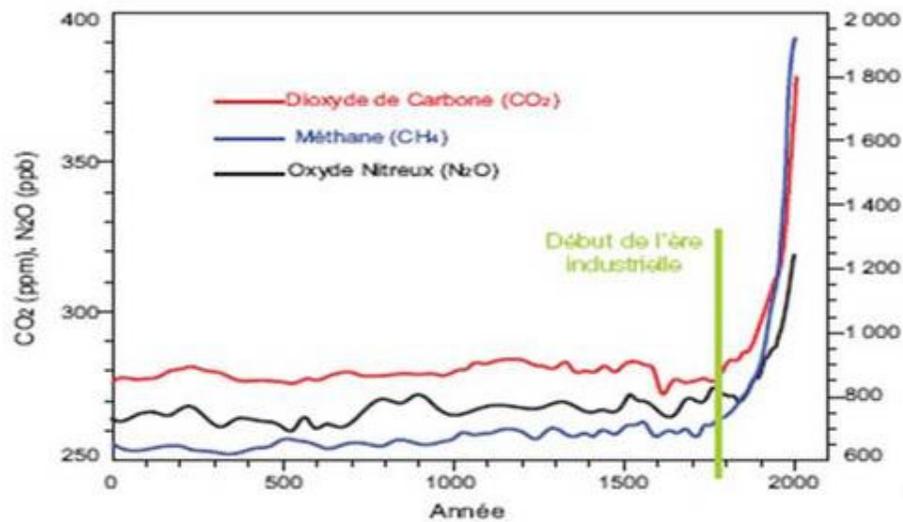
1.2 LES ÉMISSIONS DE GES, EST-CE UN PROBLÈME ?



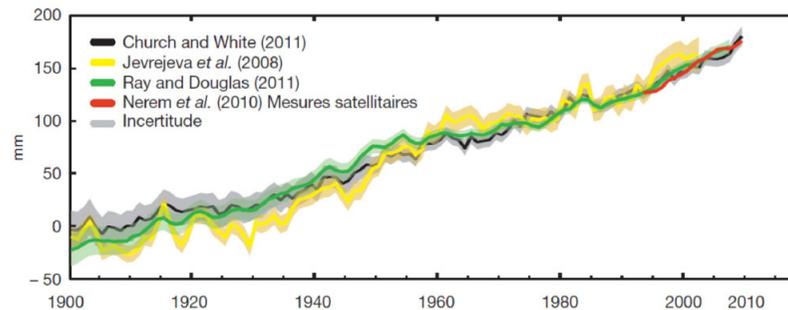
Evolution de la température moy. globale de 1800 à 2018 (GIEC, 2014)



Evolution des concentrations des GES (GIEC, 2007)

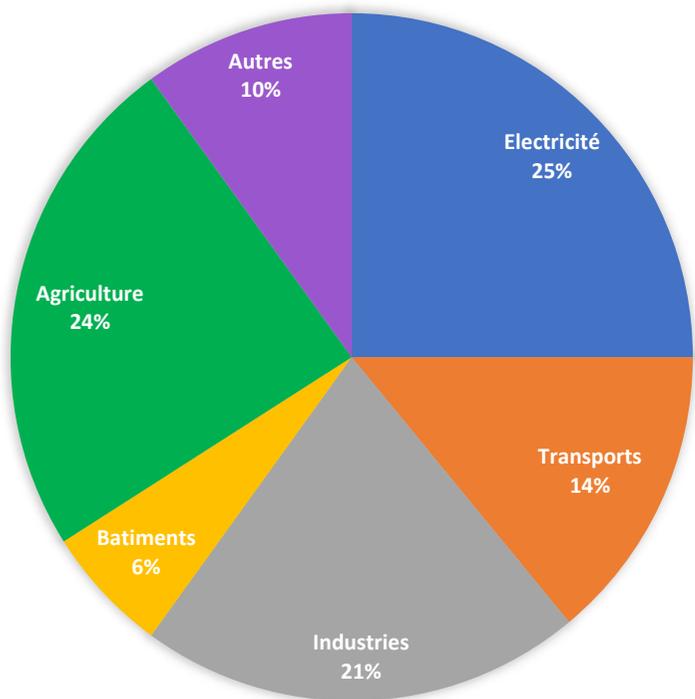


Evolution du niveau moyen des mers, par rapport à la période 1900-1905 (GIEC, 2013)

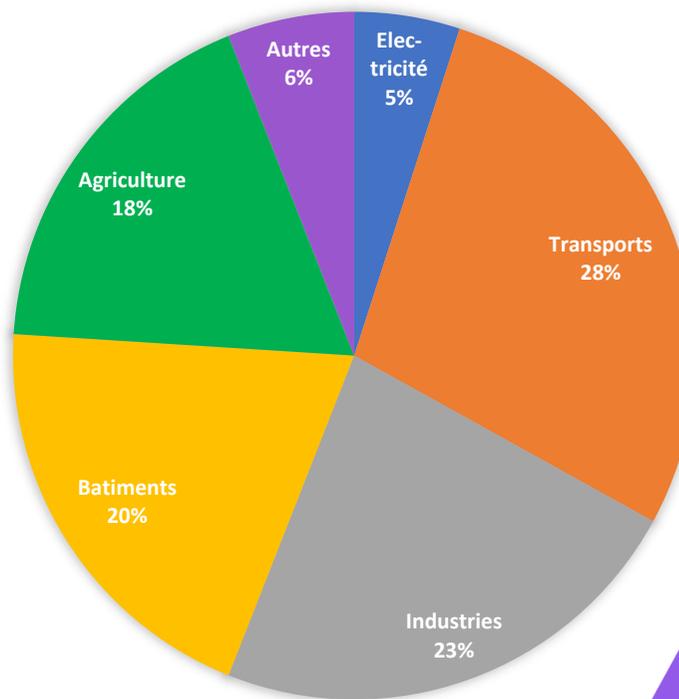


1.3 QUELS SONT LES SECTEURS LES PLUS EMETTEURS DE GES ?

Émissions mondiales de gaz à effet de serre par secteur économique (GIEC, 2014)

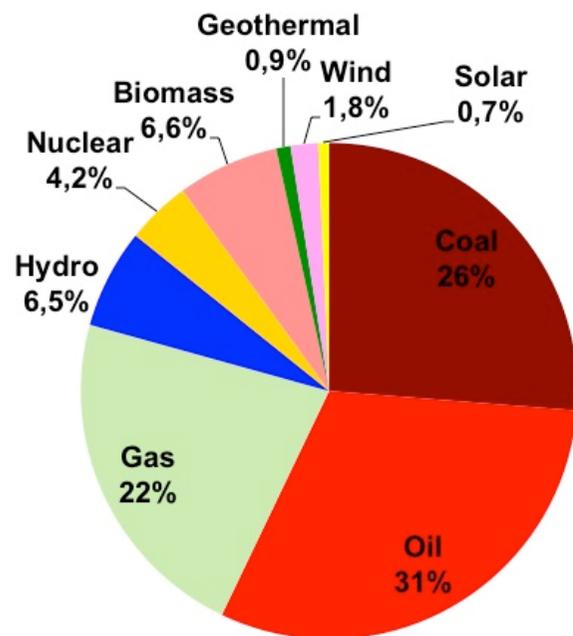


Émissions françaises de gaz à effet de serre par secteur économique (CITEPA, 2014)



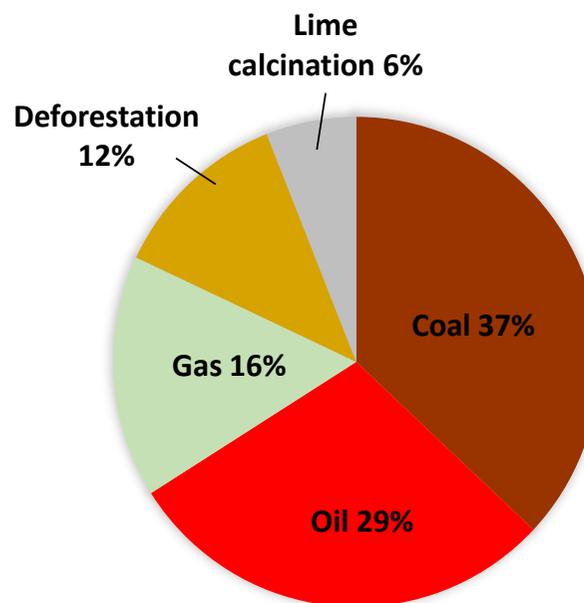
1.4 QUEL EST LE ROLE DE L'ÉNERGIE DANS LES ÉMISSIONS DE GES ?

