

# Cycle du combustible :

## Etude des enjeux socio-économiques, environnementaux et territoriaux

*Résultats de l'étape 1 – choix de méthodologie à mettre en œuvre*



Réunion DGEC

27 juin 2023

1

## Sommaire

---



- 01** Cadre de l'étude
- 02** Méthodologies considérées
- 03** Démarche pour élaborer une recommandation sur la meilleure méthode pour l'étude
- 04** Recommandation méthodologique pour l'étude des enjeux du cycle

2

Partie 1

# Cadre de l'étude

3

3

## Objet et périmètre de l'étude

### Action POL.1 du PNGMDR 2022-2026

- « Une étude doit être menée par le CEA, EDF et Orano en lien avec l'Andra et le ministère chargé de l'énergie afin d'« éclairer les choix de la politique énergétique en explicitant les enjeux qu'ils posent pour la gestion des matières et déchets radioactifs ». Cette étude permettra notamment d'approfondir l'étude ACV réalisée dans le cadre du précédent PNGMDR.
- La filière a proposé de décliner cette étude en deux travaux complémentaires en vue d'apporter une réponse structurée :
  1. Une mise à jour de l'Analyse en cycle de vie (ACV) réalisée au titre de l'article 9 de l'arrêté du 23 février 2017 en prenant en compte des scénarios prospectifs d'évolution du parc et du cycle, en particulier le recyclage de l'URT.
  2. Une étude « des enjeux liés au cycle, qu'ils soient environnementaux, territoriaux, sociaux ou économiques », dont fait objet ce document.

### Étude des enjeux environnementaux, territoriaux, sociaux et économiques

- En l'absence de consensus pour traiter de ces enjeux, une première étape a consisté à s'interroger sur la **meilleure approche méthodologique pour une telle étude**. Le présent document présente un argumentaire de sélection de la méthode la mieux appropriée. Deux pistes ont été explorées :
  - l'évaluation socio-économique (ESE)
  - l'analyse multicritères (AMC)
- Le présent document présente un argumentaire de sélection de la méthode la plus appropriée.

### Périmètre de l'étude

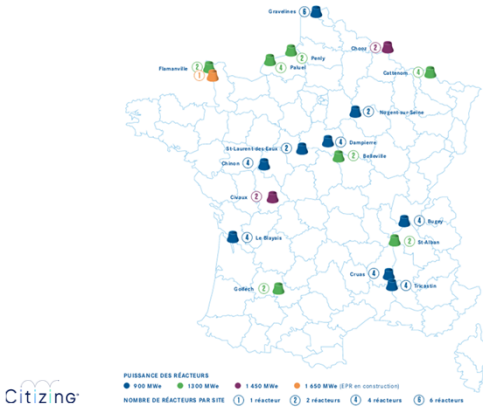
- Le périmètre de l'étude tient compte des évolutions du parc nucléaire et de son activité **jusqu'à horizon 2100**. L'évolution du parc est identique quel que soit le scénario du cycle. Deux scénarios de cycle sont considérés :
  - Un scénario « projet » de poursuite du mono-recyclage et valorisant le plutonium et l'uranium.
  - Un scénario « contrefactuel » consistant à ouvrir le cycle et arrêter le traitement recyclage au-delà de l'horizon 2040.

4

## Parc nucléaire français actuel et futur (hypothèses)

### Le parc nucléaire actuel et perspectives court terme

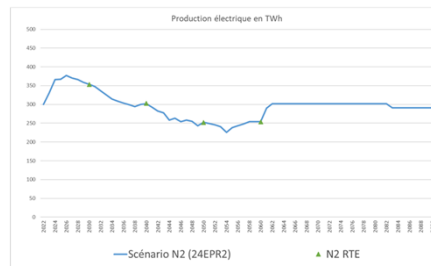
- Le mono-recyclage du plutonium pour la production d'électricité est pratiqué en France depuis les années 1980 et permet la fabrication du combustible MOX, utilisé aujourd'hui dans 22 réacteurs de 900 MW et bientôt dans les réacteurs 1300 MW.
- Le mono-recyclage de l'URT permet également la fabrication d'un combustible : l'URE. Après un arrêt en 2013, la reprise de cette filière est engagée en 2023 dans des réacteurs 900 MW puis à partir de 2027 sur des réacteurs 1300 MW.



