



^{131}I de fission: production et gestion sûre d'un acteur majeur de la médecine nucléaire

Dr. Ir. Frédéric Brabant

Process engineer – PROD RCHIM

Journées techniques SFRP 2024



Introduction

- ⚗ Propriétés thérapeutiques* de l'iode radioactif (^{131}I) pressenties dès 1936 par Saul Hertz
 - ^{128}I produit par Fermi dès 1934
 - Expérience sur lapins avec ^{128}I produit au MIT: peu pratique $T_{1/2}=25\text{min}$ et procédé de production à trop faible rendement
- ⚗ ^{131}I découvert en 1938 par Glenn Seaborg et Jack Livingwood (UC Berkeley) suite aux travaux d'Ernest Lawrence
- ⚗ Premier traitement d'un patient (hyperthyroïdisme) en 1941 par ^{131}I (et ^{130}I)
- ⚗ Production à grande échelle de ^{131}I devient possible dès 1946 à l'issue du projet Manhattan

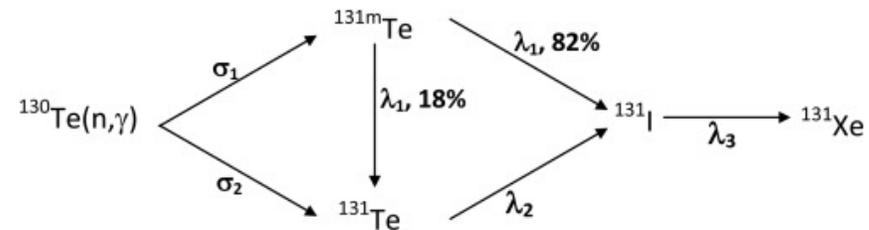


Hertz and his colleague Doris Darby demonstrate the use of a multicounter to measure the amount of radioactive iodine absorbed by a patient's thyroid gland, ca. early 1940s. *Courtesy of the Dr. Saul Hertz Archives.*

Modes de production principaux

☼ Activation

- Irradiation en réacteur de recherche (haut flux de n^0 thermiques) de cibles de ^{130}Te (souvent Te_2O_3)

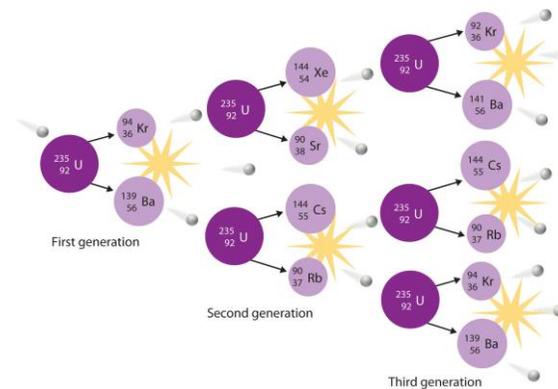


- ✓ : haute activité spécifique, pas de déchets haute activité / longue demi-vie
- ✗ : accès à un réacteur de recherche (rendement, coût <> prix de vente)