Consommation mondiale d'énergie primaire
(BP Statistical Review, 2017)



79% de la consommation d'énergie primaire provient de sources fossiles
(pétrole, charbon, et gaz)

Origine des émissions mondiales de CO2
(BP Statistical Review, 2017)



82% des émissions de CO2 proviennent de l'utilisation des énergies fossiles
(pour utilisation ensuite dans différents secteurs :
électricité, industrie, transport, bâtiment, chauffage)



1.5 PEUX T-ON ENCORE AGIR POUR LIMITER LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE ?

Les scientifiques du GIEC disent qu'il est encore possible de limiter le réchauffement climatique à + 1,5 °C ou + 2°C ...

Pour cela, il faudrait réduire de moitié la production de GES d'ici 2030. Et ensuite il faudrait continuer les efforts, sur le même rythme, pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050...

En prenons nous le chemin ? Pas vraiment, car depuis le 1^{er} rapport du GIEC en 1990 les émissions mondiales de GES n'ont cessé d'augmenter, y compris en 2021 !

Cela dit, des moyens d'actions existent, et chaque dixième de degré gagné atténuera les effets du réchauffement climatique. Ces leviers, complémentaires les uns des autres, sont au nombre de 4 :

Développer toutes les énergies bas carbone

Intensifier l'efficacité énergétique

Electrifier massivement les usages

Promouvoir la sobriété

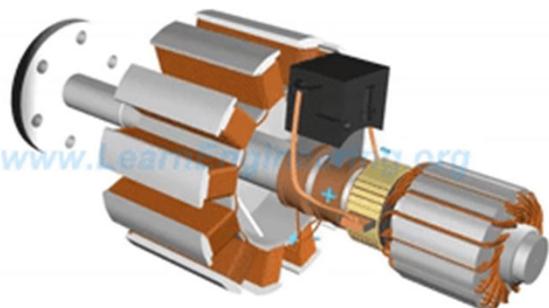


02

- L'énergie nucléaire :**
- comment ça marche ?
 - est-ce écologique ?

2.1 COMMENT PRODUIRE DE L'ÉLECTRICITÉ ?

Dans la plupart des sources de production d'électricité, on utilise la force de rotation pour faire tourner un alternateur, qui lui va ainsi produire de l'électricité.



Mais un alternateur, comment ça fonctionne ?



Il y a 2 moyens utilisés pour faire tourner l'alternateur :

1°) Directement la force mécanique de rotation, obtenue par exemple par :

- la force du **vent** pour les **éoliennes**,
- La force de l'**eau** dans les **barrages hydroélectriques**.

2°) Ou en utilisant de la chaleur pour produire de la vapeur, qui elle-même va faire tourner l'alternateur :

- Dans les **centrales thermiques**, à partir de la combustion du **pétrole**, du **charbon**, ou du **gaz**
- Dans les **centrales nucléaires**, à partir de la chaleur générée par la **fission nucléaire**

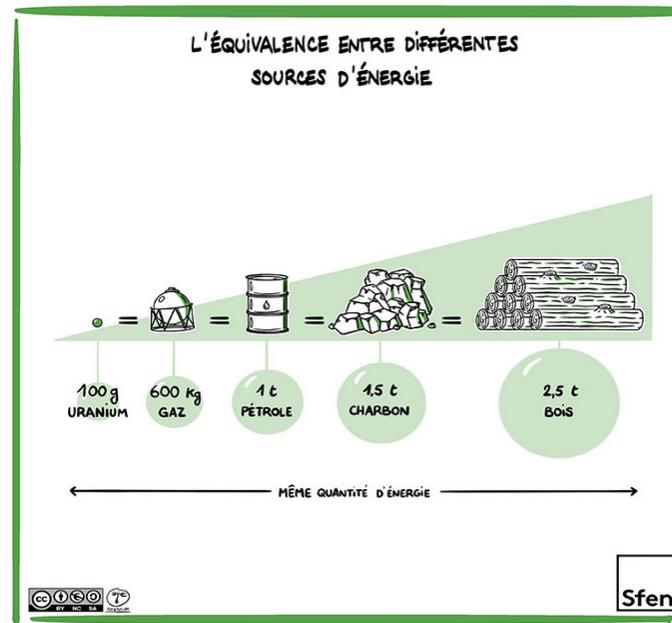
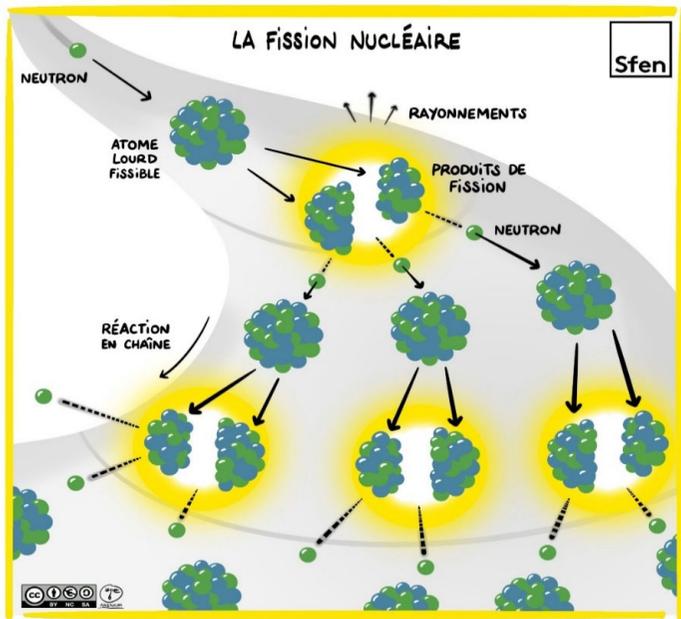


2.2 LA FISSION NUCLÉAIRE, C'EST QUOI ?

La fission consiste à projeter un neutron sur un atome lourd, instable et fissile (U235 ou Pu239), qui éclate alors en 2 atomes plus légers.

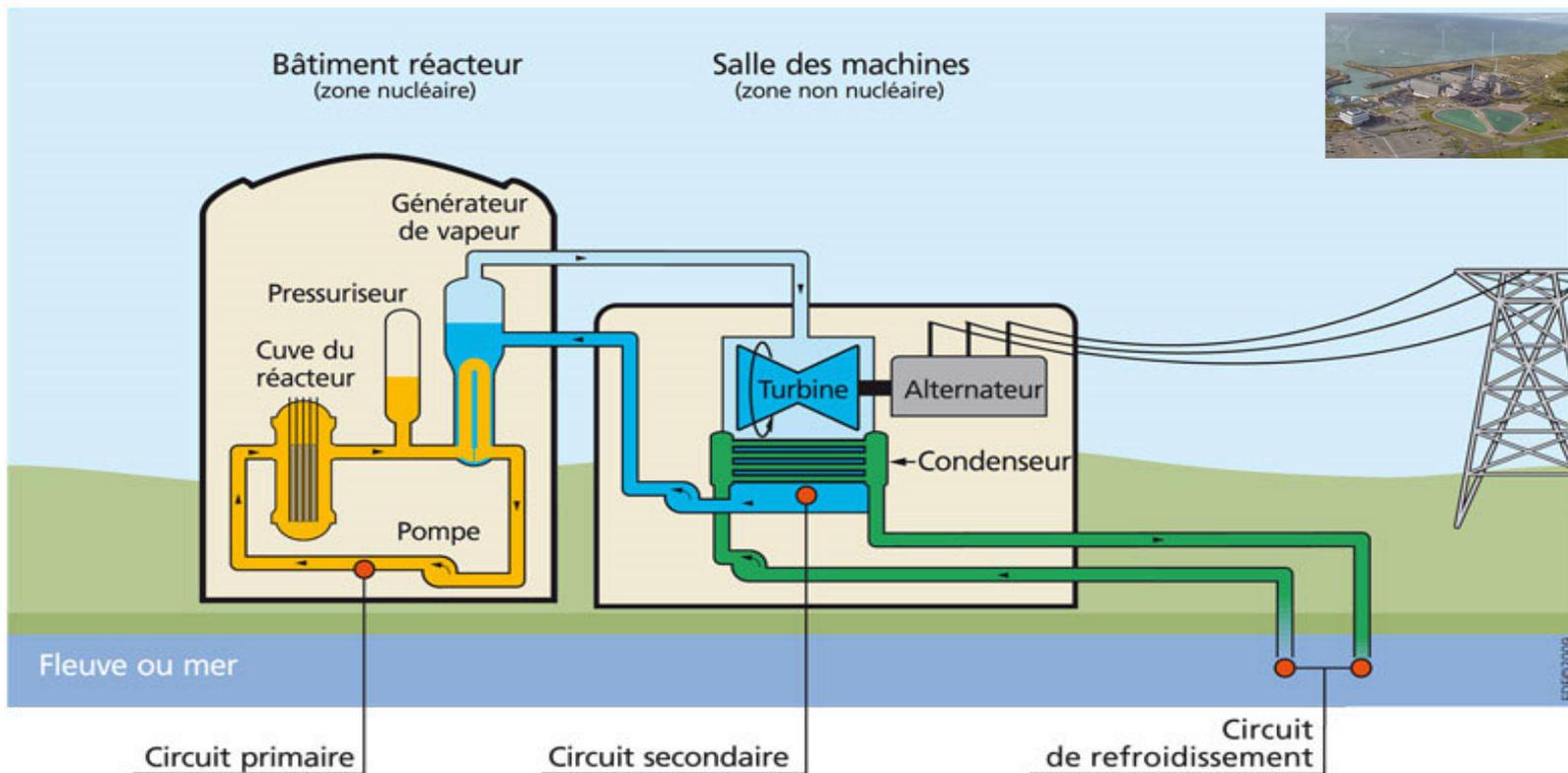
Cela produit de l'énergie, des rayonnements radioactifs et 2 ou 3 neutrons capables à leur tour de provoquer une fission. Et ainsi de suite. C'est le mécanisme de la **réaction en chaîne**.

