

# Valorisation des substances radioactives

Mesure nucléaire et contrôle de conformité

ATSR 2024

Félix Hautot  
19/09/2024



# 01 • Contexte

# 01 • Contexte et enjeux écologiques

## 1. Eviter les déchets métalliques

- Saturation des sites d'entreposage (CIREs)
- Préserver les capacités de stockage pour les déchets non recyclables

## 2. Sécurité / sûreté

- Exposition Moyenne (France) ~ 4,5 mSv/an/personne
- Vs impact du produit de valorisation < 0.01 mSv/an/personne

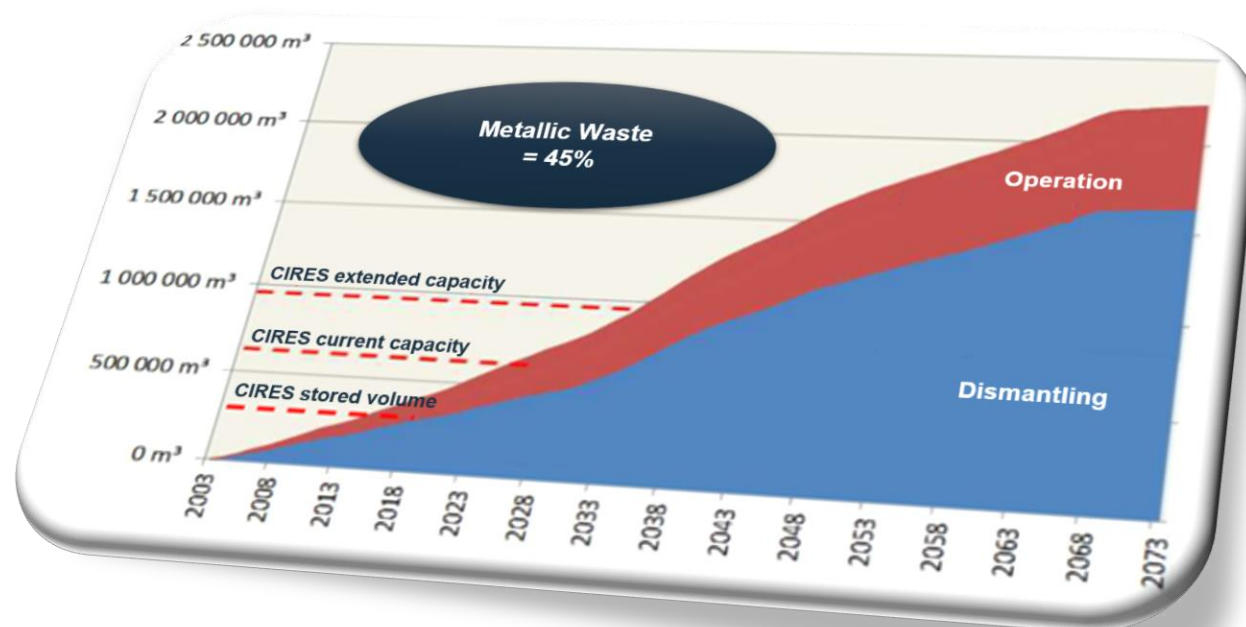
## 3. Economie

- Economie circulaire: Augmenter les quantités de métaux et aciers recyclés
- Coûts comparables à l'entreposage de déchets TFA

## 4. Opportunité écologique

- France: économie ~1,5t de CO<sub>2</sub> émis par tonne d'acier\*
- ~ 750kT d'émissions de CO<sub>2</sub> évitées

\* Inclut le stockage évité et l'extraction de matières brutes



Coûts



Cohérence  
écologique



Saturation  
du  
stockage

Recyclage

575 kt



Tension sur la  
production des  
aciers

# 01 • Evolutions réglementaires

## 2019

- Débat publique: Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR)
- Identification: besoins d'évolutions réglementaires

## 2020

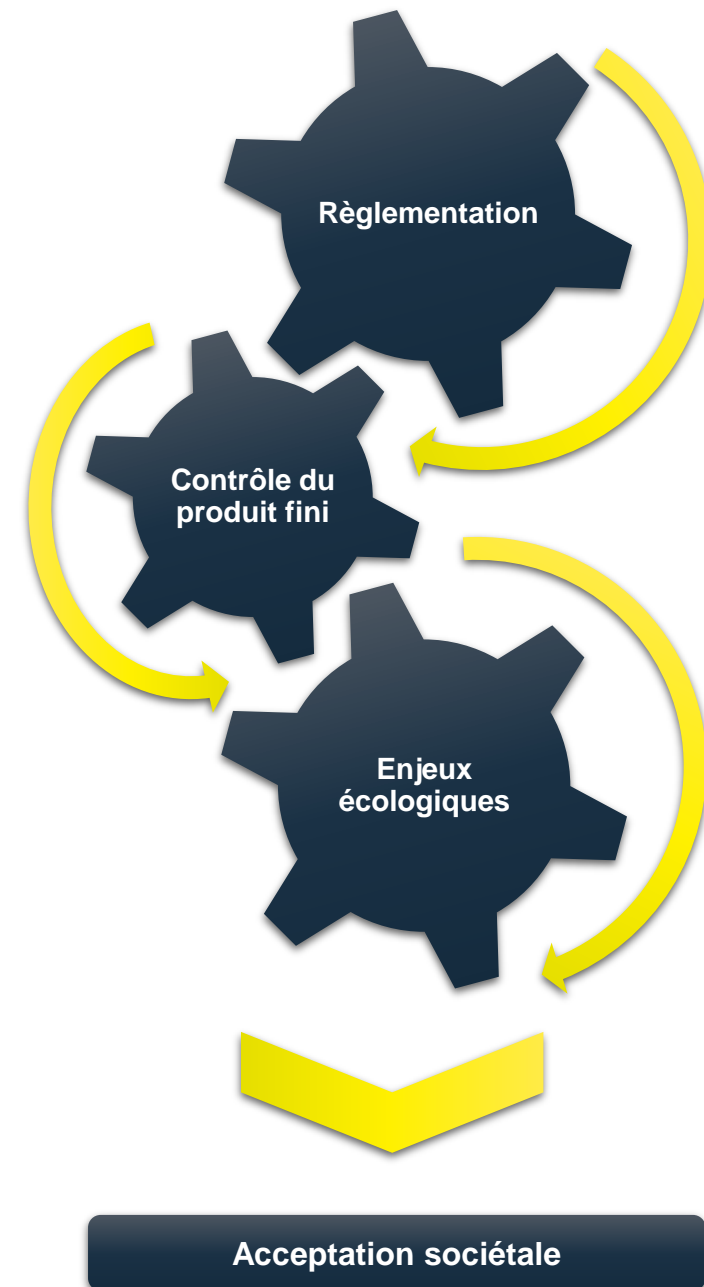
- Travail effectif sur l'évolution du cadre réglementaire
- Orientation étatique: étude de la valorisation des substances métalliques faiblement contaminées

