



Dijon 2024



Nucléaire et ressources minérales (hors uranium)

Régis BAUDRILLART

Président du groupe régional Sfen Bourgogne Franche-
Comté



Créée en

1973



Permettre aux esprits
curieux de partager et se
faire de nouvelles idées sur
l'énergie nucléaire



3 600

adhérents : professionnels,
ingénieurs, techniciens,
chimistes, médecins,
professeurs et étudiants



15 sections techniques

Lieux de consolidations et d'avancées des connaissances.

- Rassemblent les spécialistes d'un domaine donné.
- Organisent des journées techniques des conférences internationales
- Publient des notes et avis pour éclairer les débats



18 groupes régionaux

- Réunissent et animent la communauté locale ou régionale des adhérents
- Organisent des conférences, des visites de sites
- Accompagnent les organismes de formation
- Répondent aux diverses sollicitations concernant l'énergie nucléaire

Le groupe régional Sfen Bourgogne Franche-Comté



- Spécificité du territoire
 - ✓ Accueille les principaux industriels de la filière nucléaire
 - Framatome, Arabelle Solutions, Intercontrôle,...
- Membre du club nucléaire Bourgogne-Franche-Comté, bras armé de l'Université des Métiers du Nucléaire
- Organisation (participation) d'évènements (conférences, visites d'installation, interventions) en partenariat avec les acteurs de la filière nucléaire ou d'autres associations comme l'UTB - Chalon, Sauvons le Climat, Patrimoine Nucléaire et Climat



- Sujet d'intérêt dans le cadre de la décarbonation de l'énergie et d'un développement de l'énergie nucléaire (x2 à 3 dans le monde) et des énergie renouvelables
- Sujet d'intérêt pour la souveraineté énergétique
- Etude réalisée et publiée par la Sfen dans la Revue Générale Nucléaire n°4 de 2021