### L'évolution du parc : une donnée d'entrée commune aux scénarios étudiés

- Fermeture de 12 tranches 900 MW entre 2027 et 2035 (en plus de celles de Fessenheim fermées en 2020)
- Durée de fonctionnement des autres réacteurs du parc actuel et futur considérée : 60 ans
- Dans l'horizon temporel considéré, déploiement de 24 réacteurs EPR2 à partir de 2035 dont 14 d'ici 2050
- Ce scénario d'évolution se rapproche du scénario N2 de RTE (nucléaire ≈ 36% du mix en 2050).

Scénario	Parc actuel	Parc futur
N2	PPE actuelle + VD5/6 pour palier 900 + VD6 pour paliers 1300/N4	24 EPR2



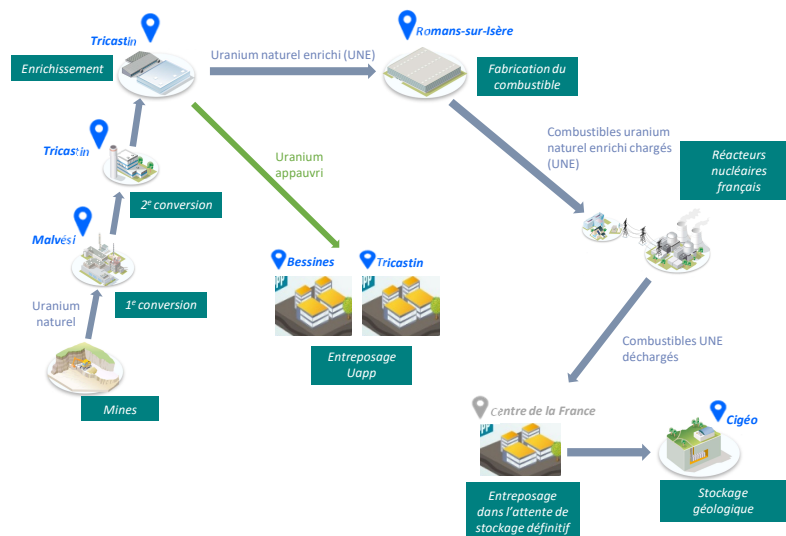
5

5

## Premier scénario : cycle actuel et transition à horizon 2040 vers un cycle ouvert

### Principales hypothèses

- Pas de retraitement des combustibles UNE usés à partir de 2040 donc pas de renouvellement des installations de l'aval (retraitement, fabrication MOX)
- Entreposage des combustibles usés, centralisé sous eau, supposé au centre de la France à compter de 2040 (similaire à l'hypothèse posée dans l'ACV)
- Abandon de l'objectif de multi-recyclage et de fermeture du cycle en France
- Les combustibles usés (UNE, MOX, URE) sont considérés comme des déchets
- Objectif de résorption du stock d'URT à 2050 maintenu mais sans construction de nouvelles installations pour cela (schéma industriel non pérenne)