Modes de production principaux

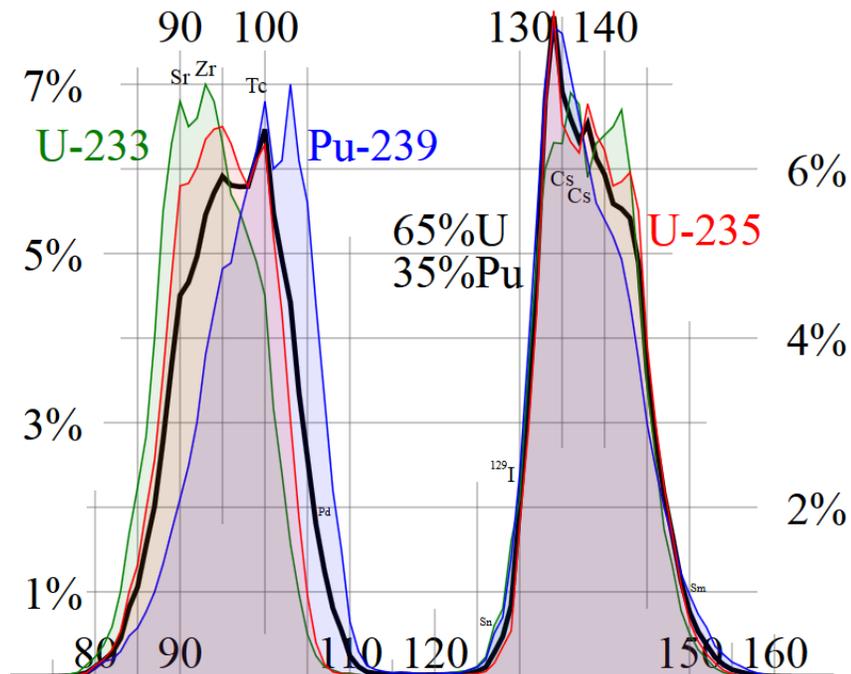
☼ Fission de l' ^{235}U

- Irradiation en réacteur de recherche (haut flux de n^0 thermiques) de cibles contenant de l' ^{235}U enrichi



- ✓ : activité produite, valorisation d'un sous-produit
- ✗ : accès à un réacteur de recherche (coût), déchets de haute activité / longue demi-vie

Modes de production principaux



Produit de fission	Rendement de fission thermique [% par fission]
^{85m}Kr	1.303 ± 0.012
^{90}Sr	5.73 ± 0.13
^{99}Mo	6.132 ± 0.092
^{132}Te	4.276 ± 0.043
^{131}I	2.878 ± 0.032
^{133}I	6.59 ± 0.11
^{135}I	6.39 ± 0.22
^{133}Xe	6.6 ± 0.11
^{135}Xe	6.61 ± 0.22

Source: IAEA nuclear data services

By JWB at en.wikipedia, CC BY 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16479803>

L'IRE

🌟 Le groupe IRE | IRE Elit est une compagnie belge dont le but est de promouvoir l'usage bénéfiques des radioisotopes des applications médicales à travers ses 3 pôles d'activités:

- Production de radioisotopes
- R&D et la production de produits radiopharmaceutiques
- Analyse et le contrôle de la radioactivité (environnement, industrie,...)

