



HCTISN

Décembre 2018

Cohérence du cycle du combustible

Christophe KASSIOTIS

Autorité de sûreté nucléaire
Direction des déchets, des installations de
recherche et du cycle





Sommaire de la présentation

- Fonctionnement du cycle
- Dossier « Impact cycle »
 - Contexte, Instructions et réunions de suivi du cycle
 - Objectifs de l'instruction
- Scénarios de mix énergétique
 - Définitions
 - Hypothèses communes
 - Impacts sur le cycle
- Conclusions de l'instruction





Sommaire de la présentation

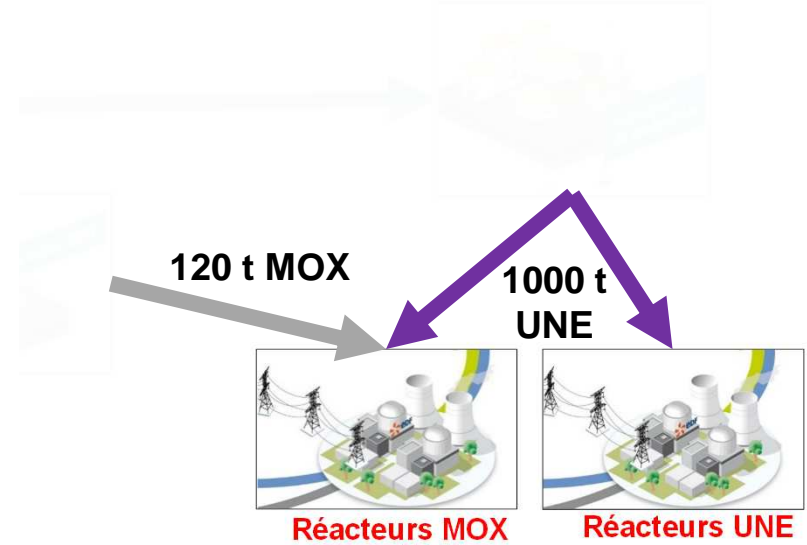
- Fonctionnement du cycle
- Dossier « Impact cycle »
 - ✓ Contexte, Instructions et réunions de suivi du cycle
 - ✓ Objectifs de l'instruction
- Scénarios de mix énergétique
 - ✓ Définitions
 - ✓ Hypothèses communes
 - ✓ Impacts sur le cycle
- Conclusions de l'instruction



Fonctionnement du cycle

■ Situation actuelle

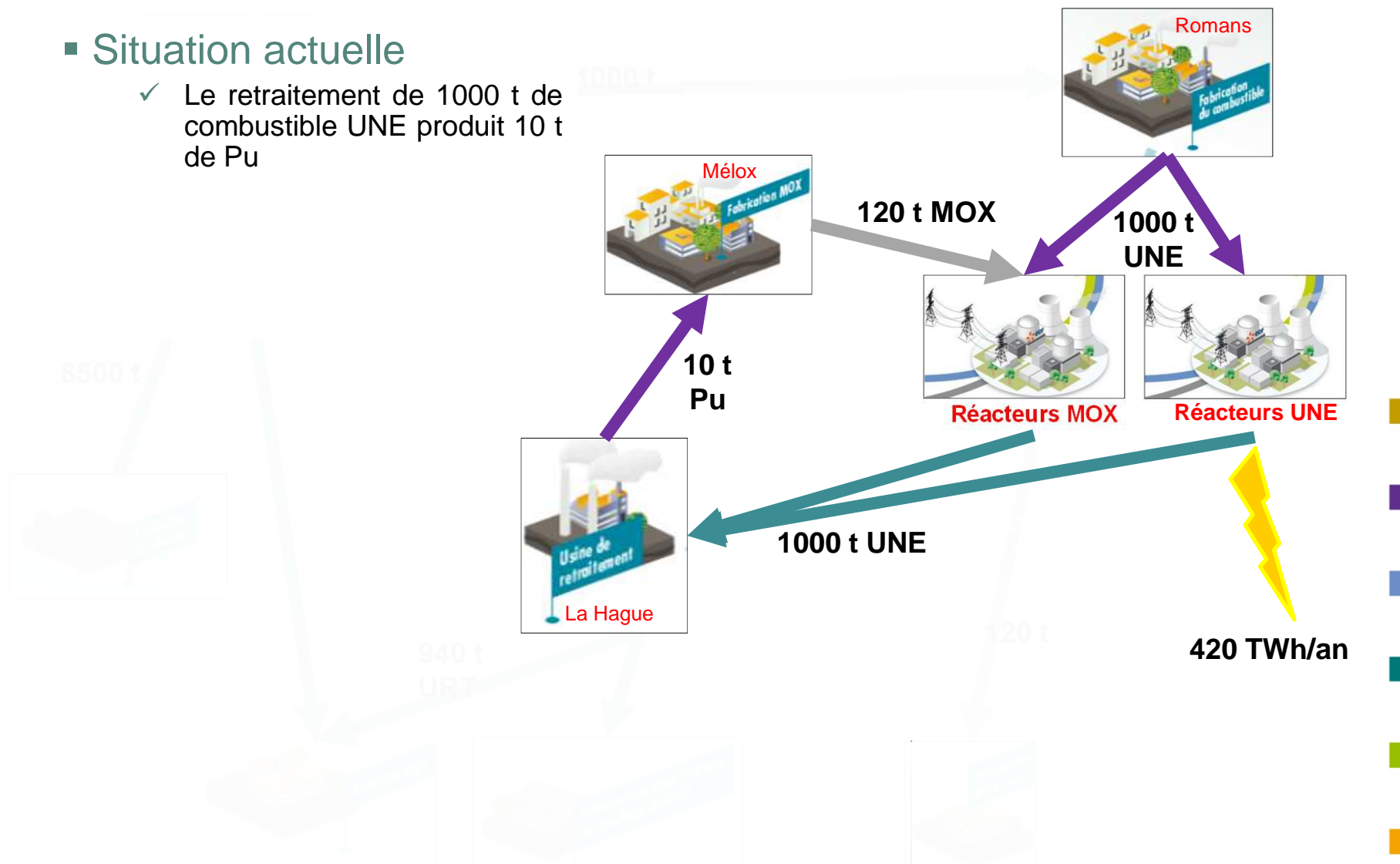
- ✓ Parc français de 58 réacteurs :
 - 22 réacteurs 900 MWe moxés
 - 12 réacteurs 900 MWe en UNE
 - 20 réacteurs 1300 MWe en UNE
 - 4 réacteurs 1450 MWe en UNE
- ✓ 120 t/an de combustible MOX et 1000 t/an de combustible UNE



Fonctionnement du cycle

■ Situation actuelle

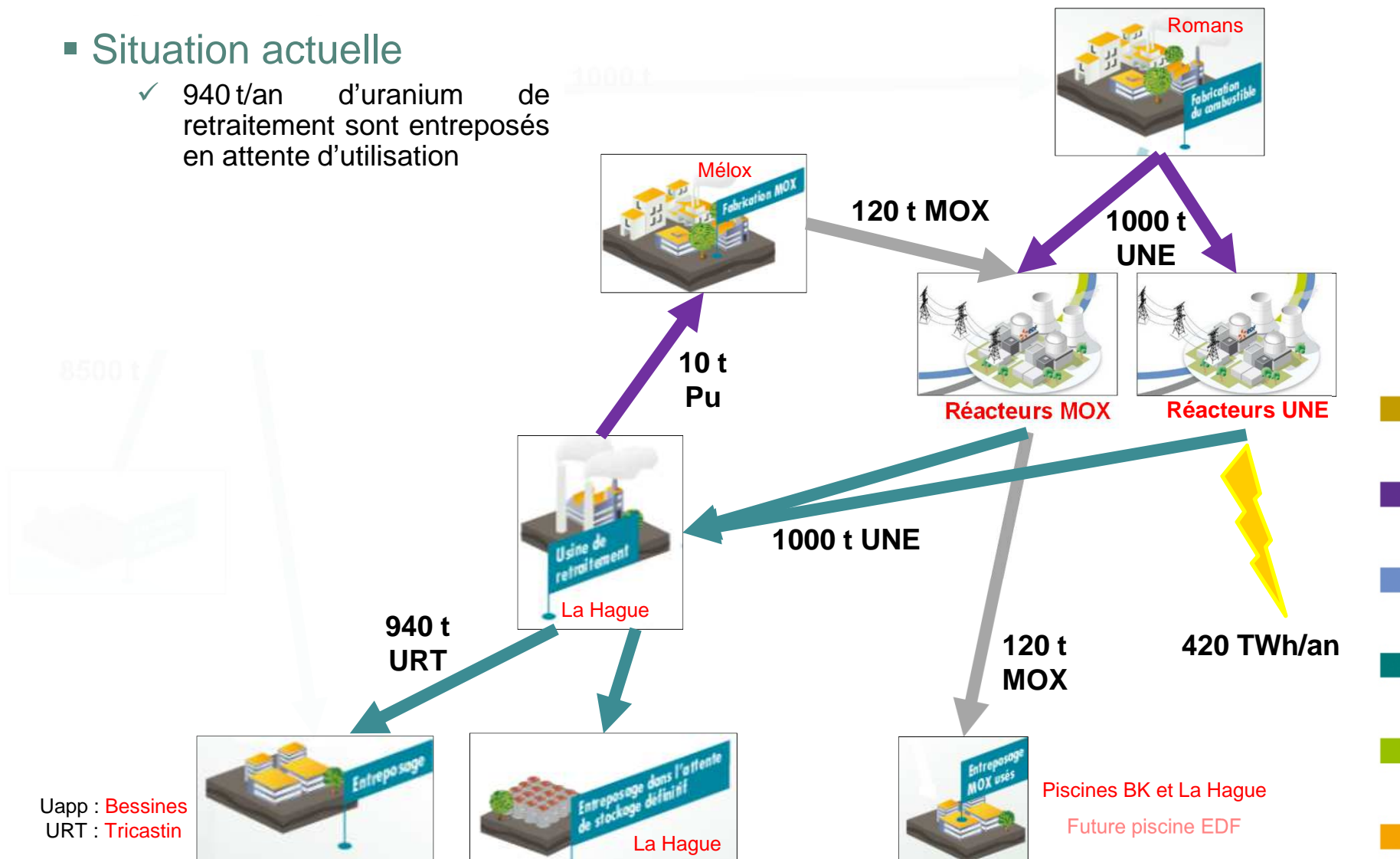
- ✓ Le retraitement de 1000 t de combustible UNE produit 10 t de Pu