- Cet éclatement s'accompagne d'un **dégagement de chaleur**, c'est à dire d'énergie, très important :



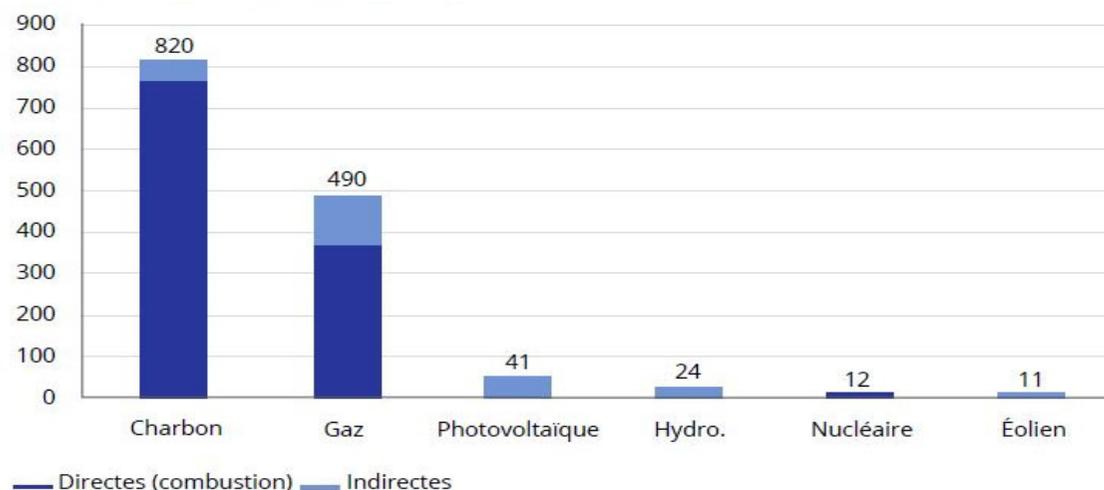
2.3 ET COMMENT FONCTIONNE UN REACTEUR NUCLÉAIRE ?

Réacteur à Eau Pressurisée (REP ou PWR) : 66% du parc mondial (100% du parc français)



2.4 LES ATOUTS DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE : SES TRÈS FAIBLES ÉMISSIONS DE CO2

Les experts du GIEC placent l'énergie nucléaire au niveau mondial à 12 g de CO2/kWh :



Bilan gaz à effet de serre
(g eq CO2/kWh)

Méthodologie : ACV

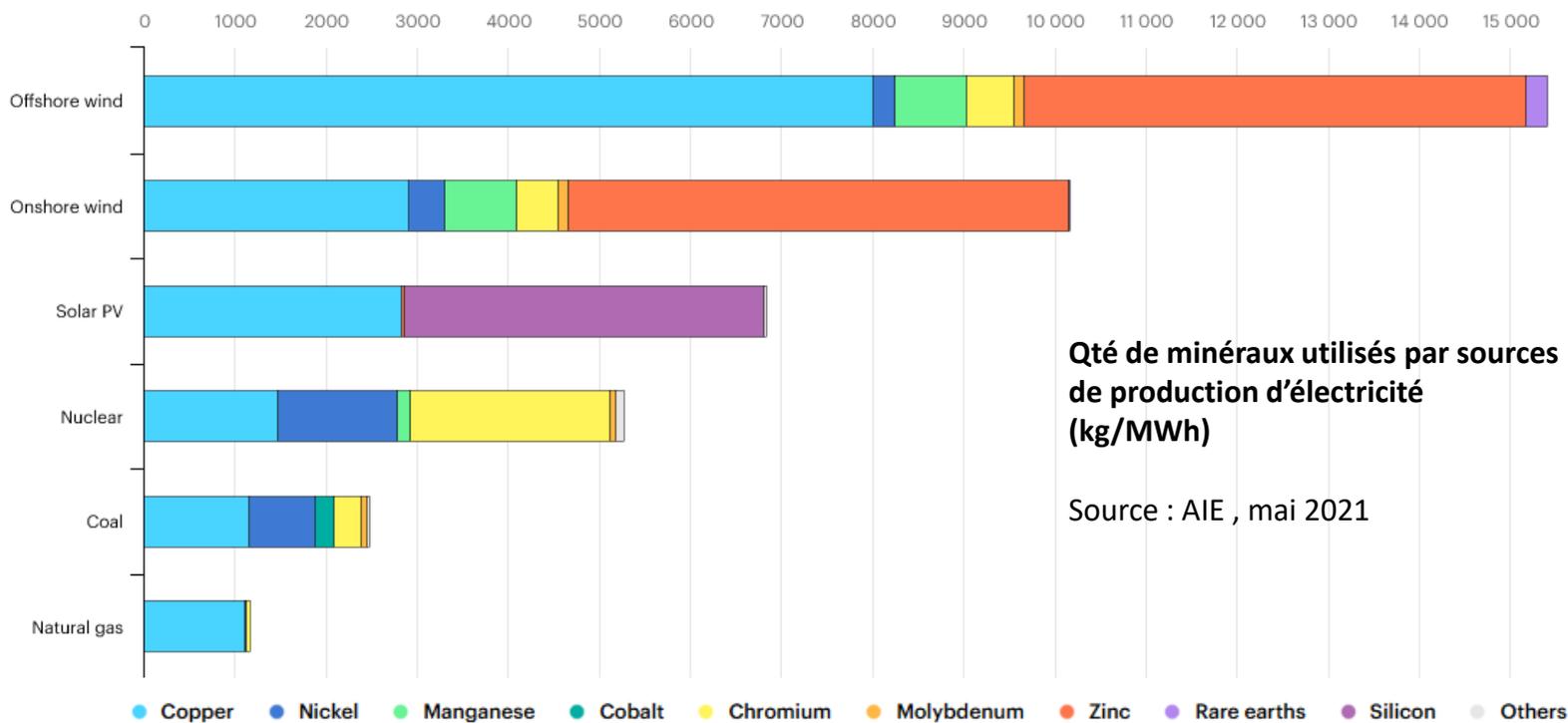
Source : IPCC par GIEC,
2015

En France, compte tenu de la faible empreinte carbone de l'électricité utilisée pour l'étape de l'enrichissement de l'uranium, le niveau d'émissions est beaucoup plus faible :

- 6 g CO2/kWh selon L'ADEME (2014), 5,29 g CO2/kWh selon le CEA (2010), 5 g selon ELSIVER (2014)
- 3,7 g CO2/kWh selon une étude d'EDF (2022), revue par des experts indépendants, et basée sur la réalité du parc nucléaire français de 2019