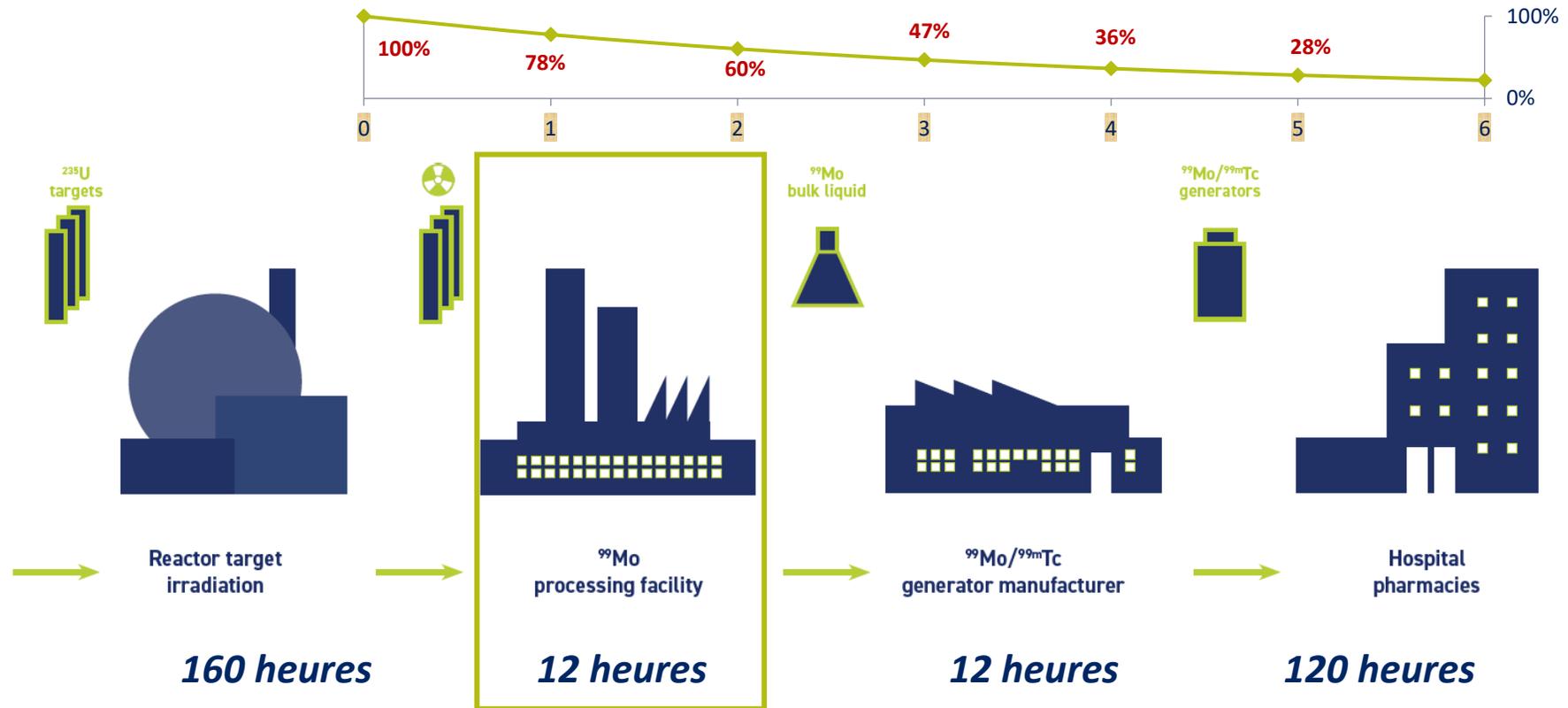


🌟 L'IRE est une fondation d'utilité publique, établissement nucléaire de classe I, fournisseur majeur de radioisotopes médicaux depuis 1971 couvrant:

- ^{99}Mo ~25% de la demande mondiale
- ^{131}I ~25-30% minimum de la demande mondiale
- ^{133}Xe 50% de la demande mondiale (marché US)