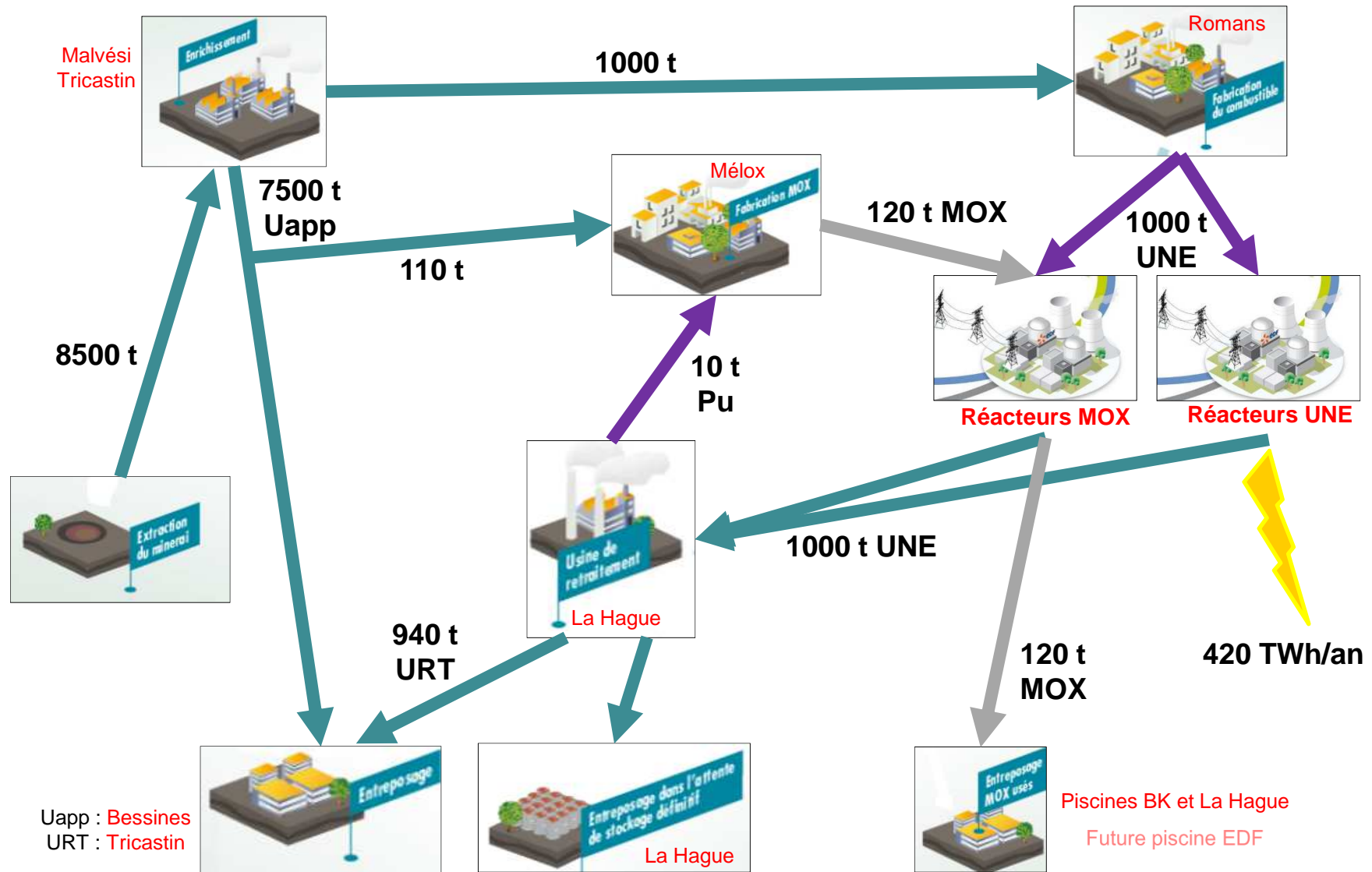
Fonctionnement du cycle

■ Situation actuelle

- ✓ 940 t/an d'uranium de retraitement sont entreposés en attente d'utilisation



Fonctionnement du cycle





Sommaire de la présentation

- Actualités en lien avec l'entreposage CU
- Fonctionnement du cycle
- Dossier « Impact cycle »
 - ✓ Contexte, Instructions et réunions de suivi du cycle
 - ✓ Objectifs de l'instruction
- Scénarios de mix énergétique
 - ✓ Définitions
 - ✓ Hypothèses communes
 - ✓ Impacts sur le cycle
- Conclusions de l'instruction





Dossier « Impact cycle »

■ Historique

- ✓ **Juillet 2000 : Premier dossier IC**
 - Lettre de suites en juillet 2002
- ✓ **Décembre 2007 (et novembre 2008) : Deuxième dossier IC**
 - Lettres de suites en mai 2011 et janvier 2013
- ✓ **Juin 2016 : Troisième dossier IC**
 - Projet d'avis ASN
 - Projet de lettre de suites

■ **Objectif:** s'assurer de la cohérence du cycle du combustible en France sur 15 ans

- ✓ Évaluer les éventuelles difficultés, contraintes ou aléas liés aux évolutions de gestion combustibles d'EDF et au vieillissement des installations du cycle, qui pourraient avoir des conséquences pour la sûreté ou la radioprotection
- ✓ Contrôler la maîtrise dans la durée des flux et stocks de matières, de combustibles et de déchets, notamment au regard des scénarios d'évolution de la part du nucléaire dans le mix énergétique



Dossier « Impact cycle »

■ Contexte

- ✓ Dossier multi-exploitants (EDF, Orano, Framatome, Andra) transmis à la demande de l'ASN tous les 8 ans environ, piloté par EDF
- ✓ Lettres de suite d'instruction avec demandes ASN
- ✓ Réunions de suivi des thématiques soulevées par l'instruction des dossiers cycle, regroupant ASN / IRSN / exploitants

■ Modalités d'instruction IC 2016

- ✓ Données soumises au secret industriel et commercial entre exploitants
- ✓ Données sensibles pour la mise à disposition du public
- Mise en place d'une charte de gestion de l'information

} Pilotage ASN

	Non communicable aux autres industriels	Non communicable au public	Sans restriction
Quantité de combustible EDF entreposé sous eau en France			X
Quantité de combustible entreposé sous eau par EDF dans un CNPE particulier	X	X	
Causes potentielles d'aléas sur le cycle (désignation d'un élément qui pourrait de ce fait devenir une cible de malveillance)		X	
Causes d'aléas sur le cycle liées au retour d'expérience connu du public (déclaration d'évènements)			X
Stock de Pu non-EDF en France	X	X	
Vecteur isotopique complet du Pu		X	

■ Cadrage du dossier IC 2016

✓ Aléas de fonctionnement à examiner

- Impossibilité de transport
- Arrêt d'une installation du cycle (amont ou aval) ou perte d'une capacité de recyclage
- Saturation d'une capacité d'entreposage
- Retard de l'évacuation d'ACU des BK

✓ Étude de scénarios de continuité de production (proposés par EDF)

- Scénario de référence : 420 TWh/an, pas de fermeture de tranches
- Scénario de production basse : 420 puis 408 TWh/an à partir de 2019, fermeture de deux tranches MOX en 2019

✓ Étude de scénarios mix énergétique à 50 % de nucléaire en 2025 (demandés par ASN)

- Scénario « mix 50 % nucléaire – voie 900 MWe »
- Scénario « mix 50 % nucléaire – voie 1 300 MWe »
- **Étude de sensibilité** de combinaison fermetures 900 MWe et 1 300 MWe permettant d'arriver à 50 % de nucléaire dans le mix énergétique en 2025

Demandes
ASN



Sommaire de la présentation

- Actualités en lien avec l'entreposage CU
- Fonctionnement du cycle
- Dossier « Impact Cycle »
 - ✓ Contexte, Instructions et réunions de suivi du cycle
 - ✓ Objectifs de l'instruction
- Scénarios de mix énergétique
 - ✓ Hypothèses communes
 - ✓ Définitions
 - ✓ Impacts sur le cycle
- Conclusions de l'instruction





Scénarios de mix énergétique étudiés

▪ Hypothèses communes retenues en 2015

- ✓ Maintien de l'équilibre des flux de plutonium dans le cycle (plutonium moxé au plus tôt)
- ✓ Continuité du fonctionnement des usines de La Hague pour tout tonnage retraité
- ✓ Occupation des piscines de La Hague par les combustibles des clients non-EDF, les rebuts MOX et les déchets d'exploitation considérée comme constante sur la période étudiée
- ✓ Reprise de l'URTagé des quatre réacteurs de Cruas en 2021
- ✓ Évacuation des ACU d'un réacteur arrêté à la même cadence qu'en fonctionnement pendant 5 ans après son arrêt
- ✓ Mise en service d'un réacteur de type EPR en 2018





Scénarios de mix énergétique étudiés

EDF Référence	EDF Bas	Mix 50% nucléaire en 2025 - Voie 900 MWe	Mix 50% nucléaire en 2025 - Voie 1300 MWe
	Arrêts de réacteurs en 2020	Arrêts de réacteurs entre 2016 et 2025	Arrêts de réacteurs entre 2016 et 2025
Maintien de la production électrique à 420 TWh/an	Baisse de la production électrique de 420 à 408 TWh/an en 2025	Baisse de la production électrique de 420 à 305 TWh/an en 2025	Baisse de la production électrique de 420 à 290 TWh/an en 2025
Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018
Pas d'arrêt de réacteurs	Arrêt de 2 réacteurs 900 MWe du palier CPY en 2020 → Réacteurs MOXés	Arrêt de 19 réacteurs 900 MWe du palier CPY → Réacteurs MOXés	Arrêt de 15 réacteurs 1300 MWe des paliers P4/P'4 → Réacteurs non MOXés