2.4 LES ATOUTS DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE : SES FAIBLES BESOINS EN MATERIAUX

L'énergie nucléaire consomme peu de matières premières (minéraux, métaux) et de matériaux de construction (béton, acier,...), comparativement aux autres sources d'énergie électrique (toujours en raisonnant en ACV) :



Qté de minéraux utilisés par sources de production d'électricité (kg/MWh)

Source : AIE , mai 2021

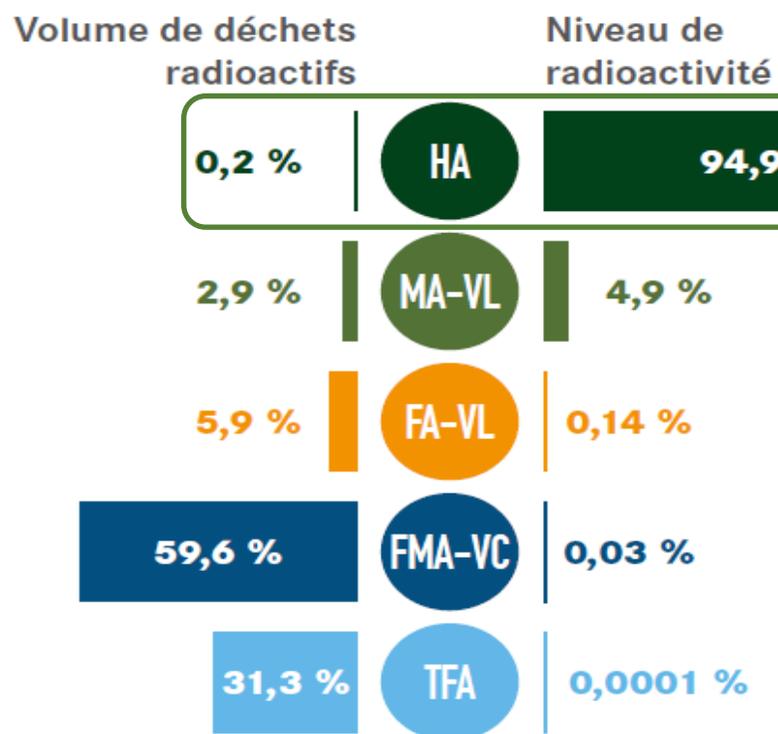


2.4 LES ATOUTS DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE : SON FAIBLE VOLUME DE DÉCHETS

Les déchets radioactifs : des montagnes de déchets ?



Tous les déchets HA issus des 58 réacteurs français tiennent dans une piscine olympique



Inventaire national des déchets radioactifs en France

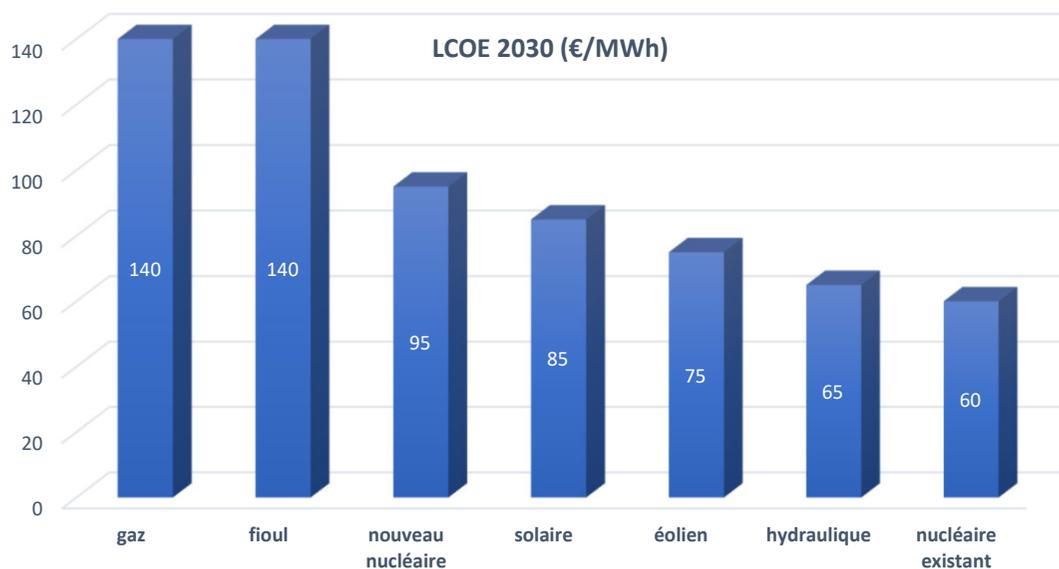
Source : ANDRA, 2018

- HA : Haute Activité (à Vie Longue)
- MA-VL : Moyenne activité à Vie Longue
- FA-VL : Faible Activité à Vie Longue
- FMA-VC : Faible et Moyenne Activité à Vie Courte*
- TFA : Très Faible Activité (à Vie Courte*)

* Vie Courte = période radioactive ≤ 31 ans

2.4 LES ATOUTS DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE : SON COUT COMPÉTITIF

Comparaison du coût moyen actualisé à long terme de plusieurs sources d'électricité :



Rapport de la Commission Européenne
janvier 2019

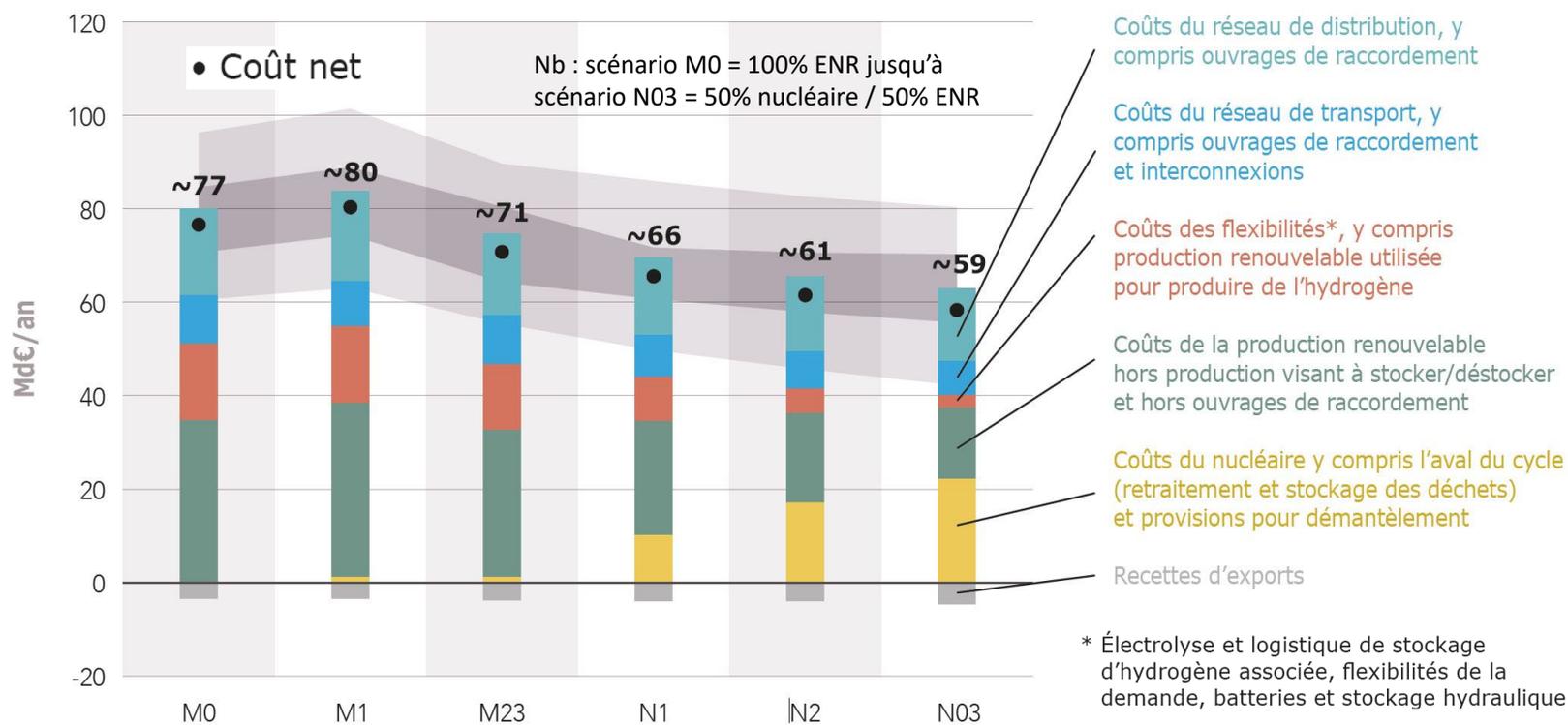
Basé sur l'étude « Energy Prices and Costs in Europe »

- Sachant que le coût moyen actualisé à long terme (ou LCOE) n'inclut pas les coûts induits des énergies intermittentes (solaire, éolien), comme les capacités de production de back-up, le stockage (les flexibilités), et les interconnexions supplémentaires (l'acheminement).