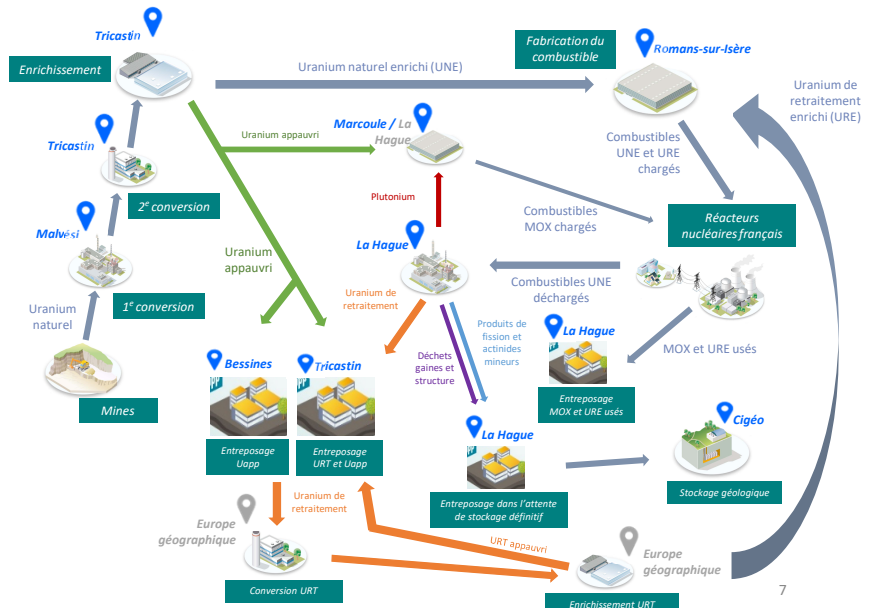
6

6

## Second scénario : cycle actuel et transition vers le mono-recyclage U+Pu

### Principales hypothèses

- Valorisation du plutonium et de l'uranium de retraitement (URT) pour produire des combustibles MOX et URE et construction de nouvelles usines de traitement-recyclage en France
- Développement d'une filière industrielle de recyclage de l'URT
- Utilisation du MOX et de l'URE dans les REP actuels autorisés et « moxage » et « urtage » partiel des tranches 1300MW
- Utilisation future du MOX et de l'URE dans le prochain parc (EPR2)
- Option de valorisation des matières des CU MOX et URE
- Flux de plutonium à l'équilibre
- Développement de la filière URT permet la résorption du stock d'URT en 2050 puis son équilibre



Citizine

7

7

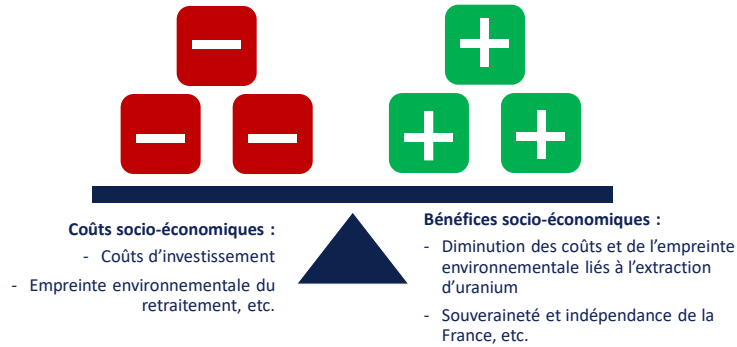
Partie 2

## Méthodologies considérées

8

8

## Approche 1 : l'évaluation socio-économique – le principe



## Approche 1 : l'évaluation socio-économique – le cheminement

### Les impacts sont :

#### Identifiés

- Sur la base de :
- Revues documentaires, relatives à chacun des scénarios
  - Entretiens avec des parties prenantes
- => Permet d'élaborer des « arbres d'impacts »

#### Quantifiés

- Sur la base de :
- Etudes projet : études techniques, programmation, ACV, etc.
  - Revue de littérature académique : extrapolation de résultats autres pays, hypothèses

#### Monétarisés

- Sur la base de :
- Valeurs tutélaires
  - Extrapolation de travaux académiques mobilisant la méthodologie des coûts ou bénéfices complets
  - Extrapolation de travaux académiques mobilisant des techniques de révélation des préférences (consentement à payer, prix hédoniques, etc.)