Scénarios de mix énergétique étudiés

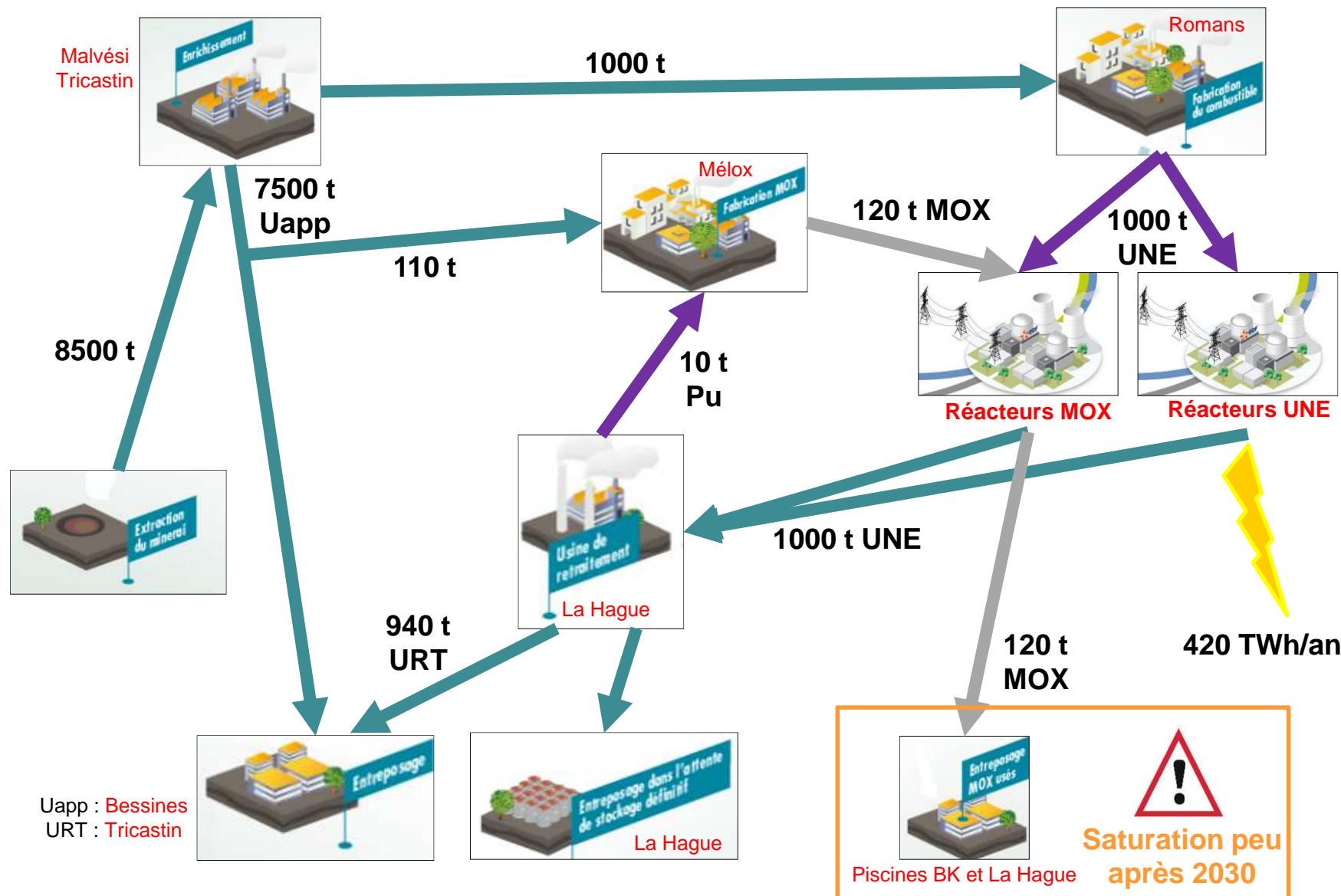
Scénario « de référence » EDF

EDF Référence	EDF Bas	Mix 50% nucléaire en 2025 - Voie 900 MWe	Mix 50% nucléaire en 2025 - Voie 1300 MWe
	Arrêts de réacteurs en 2020	Arrêts de réacteurs entre 2016 et 2025	Arrêts de réacteurs entre 2016 et 2025
Maintien de la production électrique à 420 TWh/an	Baisse de la production électrique de 420 à 408 TWh/an en 2025	Baisse de la production électrique de 420 à 305 TWh/an en 2025	Baisse de la production électrique de 420 à 290 TWh/an en 2025
Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018
Pas d'arrêt de réacteurs	Arrêt de 2 réacteurs 900 MWe du palier CPY en 2020 → Réacteurs MOXés	Arrêt de 19 réacteurs 900 MWe du palier CPY → Réacteurs MOXés	Arrêt de 15 réacteurs 1300 MWe des paliers P4/P'4 → Réacteurs non MOXés



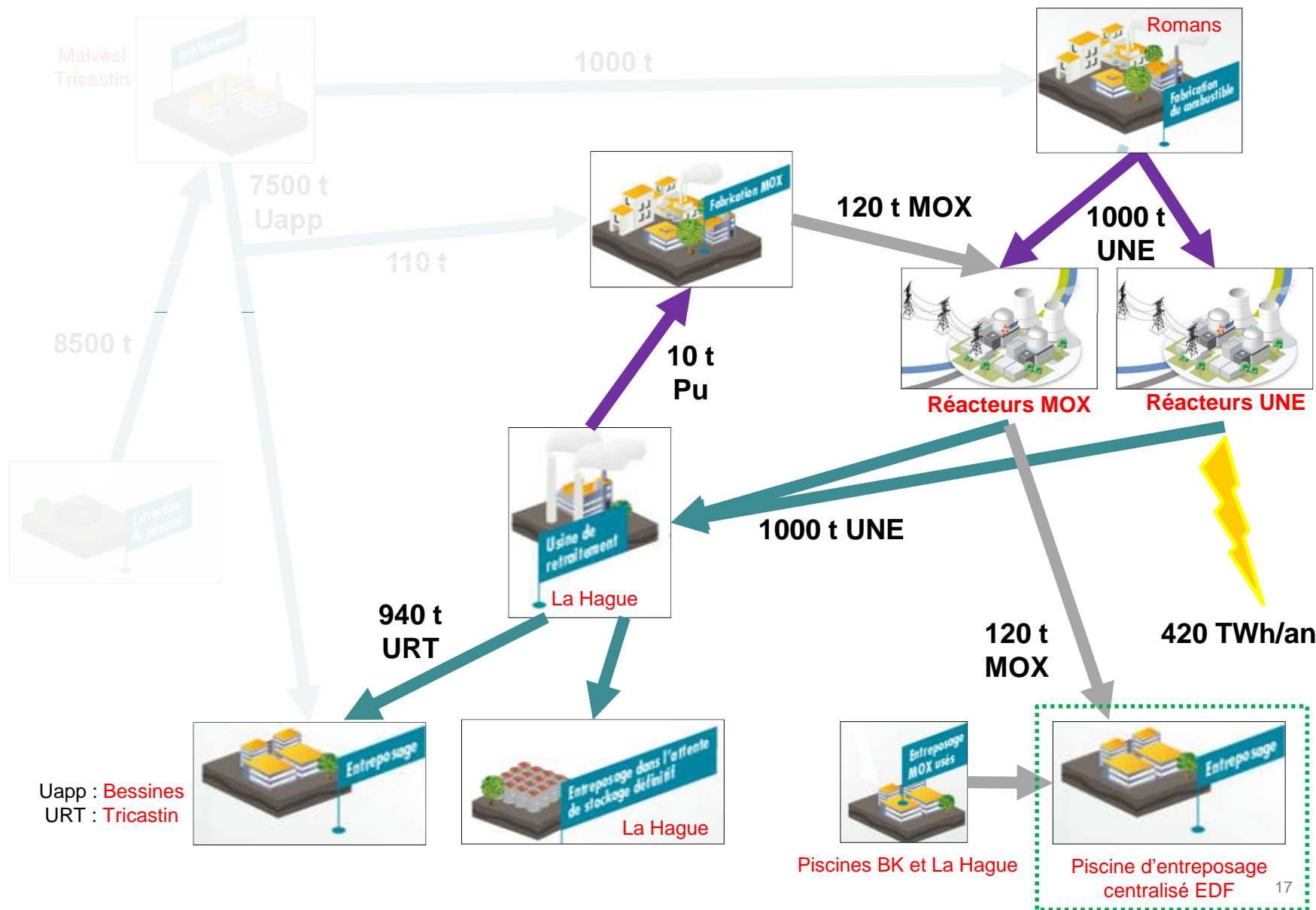
Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario « de référence » EDF



Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario « de référence » EDF





Avis de l'ASN (18 octobre 2018)

- en l'absence d'augmentation du stock de plutonium séparé, quelle que soit l'évolution du parc de réacteurs, la proportion entre la production électrique des réacteurs consommant du combustible MOX et celle des réacteurs consommant du combustible UNE doit être conservée, sur la décennie à venir

besoin

- d'anticiper, au minimum d'une dizaine d'années, toute évolution stratégique du fonctionnement du cycle du combustible
- d'étudier, en termes de sûreté et de radioprotection, les conséquences de la programmation pluriannuelle de l'énergie
- de disposer, dans les meilleurs délais :
 - ✓ Des éléments permettant de statuer sur la faisabilité de l'utilisation de combustible MOX dans les réacteurs de 1 300 MWe.
 - ✓ D'une stratégie d'entreposage des combustibles usés dans l'hypothèse où l'utilisation de combustible MOX dans les réacteurs de 1 300 MWe ne serait pas retenue
- de parades dans l'hypothèse d'un retard de la mise en service de la piscine d'entreposage centralisé
- d'une réévaluation des conséquences d'un arrêt prolongé du retraitement dans une usine de La Hague