Une chaîne d'approvisionnement très spécifique



Entre 3 et 12 heures pour le transport

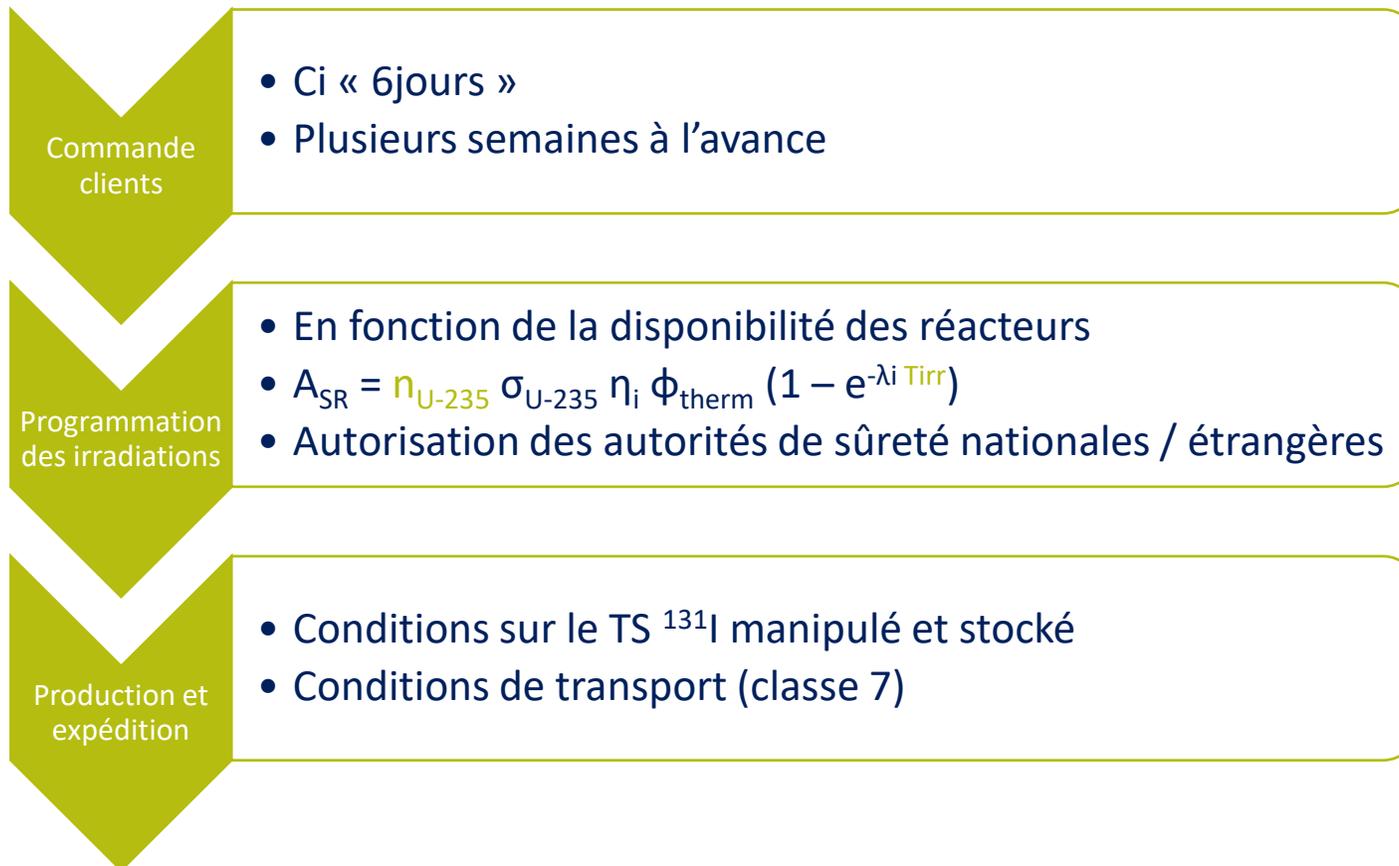


Transport dans le monde entier

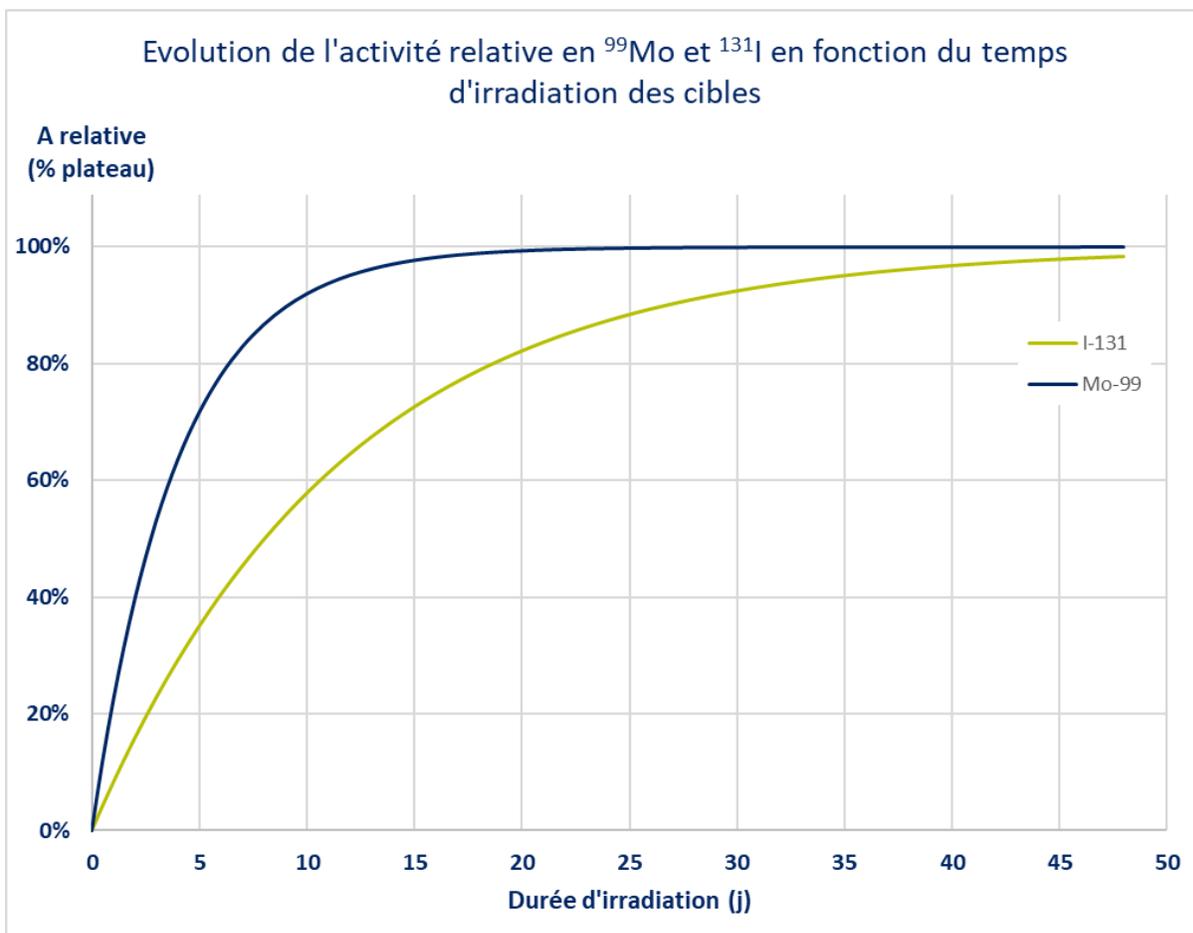