Les impacts sont identifiés, quantifiés et monétarisés, à la fois pour le scénario de projet et le scénario alternatif (**analyse différentielle**)

Permet de calculer une Valeur Actuelle Nette (**VAN**) et un Retour sur Investissement (**ROI**) **socio-économico-environnemental**

## Approche 2 : l'analyse multicritère – spécificités

Une méthode avec plus d'analyse qualitative, qui permet de cerner plus d'enjeux et capter plus d'opinions, mais qui laisse une part à la subjectivité

- **Recueil d'informations, avis et opinions aussi diversifiés que possible pour l'identification mais aussi l'analyse des impacts, via :**
  - Entretiens avec des parties prenantes diverses
    - Objectif : obtenir une variété représentative d'opinions/de jugements
  - Revue documentaire et académique (identique à l'ESE)
  - Benchmarking : Suède, Royaume Uni
- **Une analyse qui ne cherche pas à comparer les impacts par des techniques de monétarisation mais plutôt par des méthodes de classement**
  - Les sujets de dissensus sont bienvenus
  - Lorsqu'il y a consensus sur les impacts (plutôt appelés « critères » en AMC), ces derniers peuvent
    - Être exprimés de façon qualitative ou quantitative
    - Donner lieu à des classements, via :
      - Méthode de scoring
      - Méthode de pondération, etc.

11

## Forces et faiblesses des deux approches

### Evaluation socio-économique

#### Forces :

- Robustesse académique et reconnaissance institutionnelle (SGPI, France Stratégie, communauté scientifique...)
- Possibilité de comparer des effets de natures différentes (en €) pour chaque acteur. Les impacts sont également exprimés dans leur unité initiale avant monétarisation

#### Faiblesses :

- Lorsque les techniques de monétarisation sont incertaines, les résultats deviennent fragiles, questionnables
- Requiert de la pédagogie pour expliquer aux non-initiés de l'exercice comment des impacts très différents sont comparés

### Analyse multicritère

#### Forces :

- Dialogue plus facile avec les parties prenantes car les effets sont désagrégés
- Analyse quantitative mais aussi qualitative, permettant d'aborder des enjeux dont les données sont indisponibles ou les hypothèses incertaines.

#### Faiblesses :

- Absence d'une démarche méthodologique fixe et consensuelle
- Description qualitative de certains effets non monétaires laisse place à la subjectivité et rend plus difficile la comparaison des poids des différents effets

12

Partie 3

# Démarche pour élaborer une recommandation sur la meilleure méthode pour l'étude

13

13

## Deux étapes clés pour choisir la méthode d'évaluation globale la mieux adaptée



14

## Etape 1 : préciser les scénarii et identifier les impacts

### Les moyens mis en œuvre

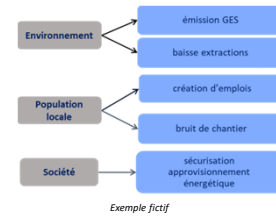
#### Revue documentaire

- **Débats publics :**
  - Projet de piscine d'entreposage à La Hague (EDF)
  - Projet d'extension de l'usine d'enrichissement d'uranium Georges Besse 2
  - Débat public PNGMDR 2019-2021 – clarification des controverses techniques
- **Rapports institutionnels, académiques...**
  - L'aval du cycle du combustible nucléaire (Cour des comptes, 2018)
  - Présentation du Cycle du combustible français en 2018 (HCTISN)
  - Rapports d'information et d'activité d'Orano (La Hague et Melox)
  - ACV du cycle du combustible (CEA, Orano, EDF), etc.

#### Entretiens avec les acteurs de la filière

- **Acteurs interrogés**
  - Orano
  - EDF
  - CEA
  - ANDRA
- **D'autres entretiens à venir au cours de l'étude, avec ces mêmes acteurs de la filière et avec les autres parties prenantes :** autorités de contrôle, associations, acteurs territoriaux, administration...

#### Elaboration d'un arbre des impacts



- Un arbre représente pour chaque partie prenante les impacts économiques, environnementaux, sociaux et sociétaux attendus dans le cycle mono-recyclage par rapport à un cycle ouvert. Il est en cours de développement et sera complété lors la réalisation de l'étude.

## Catégories d'impacts du cycle du combustible



Ces catégories d'impacts ont différentes temporalités et différentes échelles.