Scénarios de mix énergétique étudiés

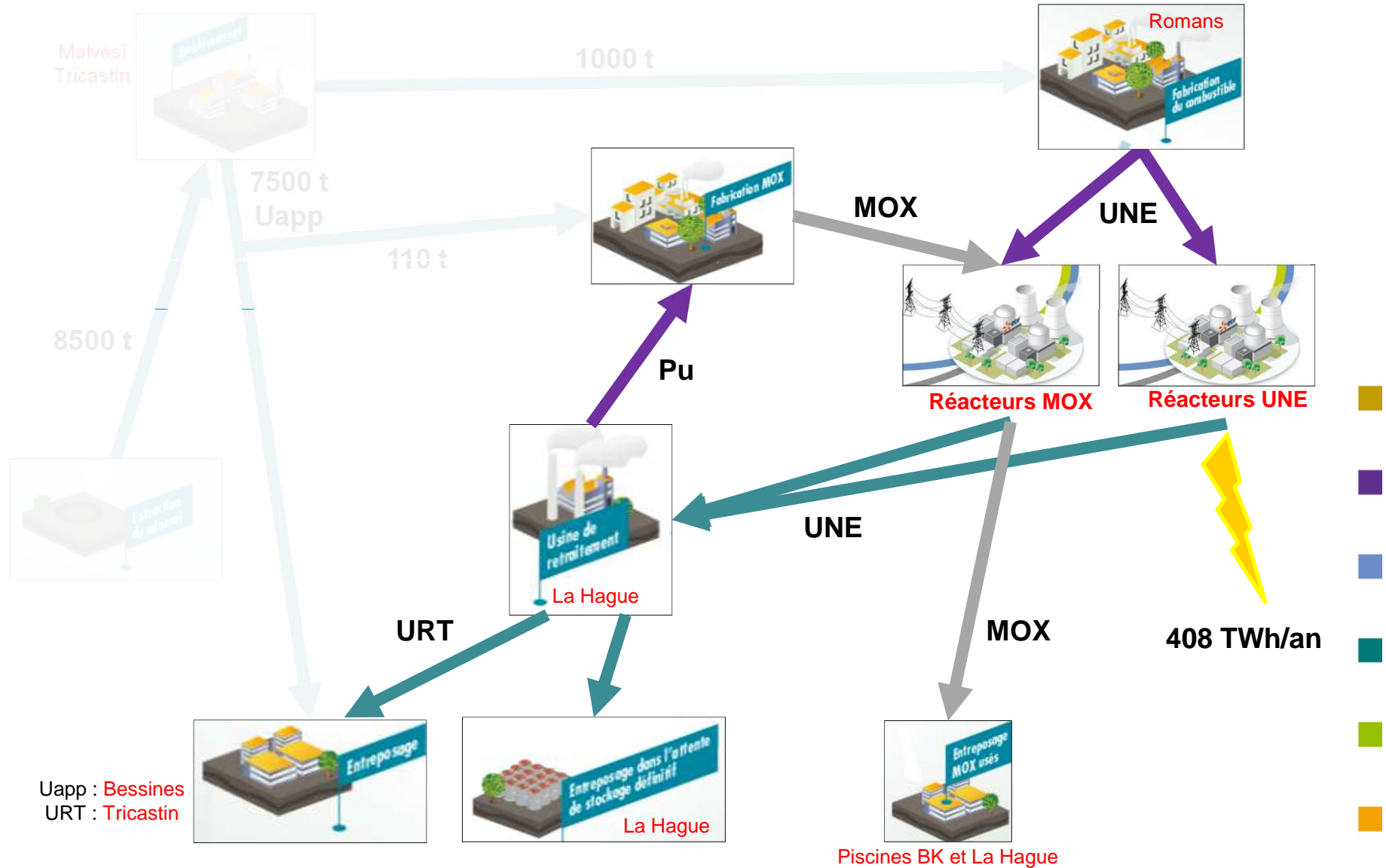
Scénario « production basse » EDF

EDF Référence	EDF Bas	Mix 50% nucléaire en 2025 - Voie 900 MWe	Mix 50% nucléaire en 2025 - Voie 1300 MWe
	Arrêts de réacteurs en 2020	Arrêts de réacteurs entre 2016 et 2025	Arrêts de réacteurs entre 2016 et 2025
Maintien de la production électrique à 420 TWh/an	Baisse de la production électrique de 420 à 408 TWh/an en 2025	Baisse de la production électrique de 420 à 305 TWh/an en 2025	Baisse de la production électrique de 420 à 290 TWh/an en 2025
Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018
Pas d'arrêt de réacteurs	Arrêt de 2 réacteurs 900 MWe du palier CPY en 2020 → Réacteurs MOXés	Arrêt de 19 réacteurs 900 MWe du palier CPY → Réacteurs MOXés	Arrêt de 15 réacteurs 1300 MWe des paliers P4/P'4 → Réacteurs non MOXés