2.4 LES ATOUTS DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE : SON COUT COMPÉTITIF

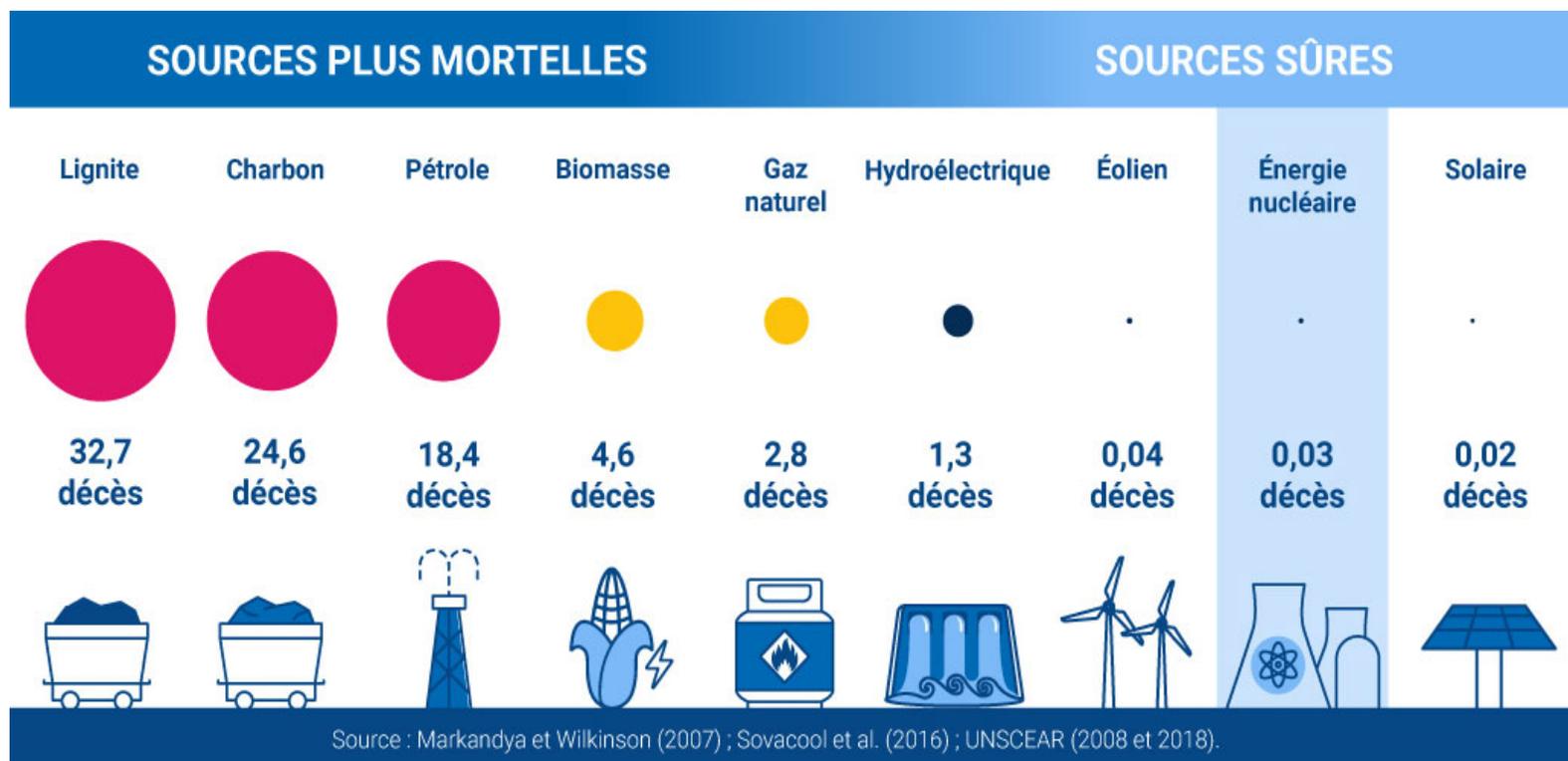
Comparaison des coûts complets (production + acheminement + flexibilités) en France selon les scénarios du rapport RTE d'Octobre 2021 : « Futurs énergétiques 2050 » :



2.4 LES ATOUTS DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE : SA FORTE SURETÉ



Comparaison de la mortalité pour chaque source d'énergie, par unité d'électricité produite (TWh) :



Nbre de décès :

- liés aux accidents lors des phases d'extraction, transformation et production de l'énergie,
- ainsi que ceux découlant de la pollution de l'air (pendant la production, le transport et l'utilisation des différents combustibles),
- et enfin ceux résultant du changement climatique

03

La filière nucléaire française :

- quelles perspectives ?**
- quels métiers ?**
- quelles compétences ?**
- comment on y rentre ?**

3.1 LA FILIÈRE NUCLÉAIRE EN FRANCE : QUEL PANORAMA EN 2022 ?

C'est la **3^{ème} filière industrielle française**, derrière l'aéronautique et l'automobile

Avec **222 000 salariés**, dont 90% en CDI

Disposant d'un haut niveau de qualification : 66% sont cadres ou ETAM

Bénéficiant d'un turn-over 2 fois inférieur à la moyenne française

Dans plus de **3 000 entreprises** : 22% de grandes entreprises, 34% d'ETI, et 44% de TPE et PME

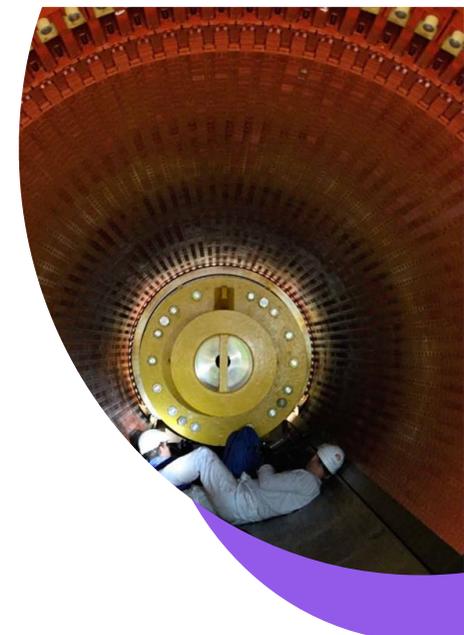
Dont 80% ont réalisé leur transformation numérique

Et dont plus de 50% ont des activités à l'export, soit 3 fois plus que la moyenne française

Cette filière réalise 47,5 milliards d'euros de chiffre d'affaires par an

A besoin de **8 000 recrutements par an**, dans plus de 100 métiers différents

Forme ses salariés 3 fois plus que la moyenne française, à raison de 9 jours par an