## 2021

- Consultation publique sur l'évolution de la réglementation
- Consultation des autorités françaises:
  - Autorité de sûreté Nucléaire (ASN)
  - Conseil d'état
- Conseils Supérieur pour la Prévention des Risques Technologiques (CSPRT)

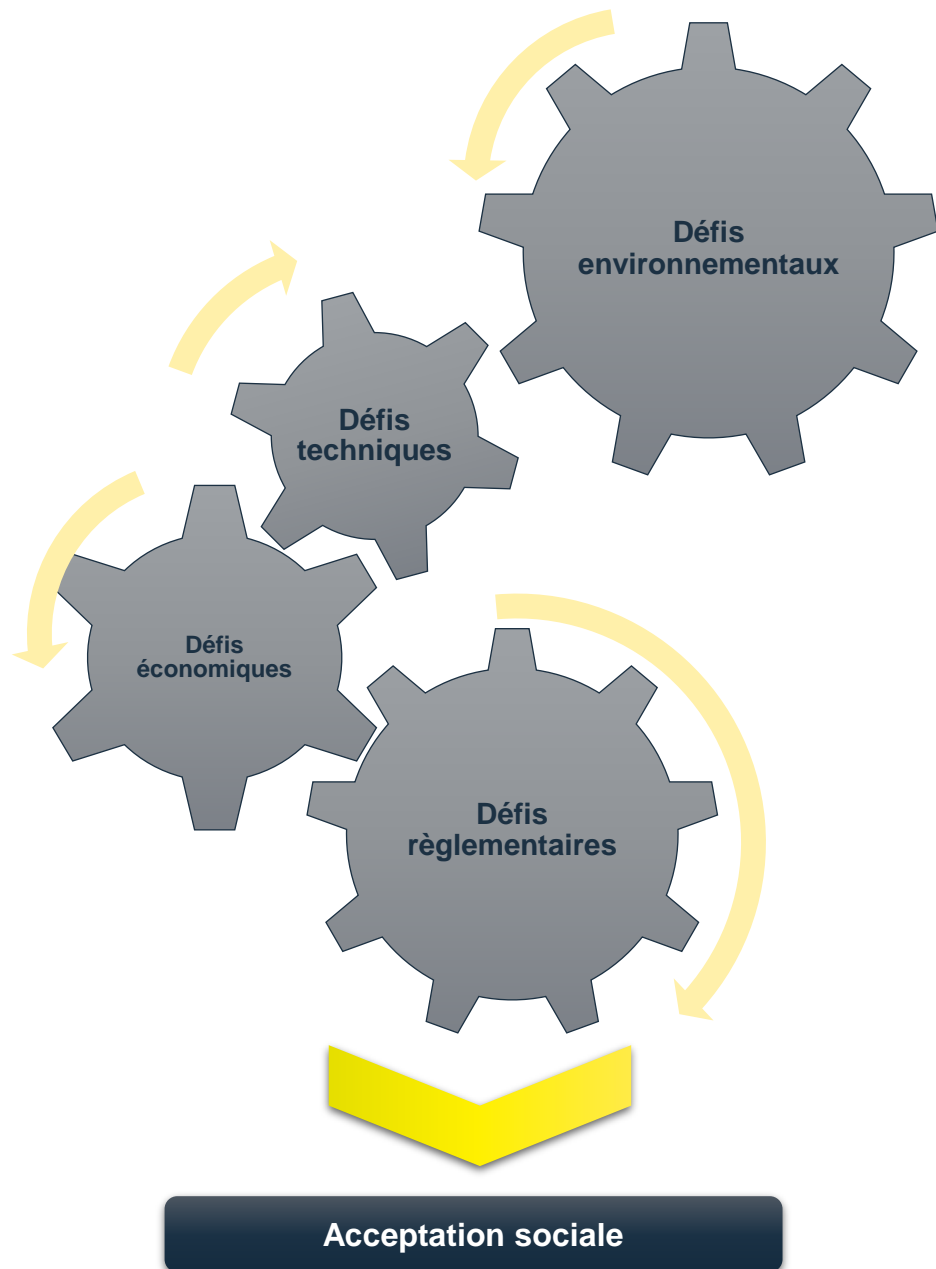
## 2022

- Décret 2022-175 (14/02/2022): préparation du cadre réglementaire sur la valorisation de substances nucléaires (Substances métalliques)
- Décret 2022-174 (14/02/2022): précisions sur les conditions devant être prises en compte pour les opérations de valorisation
- 14/02/2022: publication de l'article du Code de la Santé Publique relatif à la valorisation de substances métalliques



# 02 • Projets

## 02 • Recyclage d'aciers faiblement radioactifs



Défis techniques

- Développer un process innovant pour le recyclage de métaux faiblement radioactifs provenant des opérations de démantèlement et d'installations nucléaires
- Tester et qualifier la décontamination par fusion
- Etudier et définir le design et la faisabilité technico-économique d'une unité de recyclage industriel