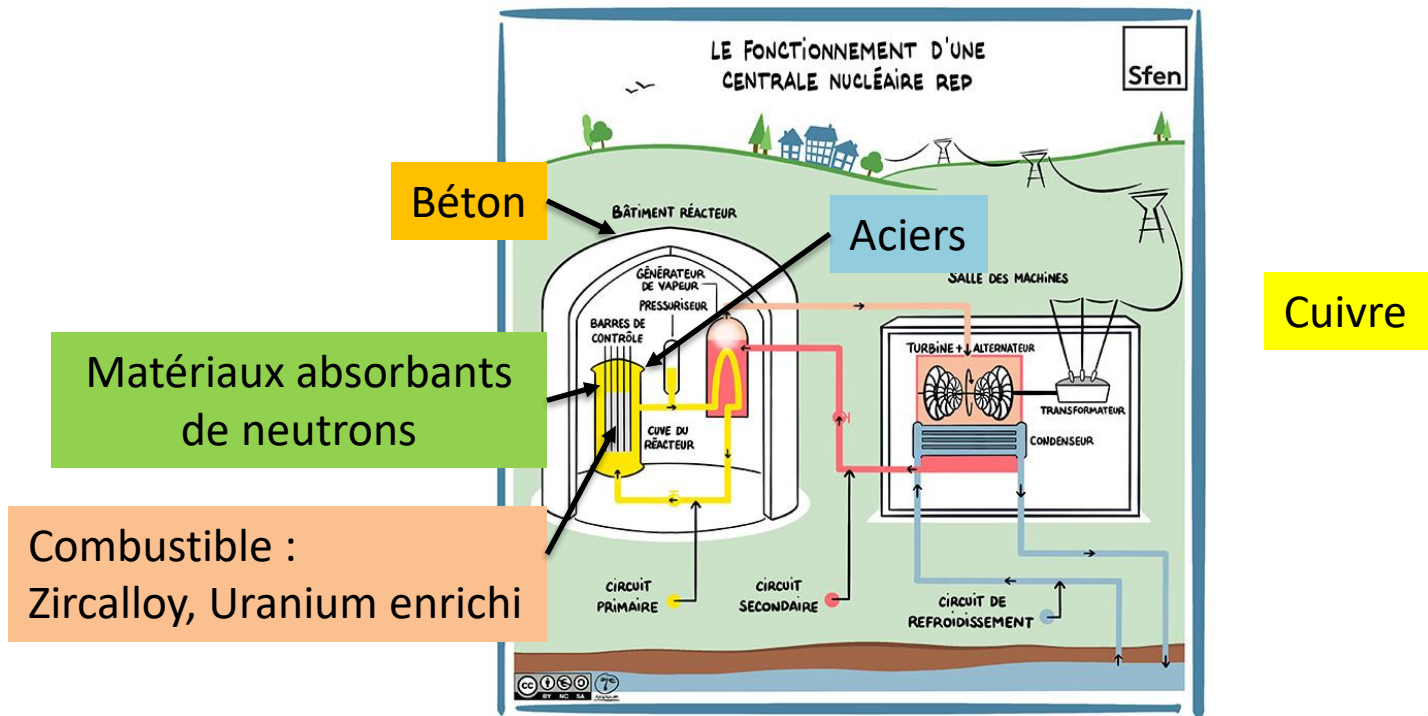
Les hypothèses et unités



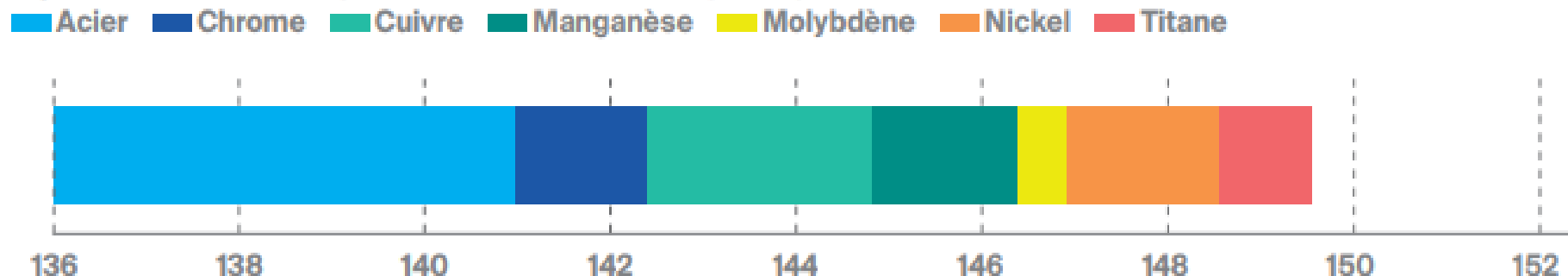
- Littérature fournie sur le sujet (de 1974 à aujourd'hui)
- Mais des périmètres d'étude et des catégorisations de matériaux différents
- Etude Sfen portant sur les matériaux constitutifs des bâtiments et équipements d'un réacteur de 2ème génération
- Quantités de matériaux exprimées en « intensité » par énergie produite (tonnes par TWh)
 - ✓ Prise en compte du facteur de charge et de la durée d'exploitation (68% et 50 ans pour un réacteur du parc français en 2019)
 - ✓ Présentation porte sur les matériaux dont l'intensité matières est supérieure à 1t/TWh)



Principaux matériaux d'une centrale nucléaire de type REP



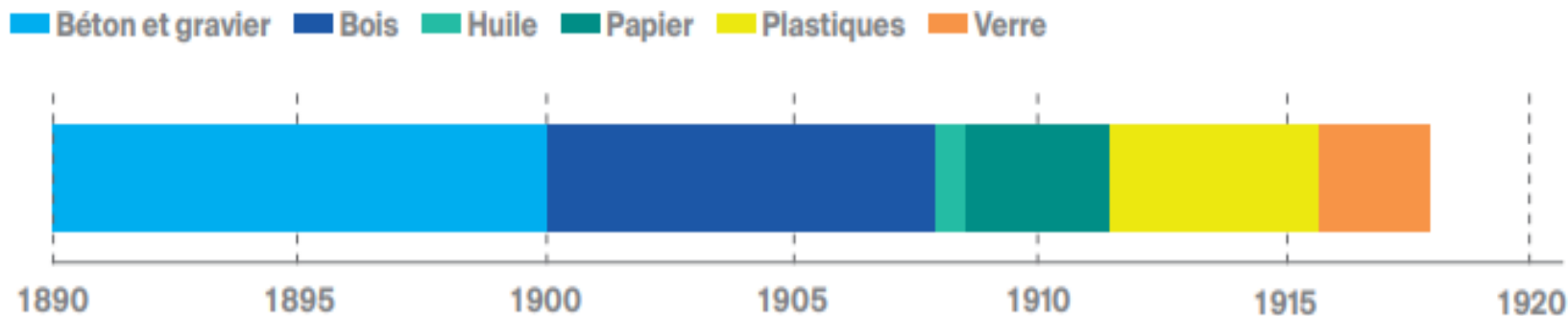
- REP Gen II – Empreinte matière en métaux (t/TWh)



Cuivre : y compris le cuivre compris dans les alliages

Cadmium, Indium, Argent < 0,1 t/TWh (barres de contrôle)

- REP Gen II – Empreinte matière en matériaux non métalliques (t/TWh)