Transport dans le monde entier



La production de ^{131}I à l'IRE



La production de l'¹³¹I à l'IRE

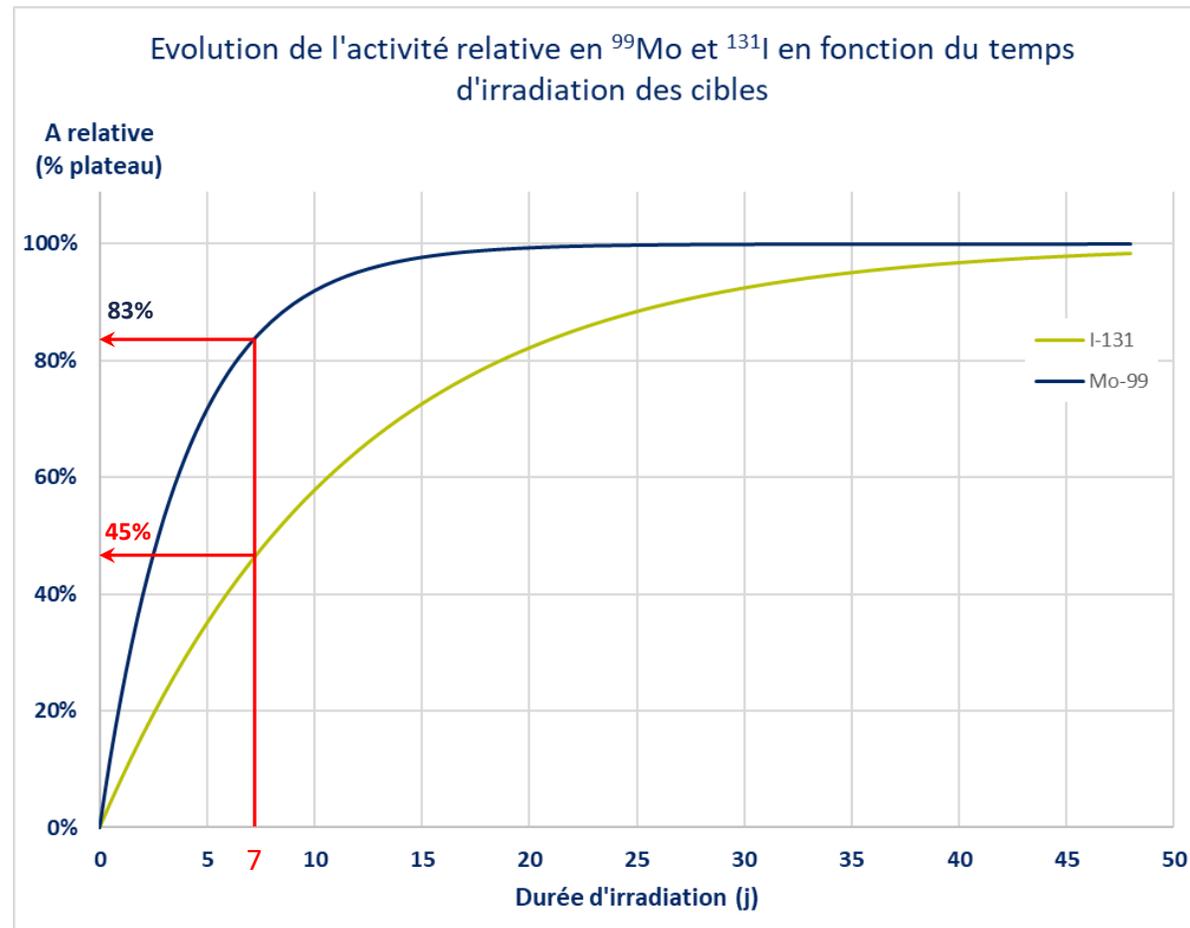


Produit de fission	Rendement de fission thermique [% par fission]
^{85m} Kr	1.303 ± 0.012
⁹⁰ Sr	5.73 ± 0.13
⁹⁹ Mo	6.132 ± 0.092
¹³² Te	4.276 ± 0.043
¹³¹ I	2.878 ± 0.032
¹³³ I	6.59 ± 0.11
¹³⁵ I	6.39 ± 0.22
¹³³ Xe	6.6 ± 0.11
¹³⁵ Xe	6.61 ± 0.22