Scénarios de mix énergétique étudiés

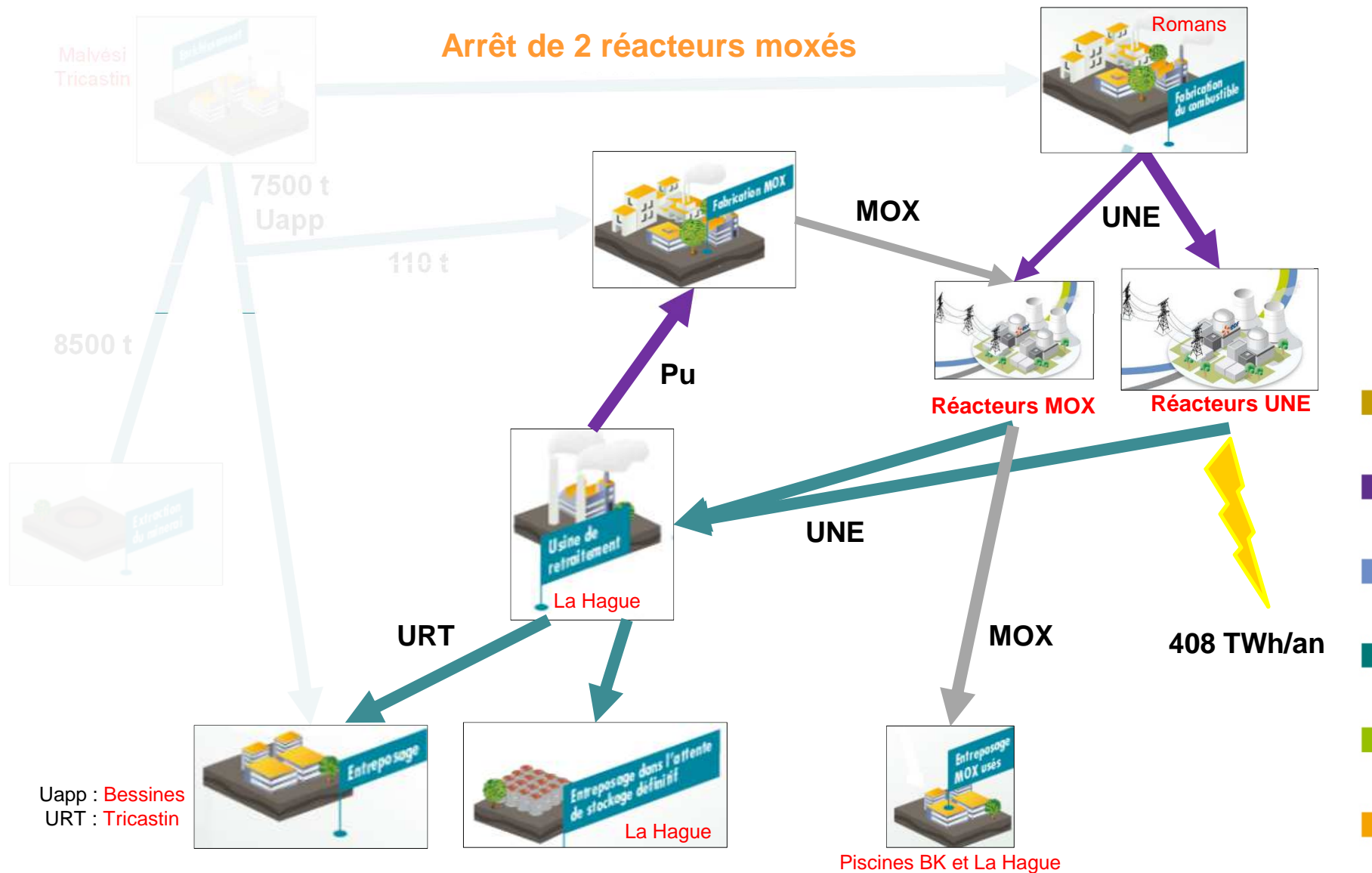
Scénario « production basse » EDF



Uapp : Bessines
URT : Tricastin

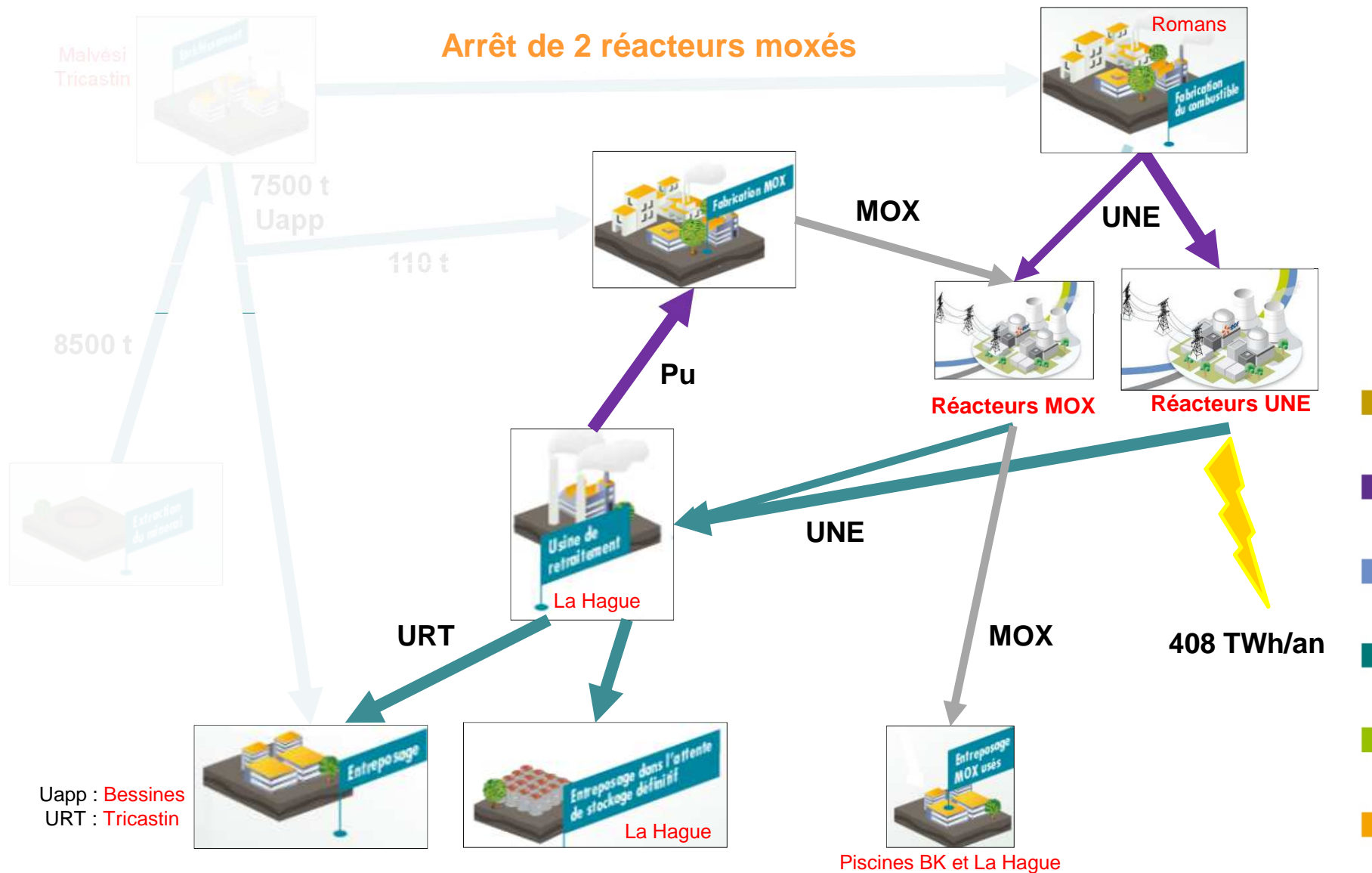
Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario « production basse » EDF



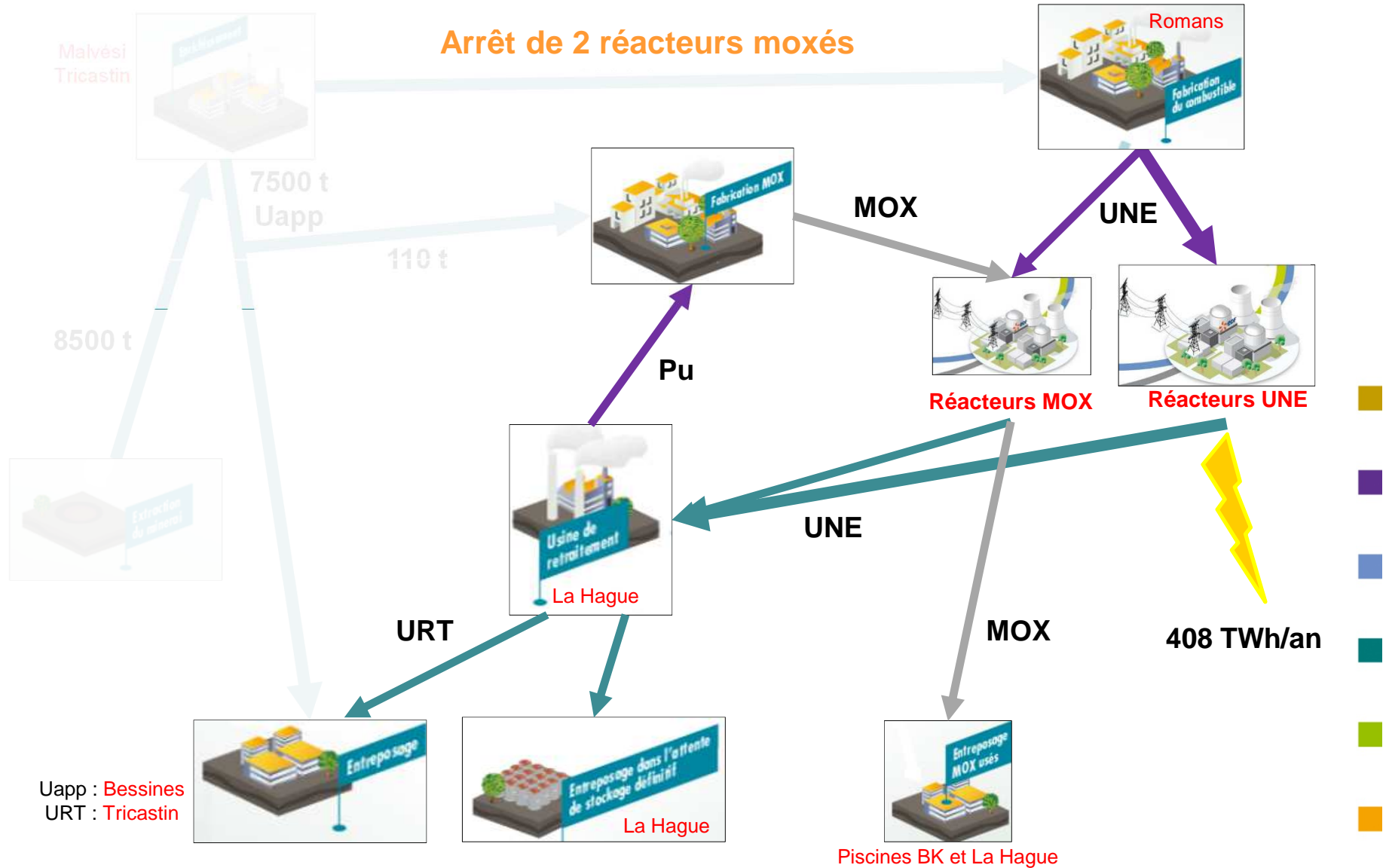
Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario « production basse » EDF



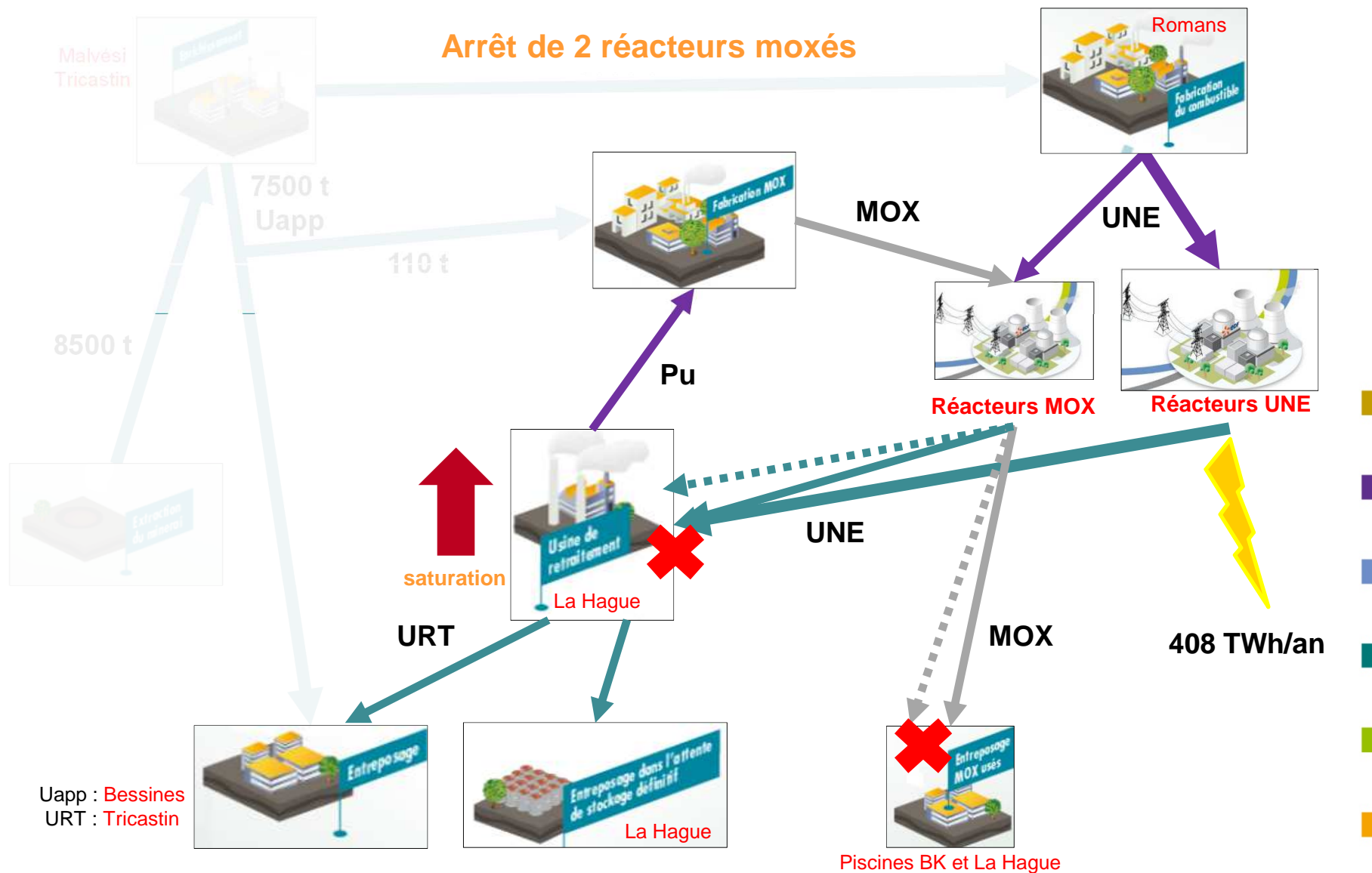
Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario « production basse » EDF