Défis économiques

- Prix net au plus près de celui de l'entreposage

Défis environnementaux

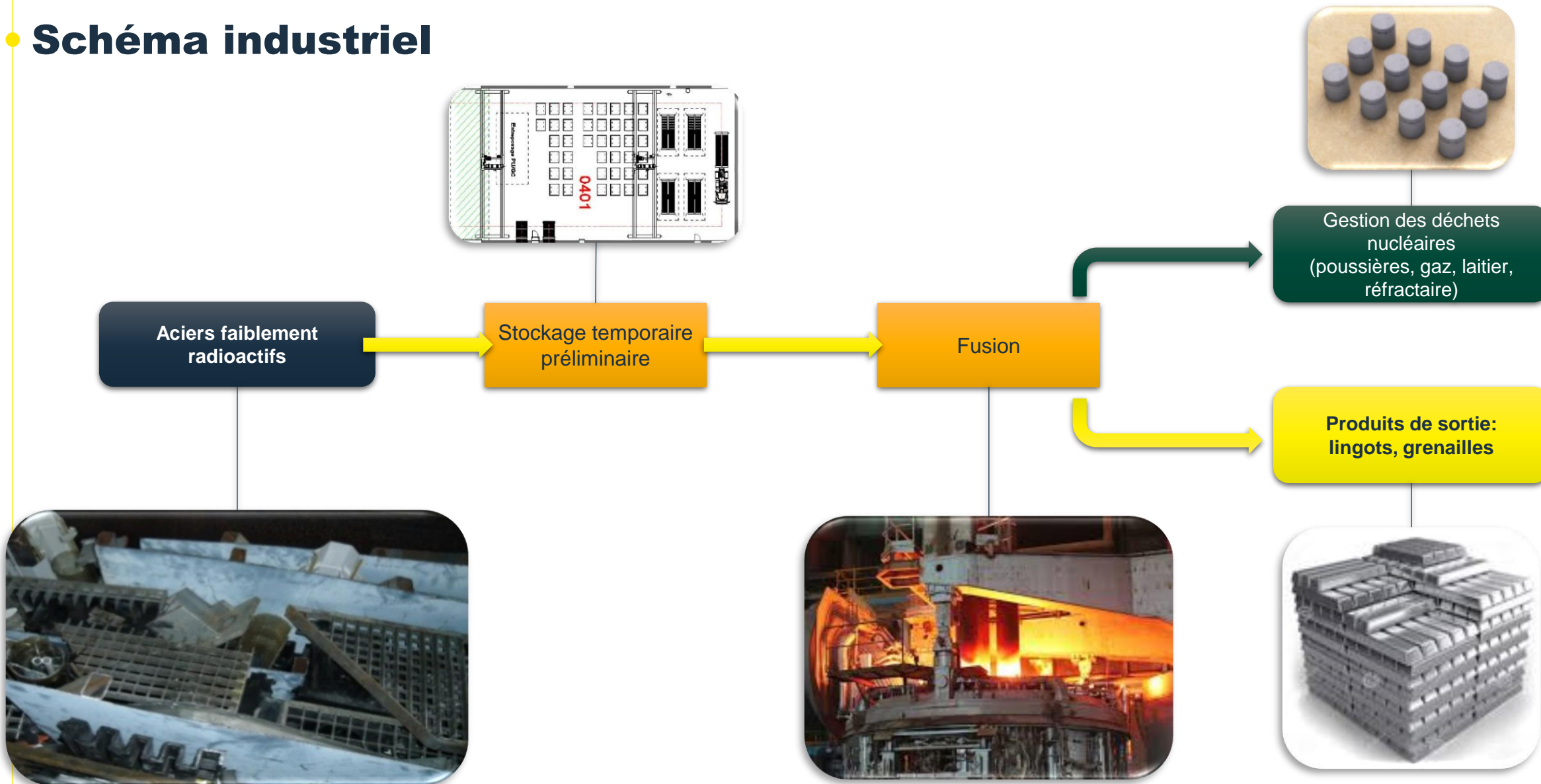
- Création d'un secteur d'économie circulaire
- Création d'emplois directs et indirects liés à cette activité

Défis réglementaires

- Travail conjoint avec les autorités pour l'implémentation d'un nouveau cadre réglementaire pour les substances métalliques faiblement radioactives

Acceptation sociale

## 02 • Schéma industriel



This project was financed by the State as part of France 2030

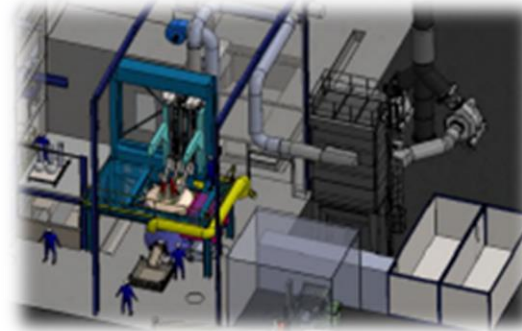


# 02 • Qualification du recyclage du plomb

Programme R&D en cours

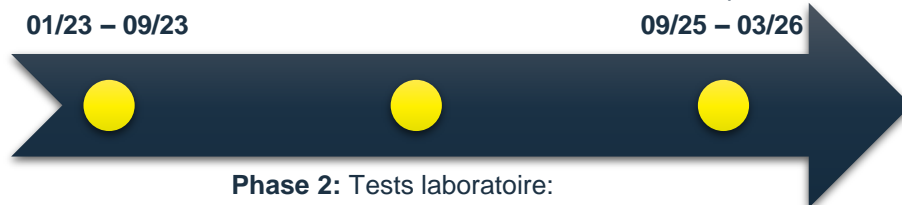
Autorisation environnementale  
application file : fin 2025