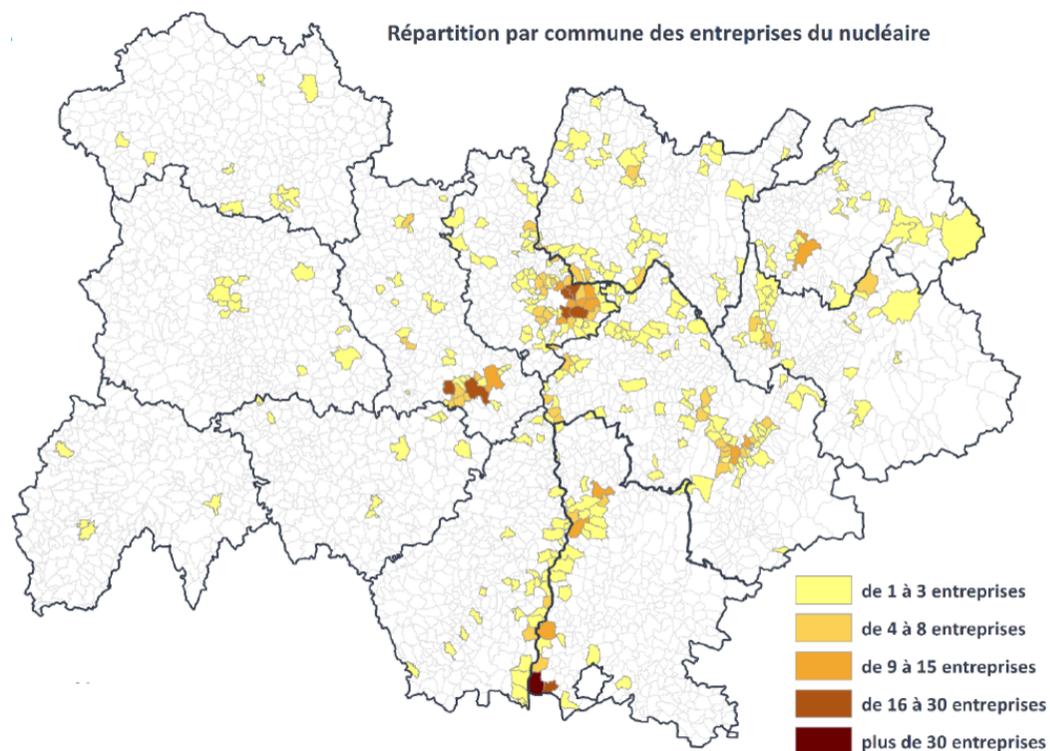


3.1 LA FILIÈRE NUCLÉAIRE EN AUURA : QUEL PANORAMA EN 2022 ?

Près de **48 000 salariés** travaillent pour le nucléaire en Auvergne-Rhône-Alpes

AuRA est ainsi la **2^{ème} région** en terme d'emplois dans la filière nucléaire, derrière l'Île de France

Ces emplois sont fortement qualifiés : **plus de 75% sont des cadres et ETAM**

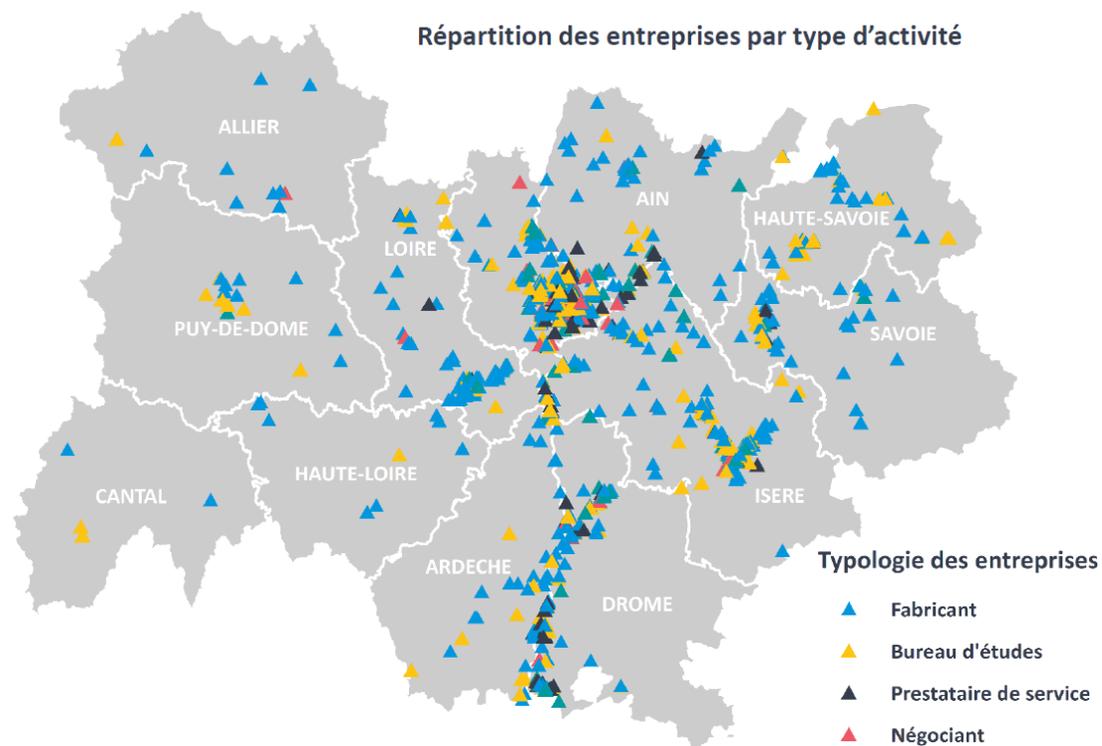


3.1 LA FILIÈRE NUCLÉAIRE EN AURA : QUEL PANORAMA EN 2022 ?

Près de **48 000 salariés** travaillent pour le nucléaire en Auvergne-Rhône-Alpes

AuRA est ainsi la **2^{ème} région** en terme d'emplois dans la filière nucléaire, derrière l'Île de France

Ces emplois sont fortement qualifiés : **plus de 75% sont des cadres et ETAM**



3.1 LA FILIÈRE NUCLÉAIRE EN AURA : QUEL PANORAMA EN 2022 ?

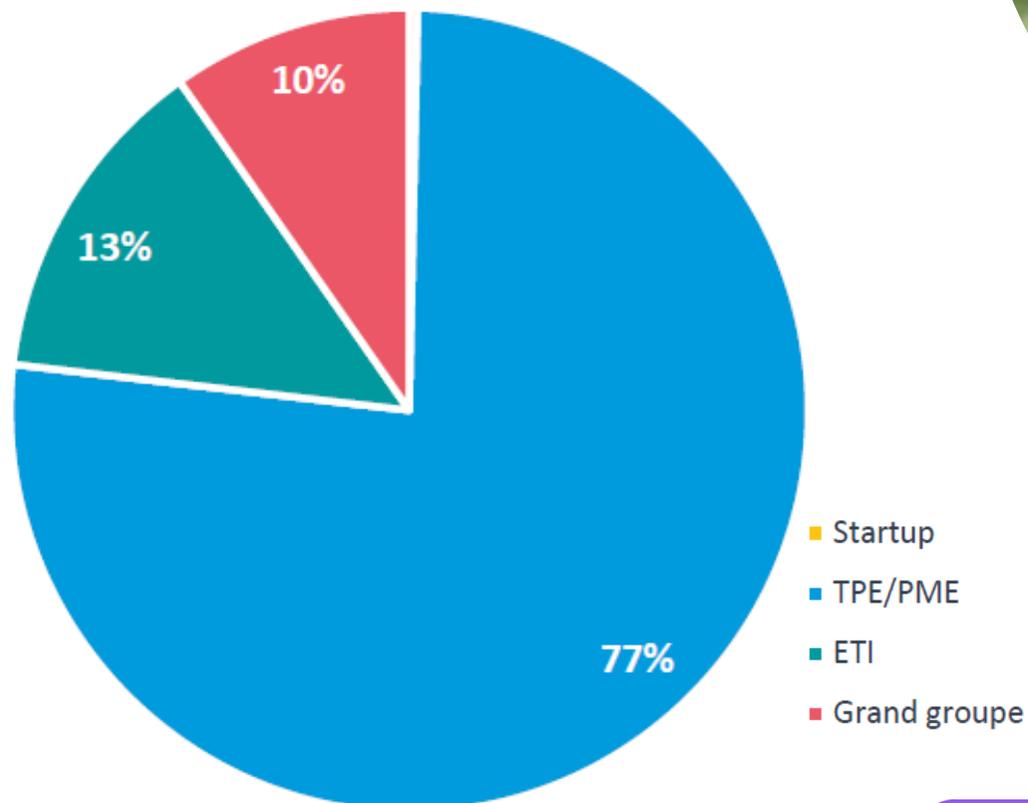
Près de **1 200 entreprises**
travaillent pour le nucléaire en
Auvergne-Rhône-Alpes

Plus de **75%** sont des **TPE ou PME**

13% sont des **entreprises de
taille intermédiaires**

Et **10%** sont des **grands groupes**

Près de **90%** sont détenues par
des entreprises **françaises**



Source : service Intelligence Economique et Territoriale de l'Agence régionale Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises

3.1 LA FILIÈRE NUCLÉAIRE EN AURA : QUEL PANORAMA EN 2022 ?

On trouve des entreprises à chaque étape de la vie d'une centrale nucléaire : **conception, installation, exploitation, maintenance, démantèlement**