Plastiques : essentiellement contenus dans les peintures

REP Gen II – Empreinte matière



- REP Gen II – Empreinte matière de l'assemblage combustible (t/TWh)



Zirconium (composant principal du zircaloy constituant les gaines du combustible)

- *Production annuelle mondiale de zirconium « nucléaire » (Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques) : 5000 t*
- *Production électrique mondiale des PWR (AIEA) : 2200 TWh*

Uranium : France environ 8000 t par an pour 400TWh



Energies bas carbone - comparaison



- Comparaison entre en REP de 2^{ème} génération, l'éolien offshore et onshore, le solaire photovoltaïque
- Hypothèses sur les durées d'exploitation et facteurs de charge (Sfen)

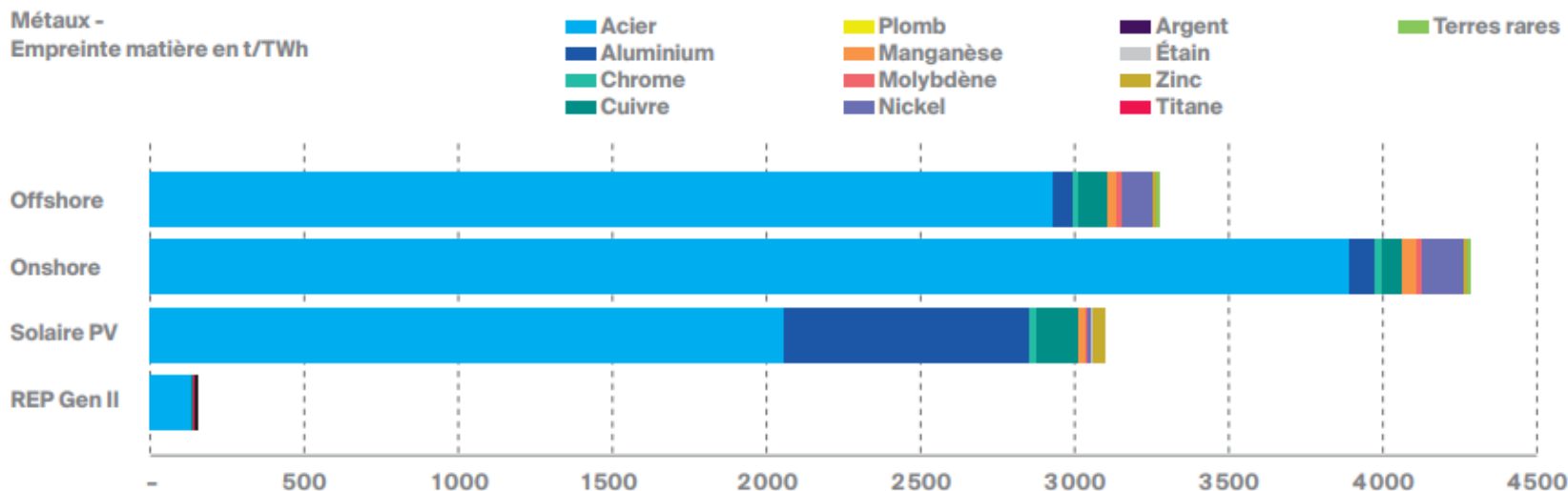
	Durée d'exploitation (années)	Facteur de charge (%)
REP Gen II	50	68
Solaire PV	30	14
Eolien onshore	20	22
Eolien offshore	20	41*