Dossier de dérogation: fin 2025



Phase 1:  
Etat de l'art  
01/23 – 09/23

Phase 3:  
Essais pilote:  
09/25 – 03/26



Phase 2: Tests laboratoire:  
Sep 23 – Mar 24

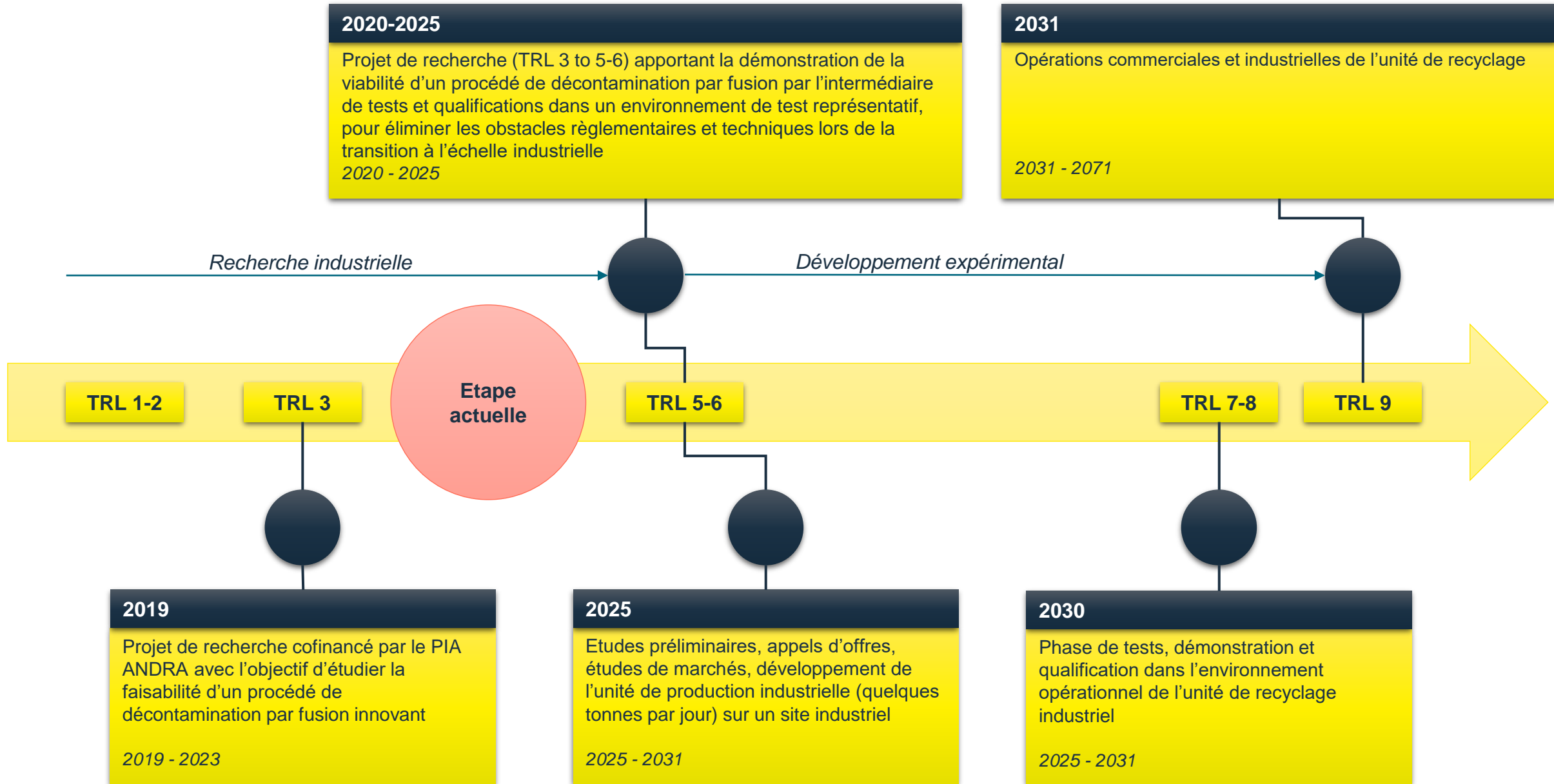


This project was financed by the State as part of France 2030

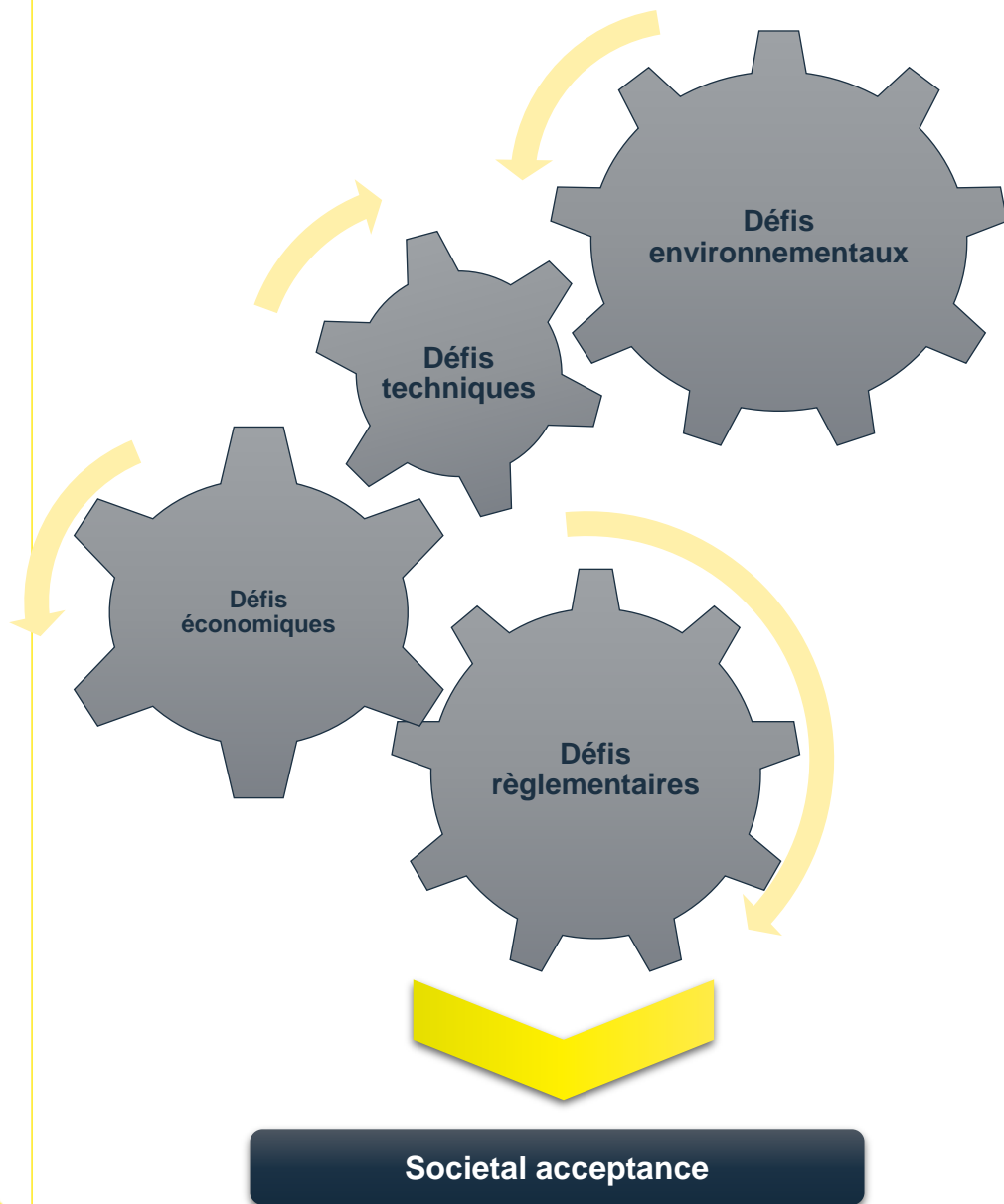




## 02 • Planning prévisionnel de l'installation de recyclage des aciers



## 02 • Valorisation des liquides faiblement radioactifs



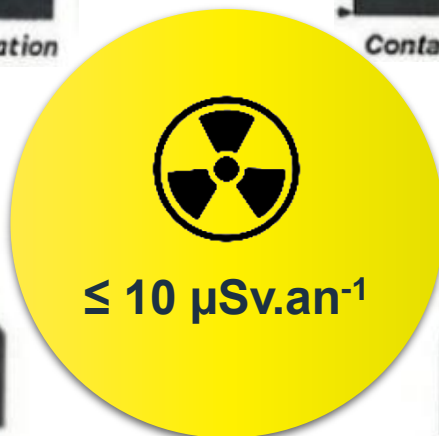
# 03 • Enjeux techniques

## 03 • Considérations générales

Dosimétrie publique (France) ~ 4,5 mSv.an<sup>-1</sup>

Limite pour le public (exposition non naturelle) :  
1 mSv.an<sup>-1</sup>

Cible pour le matériau valorisé



La limite en concentration (Bq/g) réglementaire sera nommée « seuil de valorisation » dans l'ensemble des présentations et des documents, cette notion est appelée « seuil de libération » dans la documentation technique de référence (IAEA)

Règlementation Française

Règlementation Européenne

Décret  
2022-174

Décret  
2022-175

référence

Euratom 2013/59

Articles R1333-6-1/4 CSP

- Dérogation aux interdictions 1333-2 et 1333-3 si opération de valorisation dans une installation spécifique
- Trois conditions à respecter
  - Limite en concentration massique par radionucléide si le radionucléide est seul
  - Limite en concentration massique pour un spectre donnée en cas de mélange
  - Recalcul du seuil de valorisation si RN non présent dans l'annexe 13-8 du CSP; **dose efficace ajoutée** pour une **personne représentative** ≤ 10μSv/an; pour **toute condition d'exposition** ne pouvant pas être raisonnablement écartée, pour **tout usage** du produit de valorisation, et **aucun travailleur ne doit être classé**