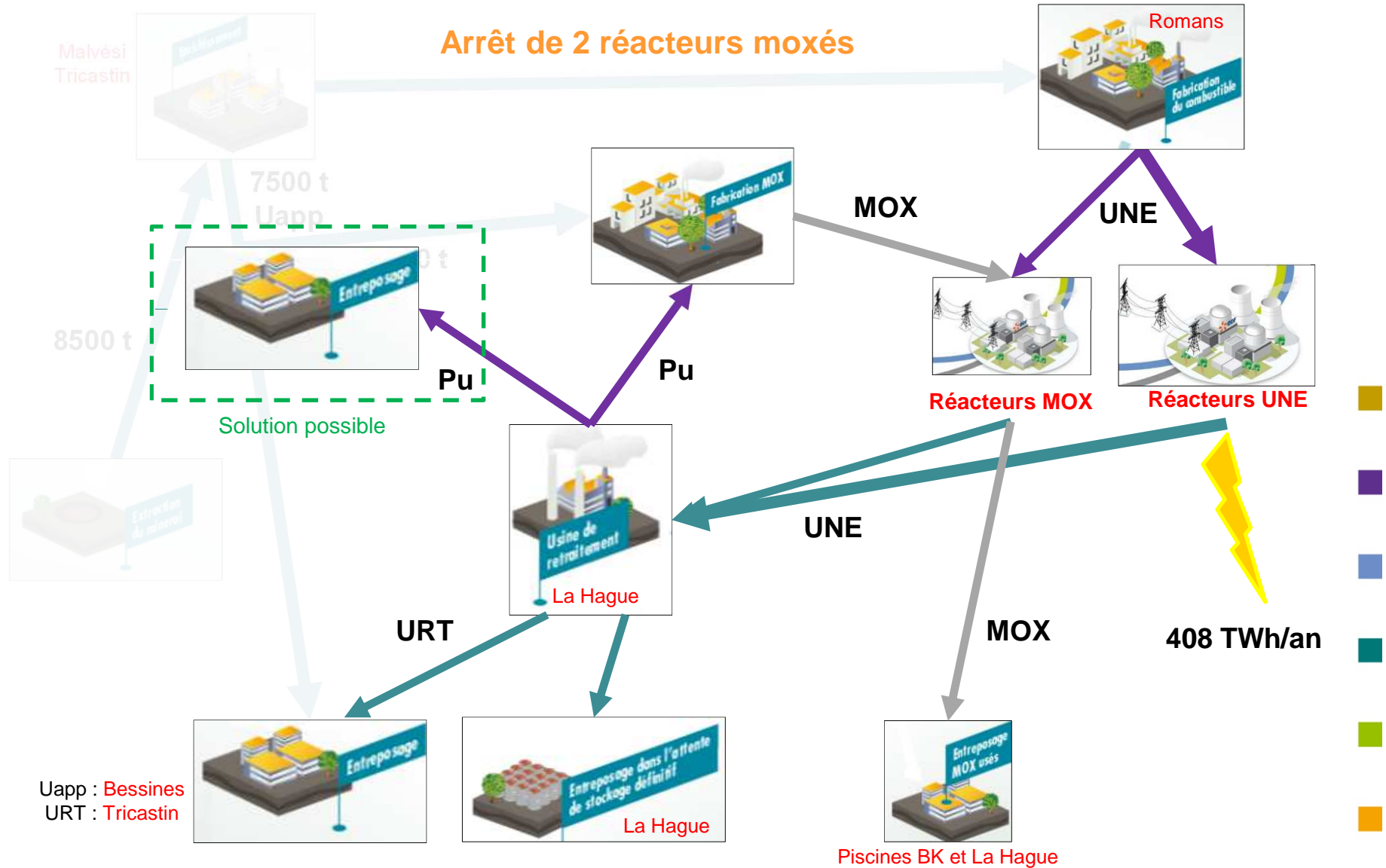
Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario « production basse » EDF



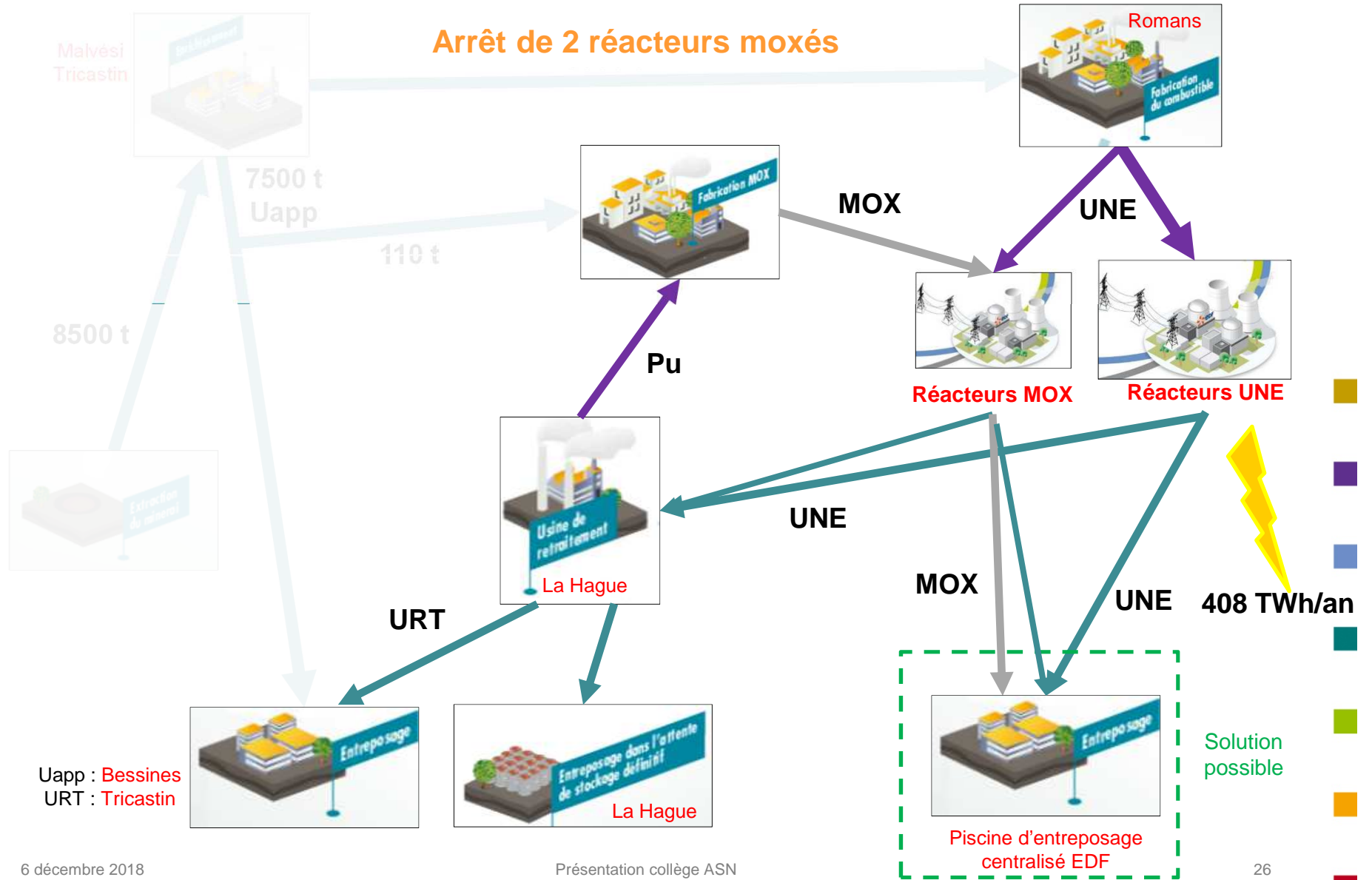
Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario « production basse » EDF



Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario « production basse » EDF