Chaque catégorie donne lieu à plusieurs sous-impacts (ou sous-critères). Par exemple, dans la catégorie effet sur l'environnement, on trouve notamment :

- Des effets globaux : émissions de gaz à effet de serre issues des activités du cycle, surfaces artificialisées pour les activités du cycle, etc.
- Des effets locaux : rejets chimiques et radioactifs issus des activités du cycle et impacts sur la santé, impacts sur les écosystèmes, etc.



## Etape 2 : Pour chaque impact, déterminer si consensus, quantification et monétarisation possibles

### Les 3 questions adressées

- 1) Y a-t-il un consensus entre les différentes parties prenantes sur l'existence de l'impact ? Et sur l'ampleur de l'impact ?
- 2) Existe-t-il des données fiables pour quantifier les impacts ?
- 3) Existe-t-il une méthode robuste pour monétariser les impacts ?

### Exemples

- Tous les experts s'accordent-ils à dire que le mono-recyclage permet de sécuriser la continuité de la production d'électricité ?
- Le nombre d'emplois générés par les activités de retraitement est-il connu ?
- Peut-on donner une valeur monétaire à la souveraineté énergétique ?

### Pour répondre à ces questions

- 1) Lecture des débats publics et premiers entretiens menés pour identifier les consensus et dissensus
- 2) Entretiens et lecture de rapports pour identifier les données existantes et les données indisponibles
- 3) Revue de la littérature académique pour identifier des techniques pour monétariser chaque impact identifié



Impact	Consensus	Données	Monétarisation
Emploi	Oui (a priori)	Oui avec données d'Orano	Coûts publics du chômage (étude IDEA, 2012)
GES	Oui (a priori)	Oui avec ACV	Valeur tutélaire de l'action pour le climat (France stratégie, 2019)
Biodiversité	Incertain	Partielles avec l'ACV et rapports environnementaux des sites du cycle	Pas de technique consensuelle
Santé	Non	Partielles avec l'ACV	Valeur statistique de la vie humaine (France stratégie, 2013)
Souveraineté	Incertain	Non mesurable	Pas de technique

*Exemples d'analyse*

17

Partie 4

## Recommandation méthodologique de Citizing pour l'étude des enjeux du cycle

18

18

## Recommandation de Citizing / CEPN : une analyse multicritère

# Argument 1 : des divergences d'opinions entre les parties prenantes sur l'existence et l'ampleur de certains impacts qui seront mieux captées dans une AMC

Une AMC permettra de récolter les opinions d'une variété d'experts sur les différents sujets. Elle constitue un bon support pour alimenter le débat public, bien qu'elle ne fournisse pas une conclusion unique et objective.

# Argument 2 : une meilleure prise en compte par l'AMC des impacts non quantifiables ou dont les données ne sont pas disponibles

Certains impacts ne sont pas quantifiables comme la souveraineté (non mesurable). D'autres impacts dépendent de données qui ne seront pas disponibles sous l'horizon de l'étude (par exemple le coût de la configuration relative à l'inventaire de réserve dans le cadre de l'adaptabilité de Cigéo, dont l'estimation est en cours).

L'AMC permet de mieux étudier ces impacts via des analyses qualitatives et/ou de scoring.

# Argument 3 : une meilleure prise en compte par l'AMC des impacts dont la monétarisation ne peut être robuste

De nombreux impacts sont difficiles à monétariser car la littérature académique demeure lacunaire : souveraineté énergétique, biodiversité, pression sur la ressource en eau, etc. L'AMC permet de mieux étudier ces impacts via des méthodes de pondération.

# Argument 4 : bien que les deux méthodologies soient utiles pour un débat public, l'AMC présenterait l'avantage d'être plus facilement accessible qu'une ESE

L'ESE est moins accessible pour un public non-initié à l'exercice : le résultat final est un résultat agrégeant les effets de toutes natures dans une unité monétaire. L'explication de ce mécanisme de comparaison dans une unité commune peut se révéler plus ardue.