- Contenu et modalités de présentation du dossier de dérogation

Annexe 13-8 CSP

Tableau 3 de l'annexe 13 – 8 : Radioactivité artificielle dans les matières solides  
Tableau des filiations à l'équilibre pour les chaînes naturelles

## 03 • Mesure nucléaire – domaines d'expertise

### Dossier de dérogation sur 12 axes :

- 5 axes sur les mesures nucléaires, les contrôles, l'assurance qualité et la qualification technique

1-5 Autres considérations

Nature et origine des produits entrants

6 Identification de la nature et de l'origine des substances à traiter dans l'installation

Quantité de produits entrants

7 Estimation de la quantité de substances qui seront traitées dans l'installation, y compris les flux annuels de substances

Critères d'acceptation des produits entrants

8 Description préliminaire des critères d'acceptation des substances pouvant être traitées dans l'installation

Stratégie de contrôle, démonstration de la conformité des produits finis

9 Document décrivant la stratégie de contrôle de l'entrée à la sortie de l'installation et justifiant sa capacité à démontrer la conformité, d'une part, avec les critères d'acceptation à l'entrée de l'installation, et d'autre part avec les valeurs limites ou les critères de dose effective ajoutée à la sortie de l'installation. Si applicable, il est envisagé de mener des opérations de valorisation de substances provenant de pays tiers dont la stratégie de contrôle avant l'entrée sur le territoire français sera également décrite dans ce document.

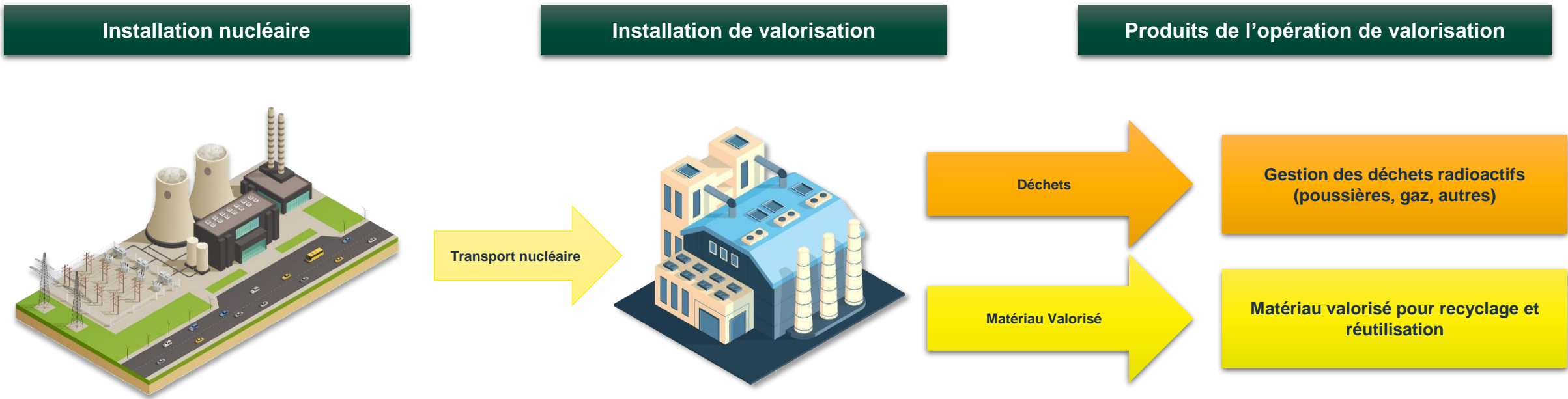
Traçabilité des produits sortants

10 Description des moyens mis en place pour assurer l'enregistrement et la traçabilité des résultats des contrôles radiologiques à l'entrée et à la sortie de l'installation