Des entreprises sont également présentes en amont et aval de la production d'énergie : **fabrication de combustible, traitement des déchets**

Une soixantaine d'entreprises interviennent dans le secteur **médical**



Source : service Intelligence Economique et Territoriale de l'Agence régionale Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises



3.1 LA FILIÈRE NUCLÉAIRE EN FRANCE : QUELLES PERSPECTIVES ?

La Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) établie par l'État en 2018 prévoit de ramener la part du nucléaire de 70% à 50% dans le mix électrique français, à l'horizon 2035. Selon EDF, cela nécessite de lancer dès 2022 la construction de **6 réacteurs EPR2**

Le rapport de RTE « Futurs énergétiques 2050 » d'octobre 2021, présente un scénario nécessitant **14 réacteurs EPR2**, avec en complément des SMR, tout en prolongeant le parc existant jusqu'à 60 ans (remettant en cause la fermeture anticipée de 12 réacteurs prévue dans la PPE)

La Cour des Comptes dans un rapport de novembre 2021 estime qu'il faut construire **25 à 30 réacteurs EPR2**

Le président Macron a annoncé début 2022 la construction de 14 EPR2 (6 dans une première phase, puis 8 ensuite), avec en complément des SMR, couplé à la prolongation du parc existant à 60 ans

- **Un projet d'EPR crée 8 350 emplois pendant la phase d'études puis de construction** (emplois directs, indirects et induits, en moyenne),
- **puis 1 600 emplois pendant la phase d'exploitation (60 ans mini)**, pérennes, qualifiés et non délocalisables



3.2 L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, UNE INDUSTRIE DU PASSÉ ?

La filière nucléaire consacre 1,8 milliard d'€ à la R&D, la plaçant au **4^{ème} rang des industries les plus innovantes**. L'innovation est présente à toutes les étapes : conception, exploitation, maintenance, déchets, démantèlement. Quelques exemples :

✓ La fabrication additive



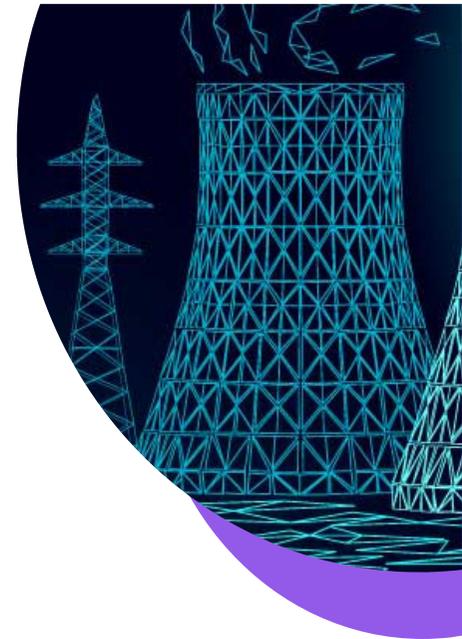
✓ La robotique et la cobotique



✓ L'opérateur connecté et augmenté



✓ Les jumeaux numériques



3.2 QUELS SONT LES METIERS DU NUCLÉAIRE LES PLUS RECHERCHÉS ?

Dans une enquête de juin 2020, le CSFN identifiait 3 métiers particulièrement en tension :

✓ **Soudeur**



✓ **Automaticien
instrumentiste**



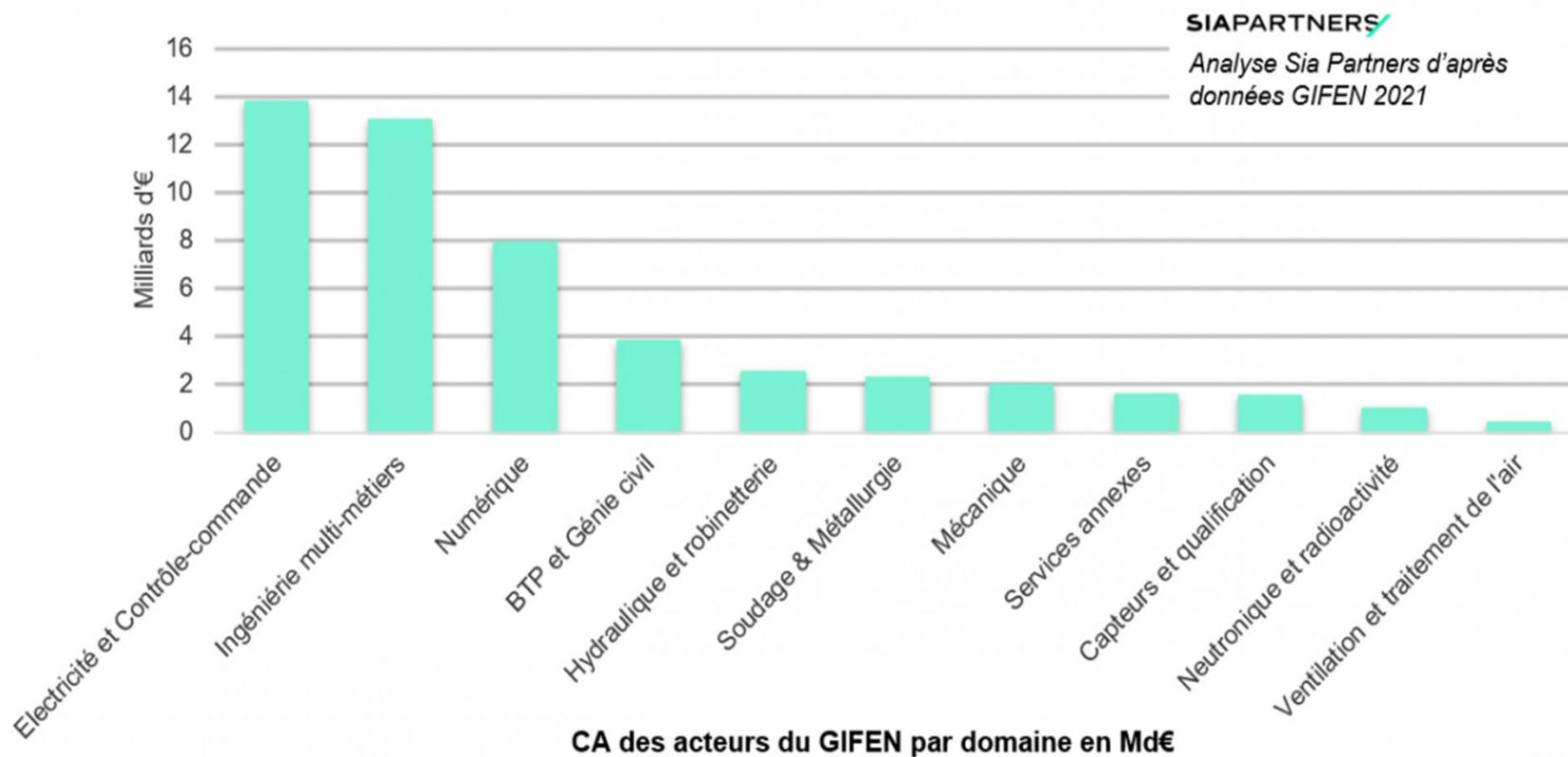
✓ **Mécanicien
machines tournantes**



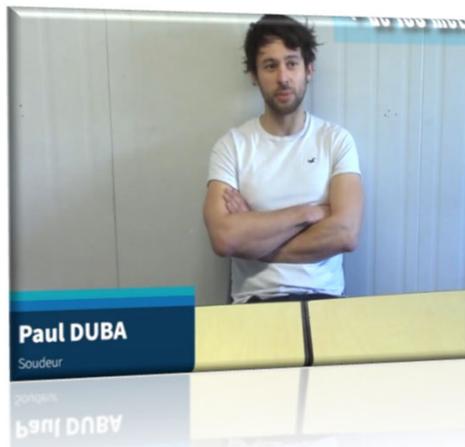
Selon cette enquête, 65 % des entreprises de la filière présentes en région sont confrontées à des difficultés de recrutement...

... sachant que cette enquête ne prenait pas en compte les nouveaux besoins liés au programme de construction des EPR2 !