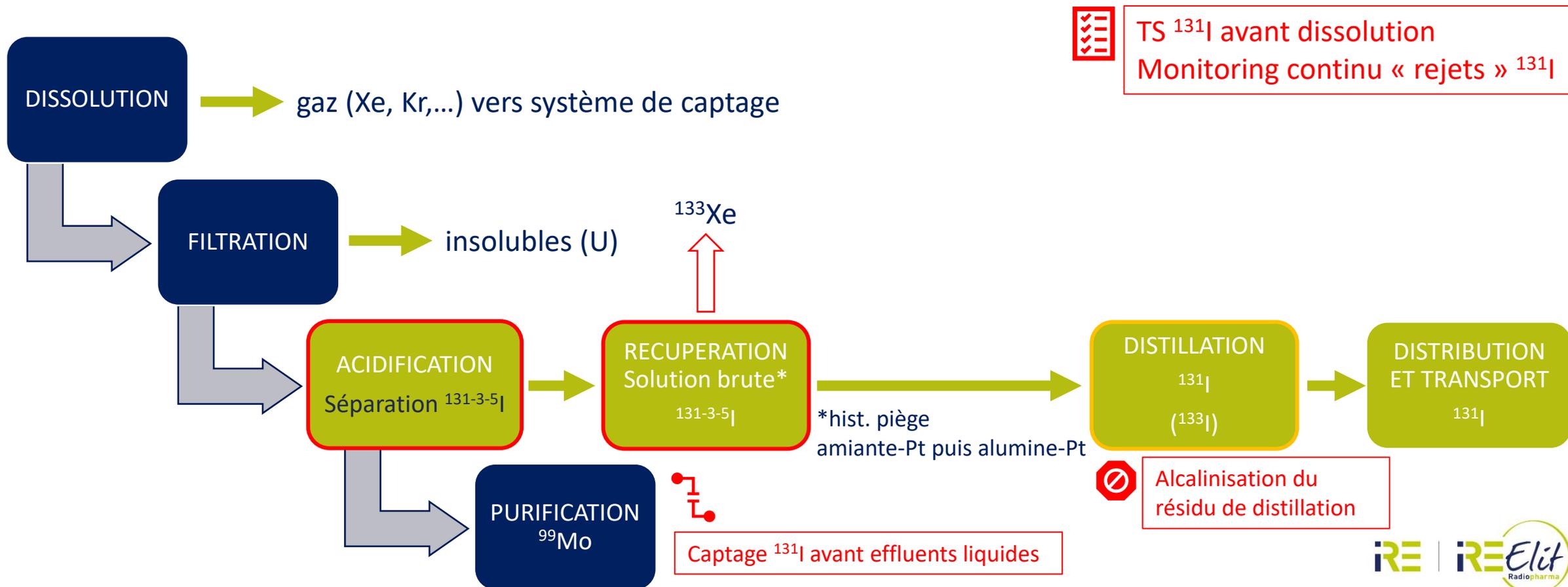
Source: IAEA nuclear data services

$T_{1/2}^{99\text{Mo}}$: 66h
 $T_{1/2}^{131\text{I}}$: 192h

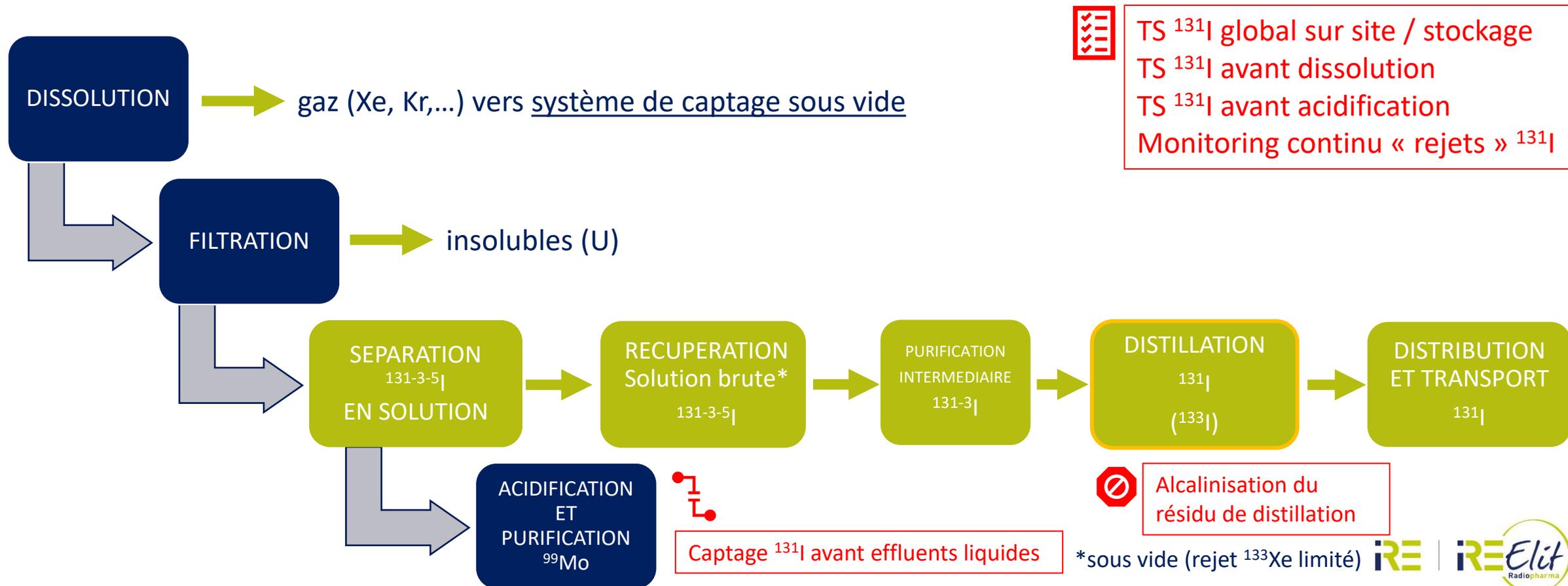
La production de l' ^{131}I à l'IRE



Procédé ^{131}I IRE – HEU (\rightarrow 2023)



Procédé ^{131}I IRE – LEU (2020→)



Récapitulatif des mesures de contrôle

⚙️ Prescriptives:

- TS ¹³¹I global sur site
- TS ¹³¹I dans le stockage dédié
- TS ¹³¹I engagé avant dissolution
- TS ¹³¹I résiduel avant acidification

⚙️ Préventives:

- Captage de l'iode radioactif dissous en solution alcaline / délai avant rétrodismutation de l'iode (↓↓↓ TS I radioactif global manipulé)
- Captage de l'¹³¹I résiduel au cours du procédé avant génération d'effluents liquides
- Alcalinisation du résidu de distillation

⚙️ « Réactives »:

- Monitoring permanent des circuits de ventilation et des locaux
- Mise en service de batteries de filtration supplémentaires

Etat de la demande mondiale en ^{131}I et perspectives

☼ Demande mondiale globalement en hausse

- Incidence globale du nombre de cancer
- Vieillessement de la population
- Demande pays asiatiques (RPC)