11-12 Autres considérations

**5 des 10 points du dossier de dérogation dépendent d'études relatives à la radioprotection / mesure nucléaire pour faire la preuve du respect de la réglementation**

# 03 • Démarche globale

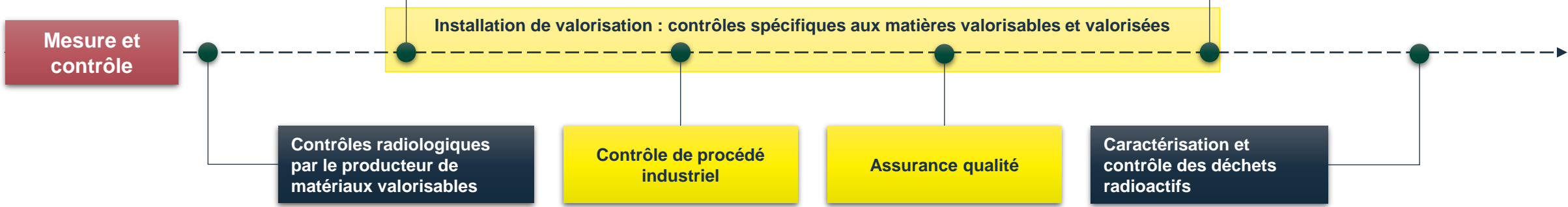


Mesure et contrôle des **produits entrants** :

- Vérification de la compatibilité des entrants avec le procédé industriel
- Vérification de la déclaration du producteur des matériaux valorisables

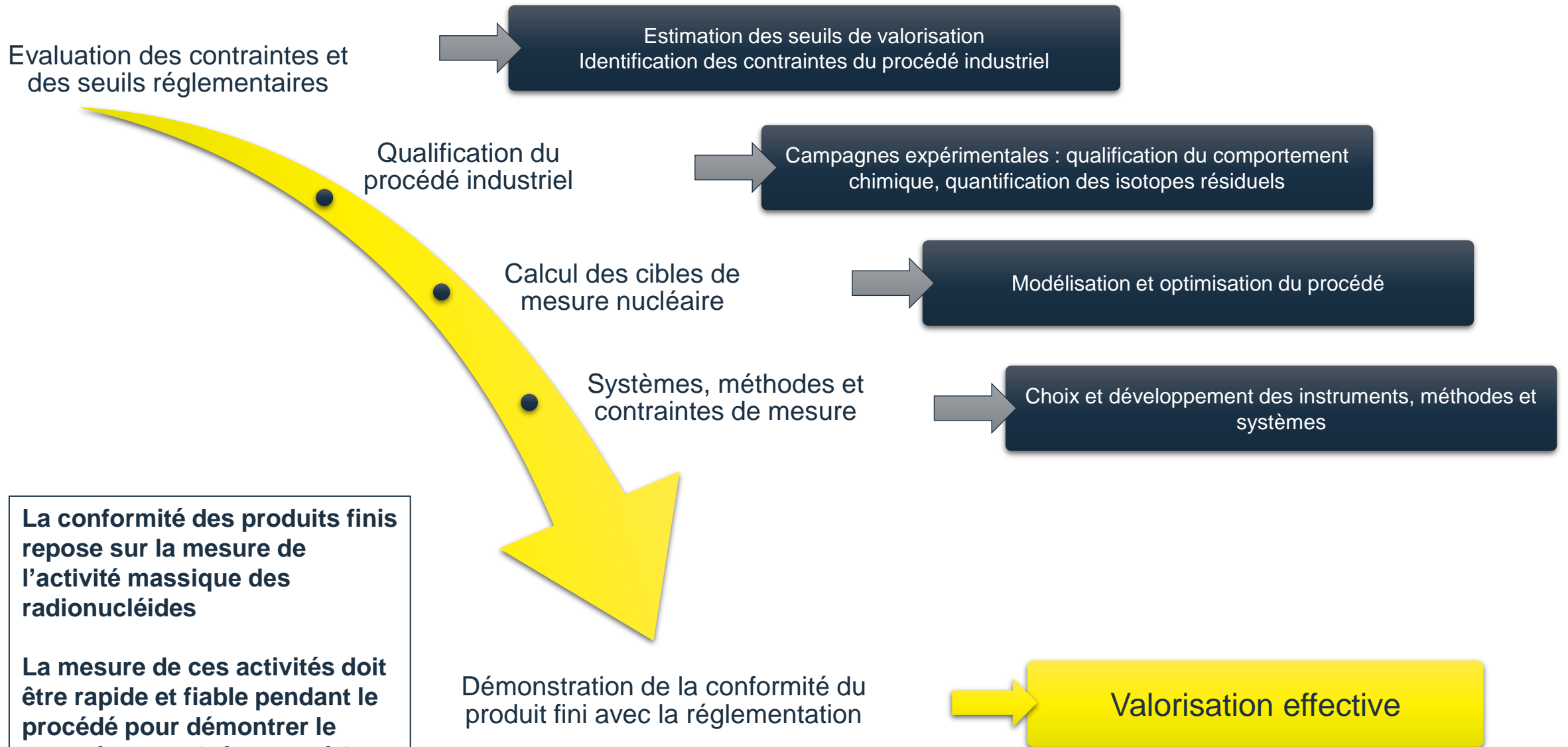
Mesure et contrôle des **produits sortants** :

- Vérification de la conformité réglementaire
- Vérification de la qualité du produit fini en lien avec le besoin industriel