3.2 LES METIERS DU NUCLÉAIRE, SELON LEUR CHIFFRE D'AFFAIRE



3.2 LES METIERS DU NUCLÉAIRE : QUELQUES EXEMPLES



3.2 D'ABORD DES COMPÉTENCES COMMUNES À TOUTES LES INDUSTRIES

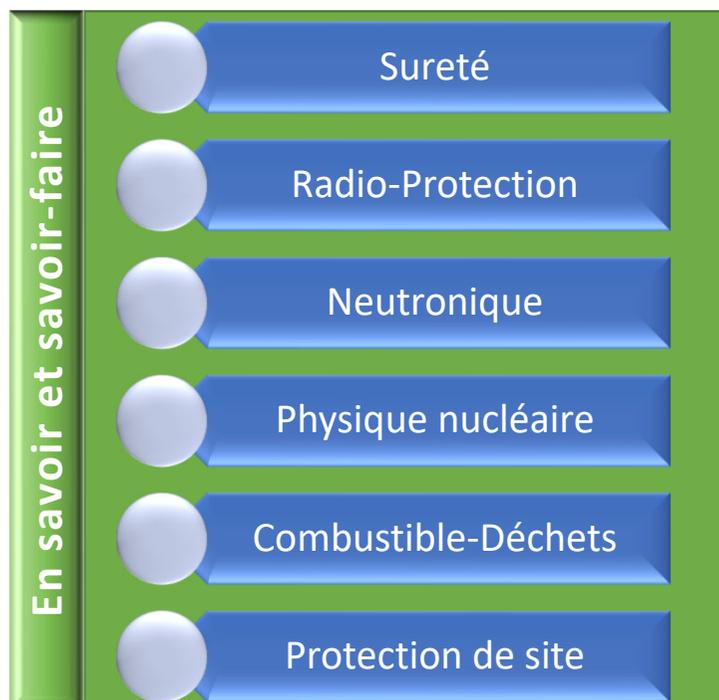


L'industrie nucléaire nécessite des **compétences similaires** à toutes les industries :

- | | | |
|--------------------|----------------------|---------------------|
| Management | Environnement | Contrôle de Gestion |
| Pilotage de projet | Prévention-Sécurité | Comptabilité |
| Ingénierie | Informatique-Télécom | Logistique |
| Expertise | Ressources-Humaines | Achats |
| Qualité | Communication | etc,... |

3.2 ET DES COMPÉTENCES SPÉCIFIQUES, LIEES A LA SPÉCIFICITÉ DE LA FILIÈRE

Du fait de sa spécificité, la filière nucléaire exige aussi certaines **compétences particulières** :





Des questions ?

**Pour en
savoir plus :**



**Mon Avenir dans
le Nucléaire.fr**

UNIVERSITÉ DES MÉTIERS DU NUCLÉAIRE

Merci !

L'énergie nucléaire, atout ou inconvénient face au défi climatique ?



Thierry CAILLON  

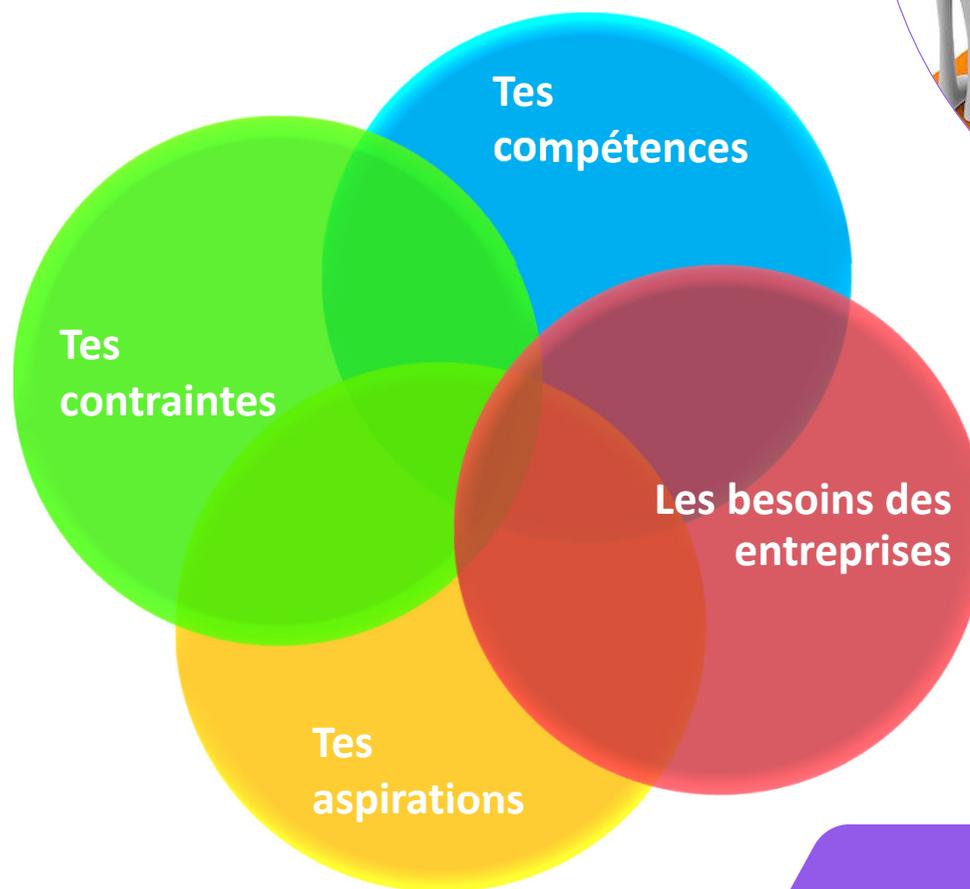
TU DOIS REFLECHIR A TON PROJET PROFESSIONNEL... MAIS C'EST QUOI ?

Un **Projet Professionnel**, c'est la convergence entre tes aspirations, tes compétences, tes contraintes, et les besoins des entreprises.

Pour qu'il ait des chances de réussite, il doit être réaliste, c'est-à-dire avoir une convergence la plus large possible entre ces 4 items.

Il se construit dans la durée, via un travail d'analyse et de réflexion, et s'affine au fil des échanges.

C'est une étape dans la construction du Parcours Professionnel.



PUIS TE PREPARER AUX ENTRETIENS DE RECRUTEMENT

QUELLE POSTURE ?



Oublies l'enjeu, afin de ne pas être paralysé par le stress

- « Ce n'est » qu'un entretien d'embauche, tu ne joues pas ta vie !
- Et si tu stresses un peu, pas de soucis : le recruteur sait très bien que c'est une situation particulière, qui n'est pas le reflet exact de ta façon d'être dans la vie de tous les jours

MENTEUR MENTEUR



Sois toi-même, joue la sincérité, ne cherche pas à jouer pas un rôle

- Un bon recruteur saura décoder en grande partie ta personnalité, tes points forts et tes points faibles...
- Si tu es bon comédien, un moins bon recruteur pourrait t'embaucher, en se méprenant sur ta personnalité, et tu pourrais ensuite désenchanter en te retrouvant dans un job qui ne correspond pas !



N'hésite pas à dire quand tu ne sais pas

- Le recruteur ne juge pas seulement ton savoir, mais aussi et surtout ta transparence et ta droiture



Ne panique pas lorsque tu ne sais pas répondre

- Le recruteur cherche peut être à voir comment réagit le candidat lorsque qu'il ne sait pas
- Le recruteur cherche peut être à voir à quel moment va « buter » le candidat



PUIS TE PREPARER AUX ENTRETIENS DE RECRUTEMENT

QUELLE PREPARATION ?

Il faut impérativement se renseigner en amont, **en profondeur**, et **par différents moyens** (internet, forums métiers, contacts avec des salariés, visites de sites, ...), sur :

- La **filière** à laquelle appartient l'entreprise dans laquelle tu postules : sa taille, son nombre d'entreprises, les enjeux auxquels elle est et va être confronté
- L'**entreprise** dans laquelle tu postules : ses missions, ses activités, ses effectifs, ses implantations, ses derniers résultats sur les items principaux (CA, Ebitda, sécurité, environnement, ...), son projet stratégique à moyen terme, les enjeux auxquels elle est et va être confronté
- Le **service ou site** dans lequel est situé l'emploi sur lequel tu postules : ses effectifs, son organisation, son contrat de service, ses derniers résultats sur les items principaux
- Le **métier** sur lequel tu postules : ses missions, le détail de ses activités, ses contraintes horaires (3x8, astreinte, ...), contraintes particulières (déplacements, ...)