* 32% en Allemagne en 2023



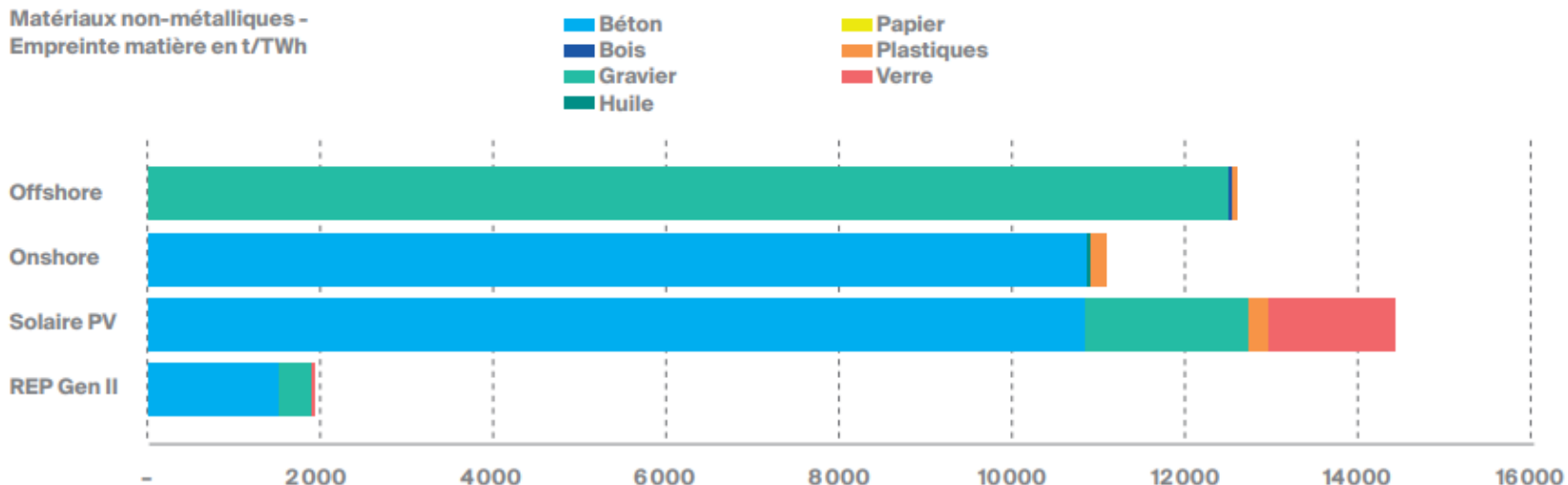
Intensités matières comparées (1/2)

- Comparaison entre un REP 2^{ème} génération, l'éolien et le solaire photovoltaïque



Intensités matières comparées (2/2)

- Comparaison entre un REP 2^{ème} génération, l'éolien et le solaire photovoltaïque



Intensités matières comparées

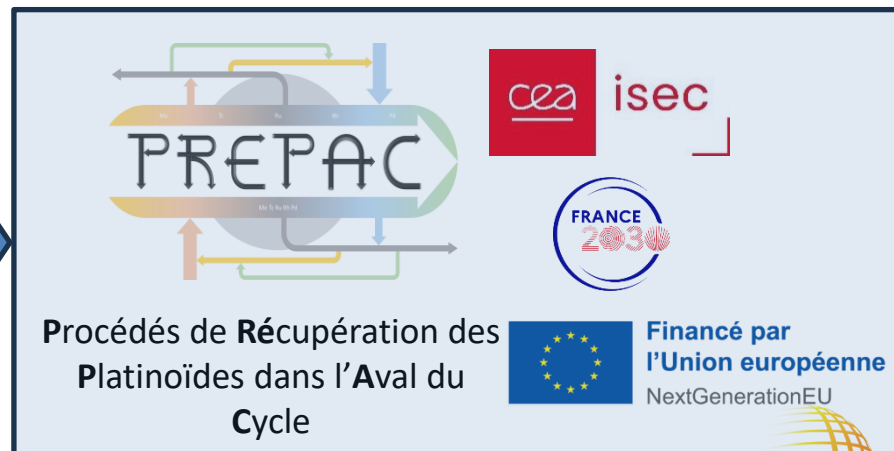
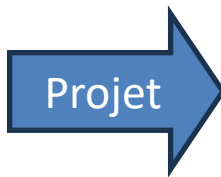


- Sobriété de l'énergie nucléaire à même production d'énergie
 - ✓ L'énergie nucléaire est très dense : la fission d'un gramme d'uranium produit autant d'énergie que la combustion d'1,9 tonne d'équivalent pétrole, sans émission de CO₂
- Pas de besoins en terre rare
 - ✓ Le nucléaire n'obère pas les ressources pour le développement des autres énergies bas carbone



Le nucléaire et les métaux critiques

- Les produits issus de la fission comportent des métaux critiques
 - ✓ Palladium, Rhodium, Ruthénium
 - ✓ Par an : 700 kg de Rhodium sont produits par fission (22% de la production mondiale)
- Sont-ils valorisables ?
- 3 verrous :
 - ✓ Les procédés d'extraction
 - ✓ Les coûts
 - ✓ L'acceptation sociale



- Prendre en compte les évolutions technologiques
 - ✓ REP Génération 3
 - Par exemple EPR Flamanville
 - 400 000 m³ de béton
 - Puissance 1,5 GWe, Facteur de charge 80% et 60 ans de durée d'exploitation
 - **1500 t/TWh**
 - ✓ Génération 4 : réacteurs à neutrons rapides utilisant les stocks d'uranium appauvri comme combustible
 - **Ressource présente sur le territoire français permettant plusieurs milliers d'années de production d'énergie**
 - **Plus besoin de mines ni d'enrichissement de l'uranium**

Merci