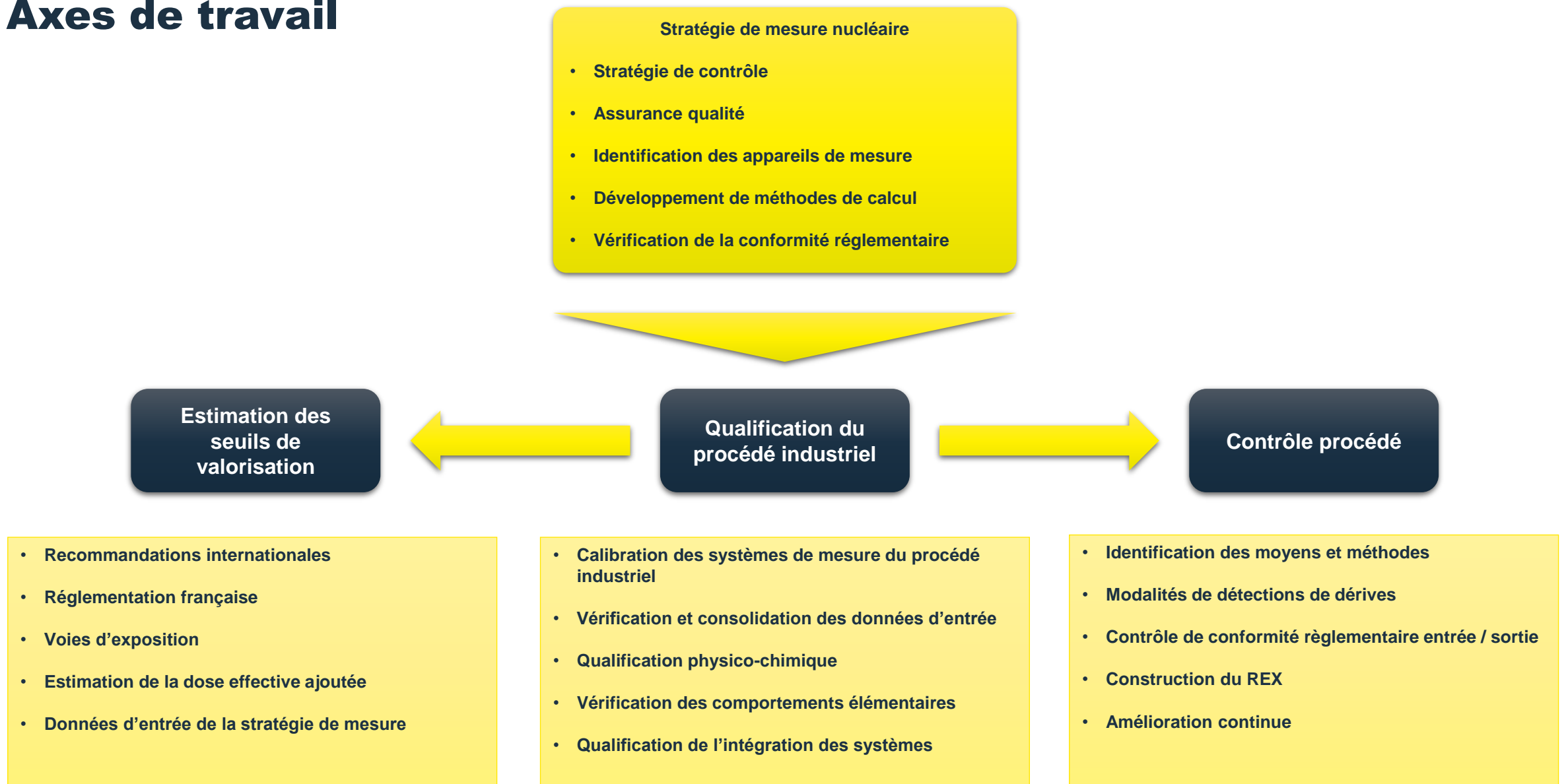




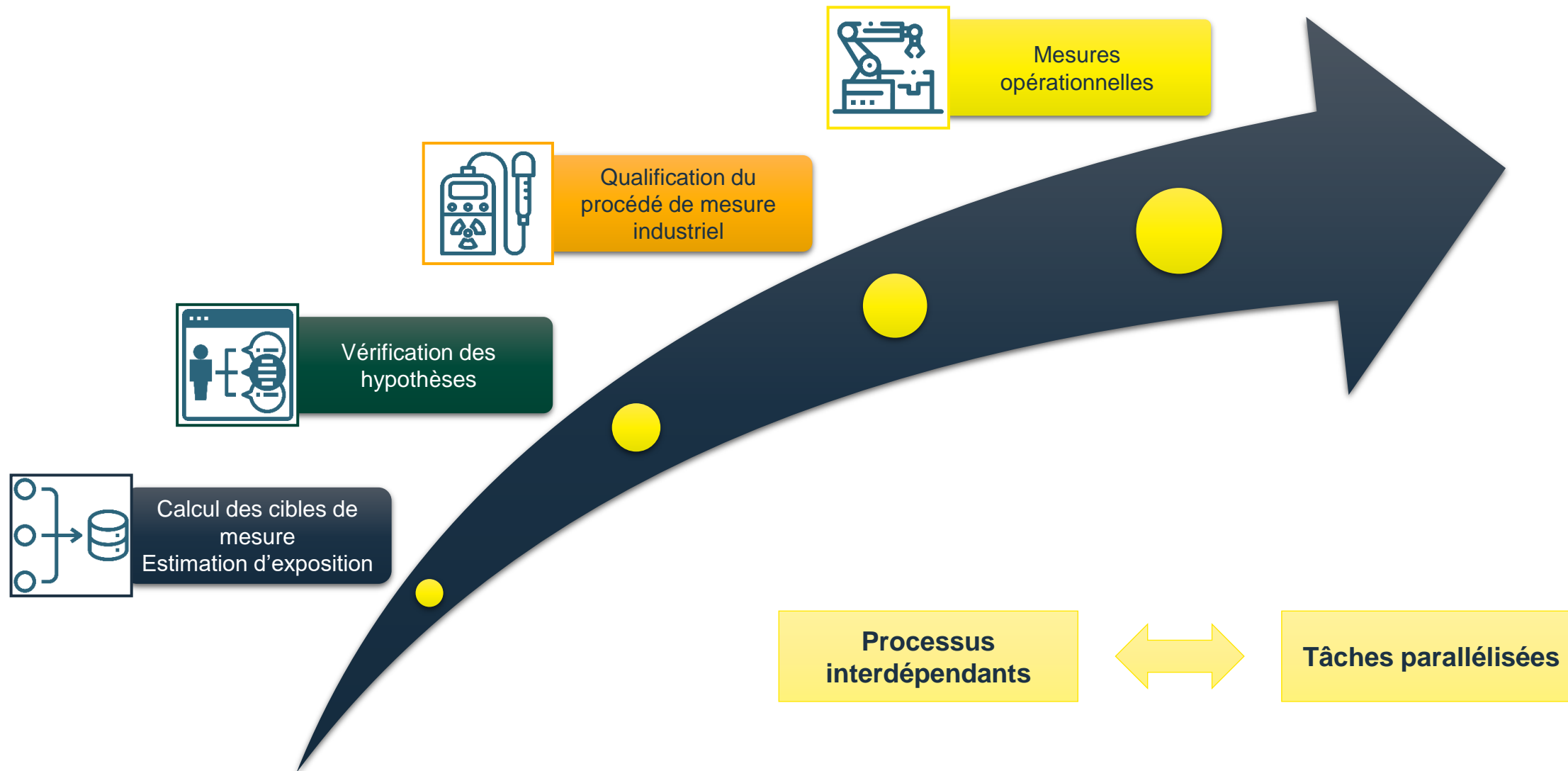
## 03 • Axes de travail



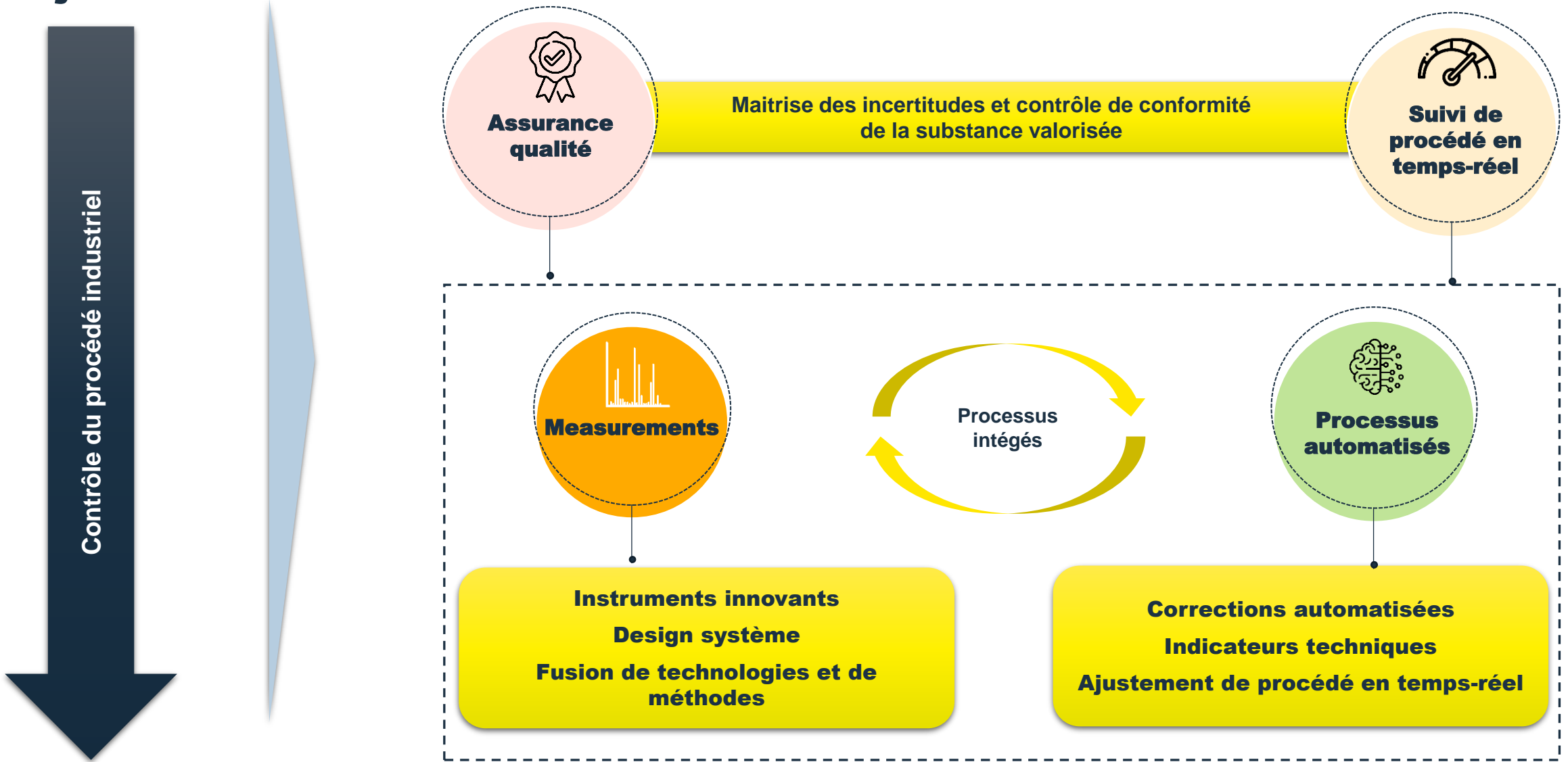
## 03 • Axes de travail



# 03 • Conception du procédé de mesure global



# 03 • Enjeu final



# 04 • Conclusion

## 04 • Conclusion et perspectives

**La réglementation pour la valorisation des substances faiblement contaminées est récente (2022) pour les substances métalliques uniquement**

**Elle s'appuie sur la dérogation à l'interdiction de libérer des matières et déchets radioactifs sous condition de respect des seuils de valorisation réglementaires**

**La preuve du respect de la réglementation réside pour partie dans la maîtrise des éléments techniques relatifs à la qualification du procédé et à la caractérisation des produits en entrée et en sortie de procédé**

**La stratégie de mesure et de contrôle radiologique s'appuie sur trois piliers:**

- **Maîtrise des seuils de valorisation**
- **Qualification de procédé**
- **Stratégie de contrôle et d'assurance qualité**

**Les enjeux techniques induits par ces trois piliers sont adressés par Orano pour l'ensemble des projets de valorisation aujourd'hui en cours de développement (plomb, acier,...)**



**Merci de votre attention**





**orano**

Donnons toute sa valeur au nucléaire