- Nouvelles applications: 172 études cliniques (phase I, II ou III) complétées ou en cours dont maladies neurologiques, lymphomes,...

 U.S. National Library of Medicine

ClinicalTrials.gov

☼ Offre actuelle (juste suffisante)

- Fission : IRE jusqu'à 45% DM (4/4 semaines) NTP au-delà de 40% DM (3/4 semaines)
- Activation : POLATOM au-delà de 10% DM (3/4 semaines) ANSTO marché régional (3/4 semaines)

☼ Longtemps considéré comme un déchet, l' ^{131}I est commercialisé à bas prix

- Vu ses propriétés théranostiques, sa large acceptation auprès des autorités de santé, son efficacité, en comparaison d'autres médicaments « modernes » contre le cancer, on estime que l' ^{131}I devrait se vendre 30x plus cher

Conclusion

☼ La fission est la voie de production privilégiée de l'I-131 sur un procédé ^{99}Mo existant

- Autres voies de production rentables qu'à renfort de subsides

☼ ^{131}I

- Pas l'isotope principal pour l'IRE en termes de CA
- MAIS est le radioisotope dimensionnant pour la sûreté de l'IRE



Avenue de l'Espérance, 1
6220 Fleurus, Belgium

T.+32 (0)71 82 95 56
F.+32 (0)71 81 38 12

www.ire.eu
Suivez-nous sur LinkedIn 