Scénarios de mix énergétique étudiés

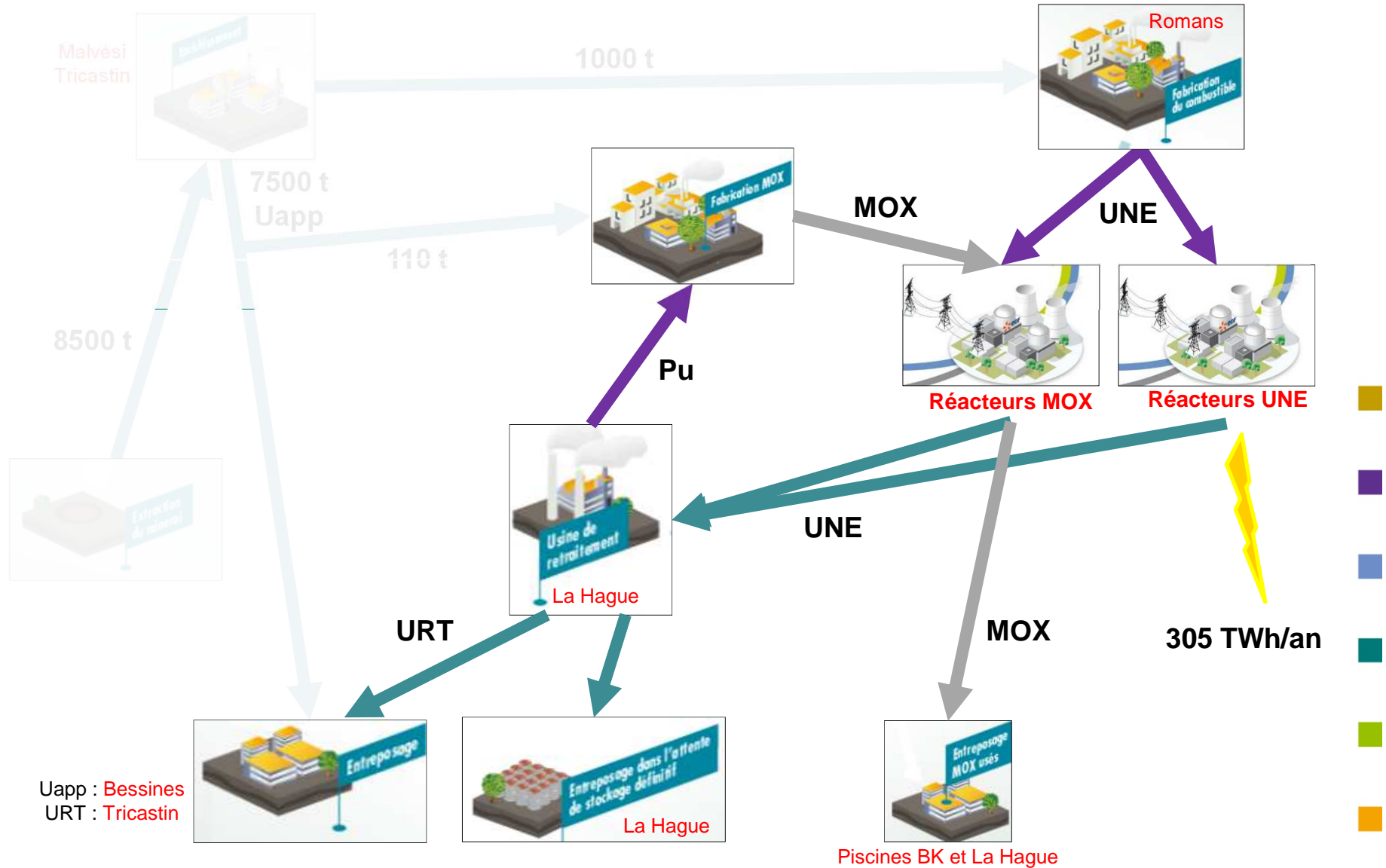
Scénario « Voie 900 » ASN

EDF Référence	EDF Bas	Mix 50% nucléaire en 2025 - Voie 900 MWe	Mix 50% nucléaire en 2025 - Voie 1300 MWe
	Arrêts de réacteurs en 2020	Arrêts de réacteurs entre 2016 et 2025	Arrêts de réacteurs entre 2016 et 2025
Maintien de la production électrique à 420 TWh/an	Baisse de la production électrique de 420 à 408 TWh/an en 2025	Baisse de la production électrique de 420 à 305 TWh/an en 2025	Baisse de la production électrique de 420 à 290 TWh/an en 2025
Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018
Pas d'arrêt de réacteurs	Arrêt de 2 réacteurs 900 MWe du palier CPY en 2020 → Réacteurs MOXés	Arrêt de 19 réacteurs 900 MWe du palier CPY → Réacteurs MOXés	Arrêt de 15 réacteurs 1300 MWe des paliers P4/P'4 → Réacteurs non MOXés



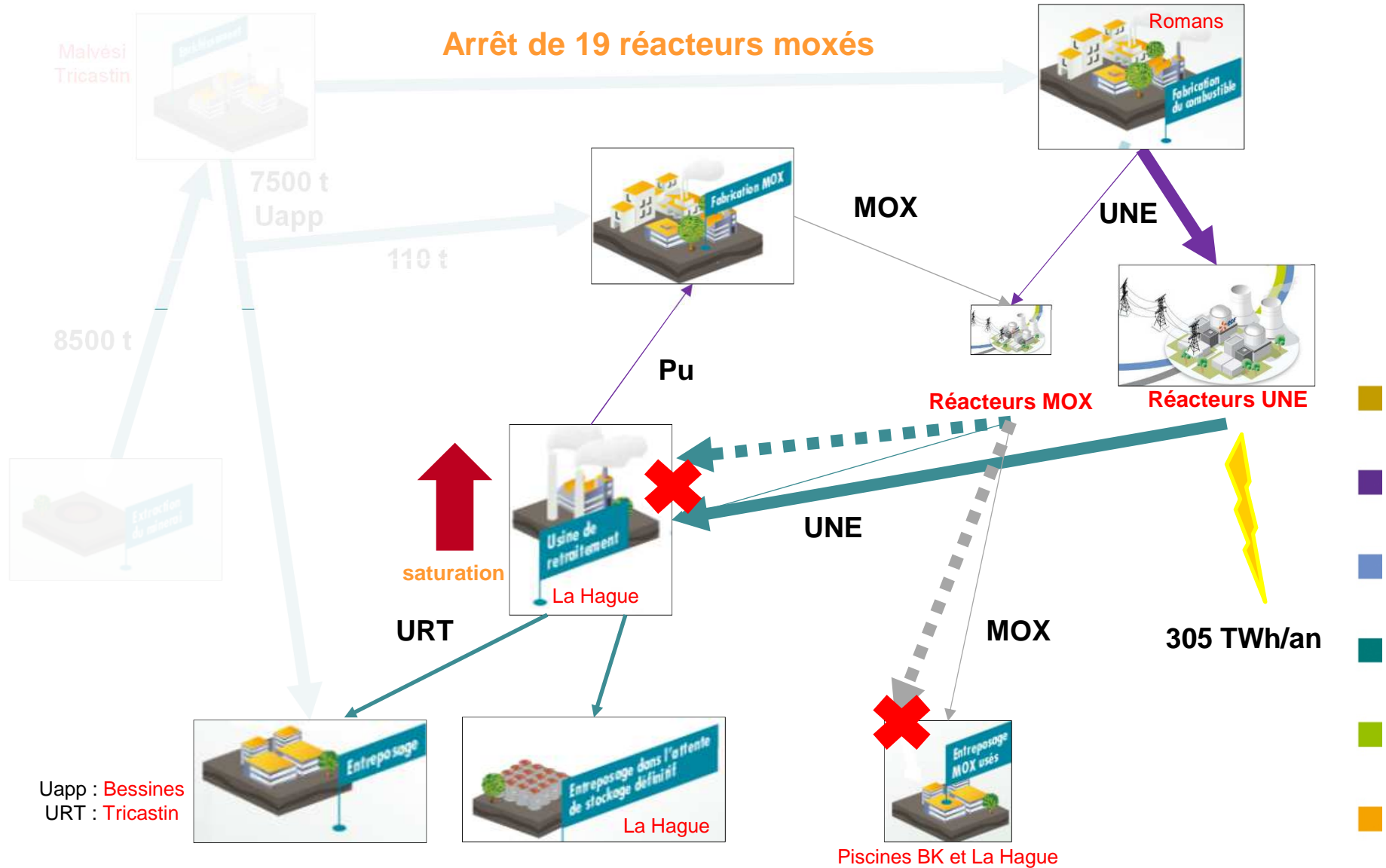
Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario ASN « voie 900 MWe »



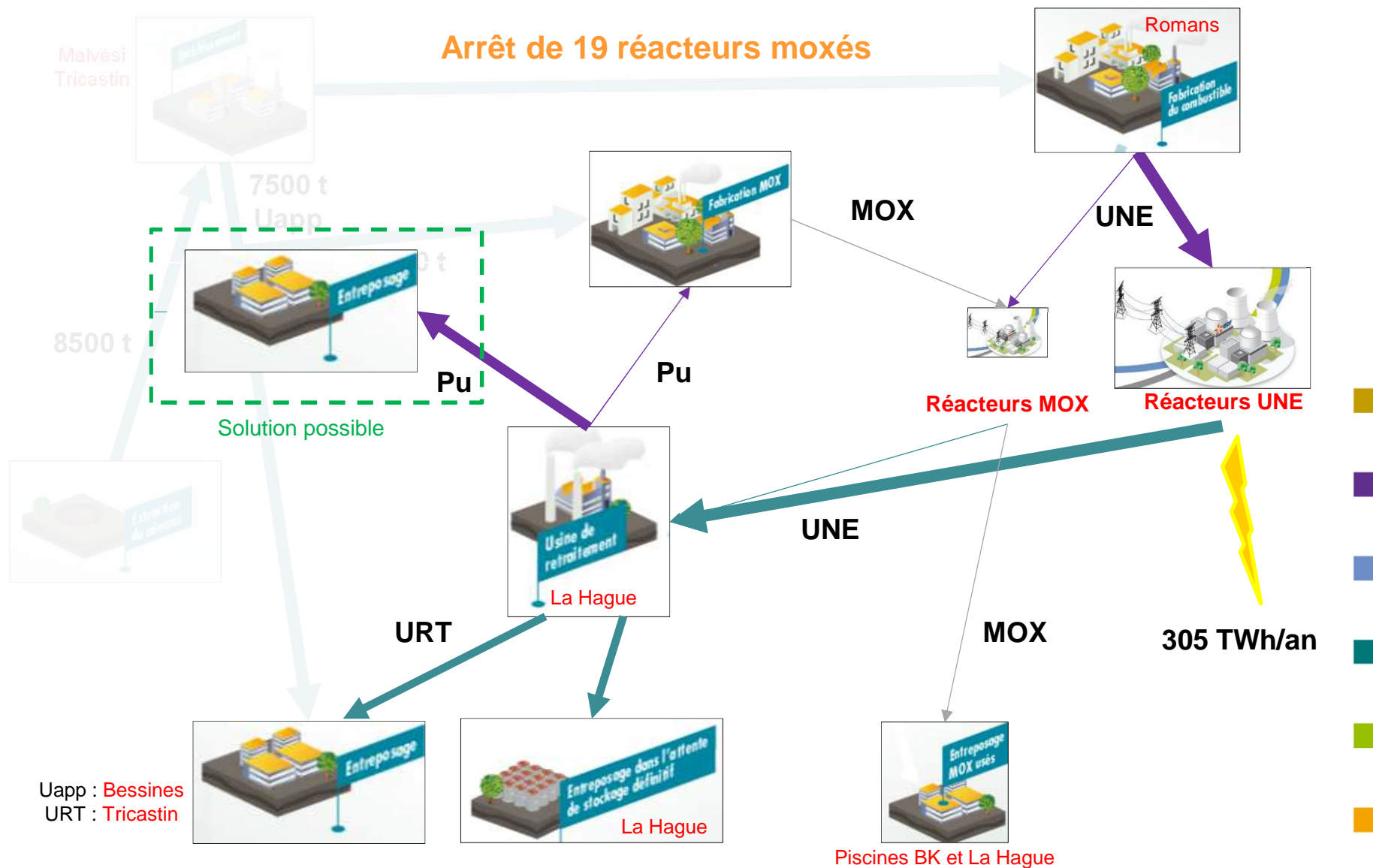
Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario ASN « voie 900 MWe »



Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario ASN « voie 900 MWe »

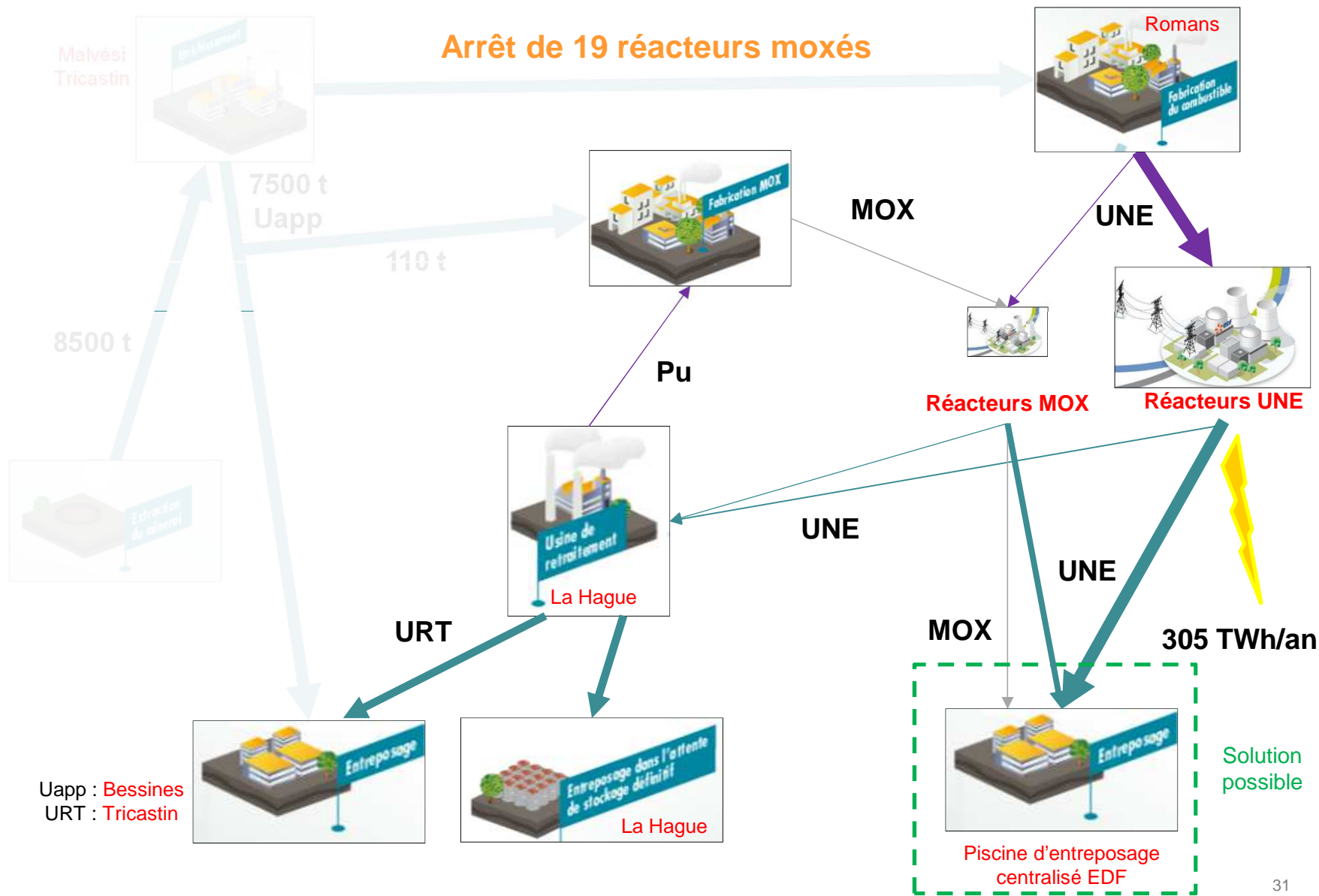


Uapp : Bessines
URT : Tricastin

Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario ASN « voie 900 MWe »

Arrêt de 19 réacteurs moxés





Scénarios de mix énergétique étudiés

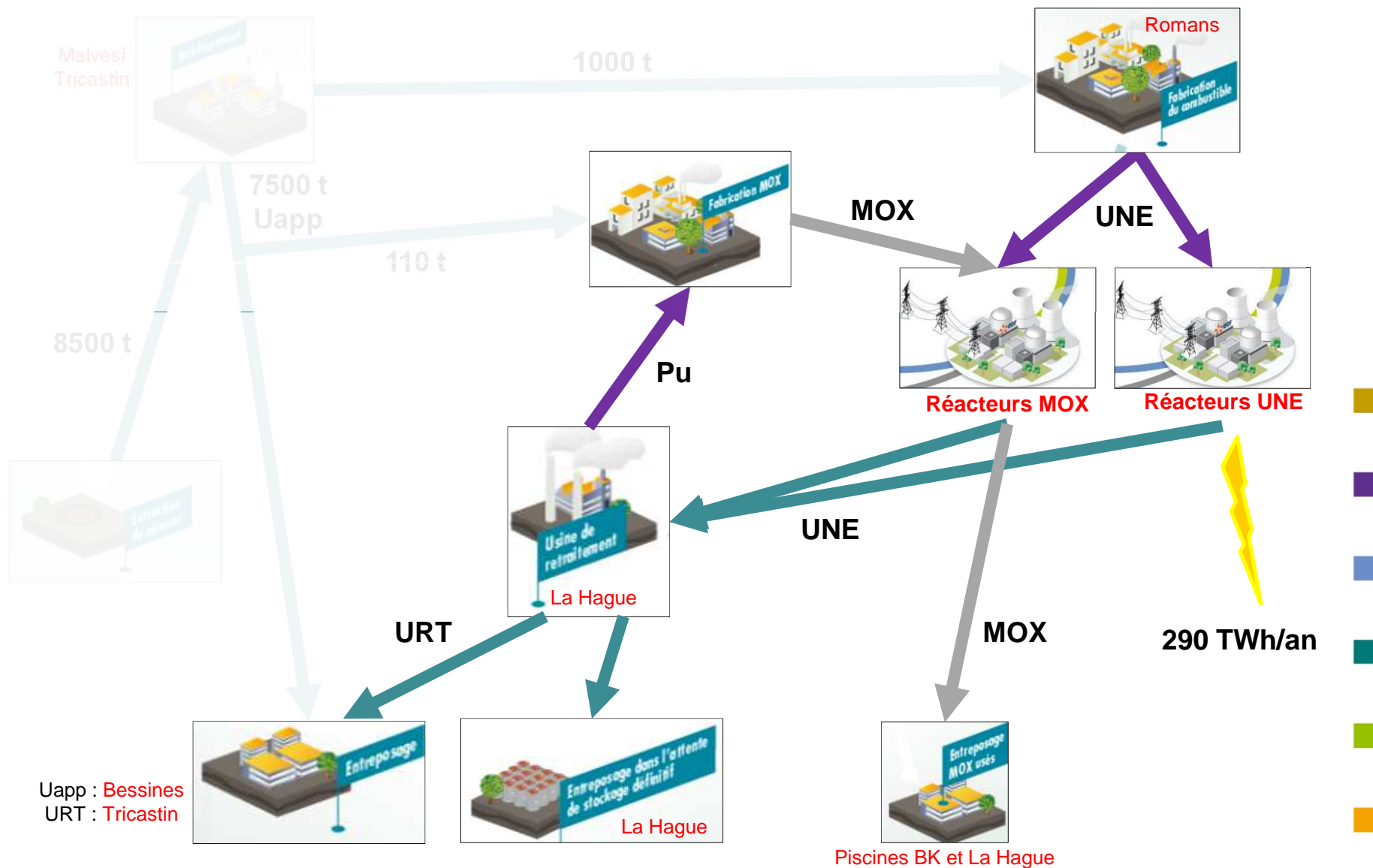
Scénario « Voie 1300 » ASN

EDF Référence	EDF Bas	Mix 50% nucléaire en 2025 - Voie 900 MWe	Mix 50% nucléaire en 2025 - Voie 1300 MWe
	Arrêts de réacteurs en 2020	Arrêts de réacteurs entre 2016 et 2025	Arrêts de réacteurs entre 2016 et 2025
Maintien de la production électrique à 420 TWh/an	Baisse de la production électrique de 420 à 408 TWh/an en 2025	Baisse de la production électrique de 420 à 305 TWh/an en 2025	Baisse de la production électrique de 420 à 290 TWh/an en 2025
Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018	Mise en service de l'EPR en 2018
Pas d'arrêt de réacteurs	Arrêt de 2 réacteurs 900 MWe du palier CPY en 2020 → Réacteurs MOXés	Arrêt de 19 réacteurs 900 MWe du palier CPY → Réacteurs MOXés	Arrêt de 15 réacteurs 1300 MWe des paliers P4/P'4 → Réacteurs non MOXés



Scénarios de mix énergétique étudiés

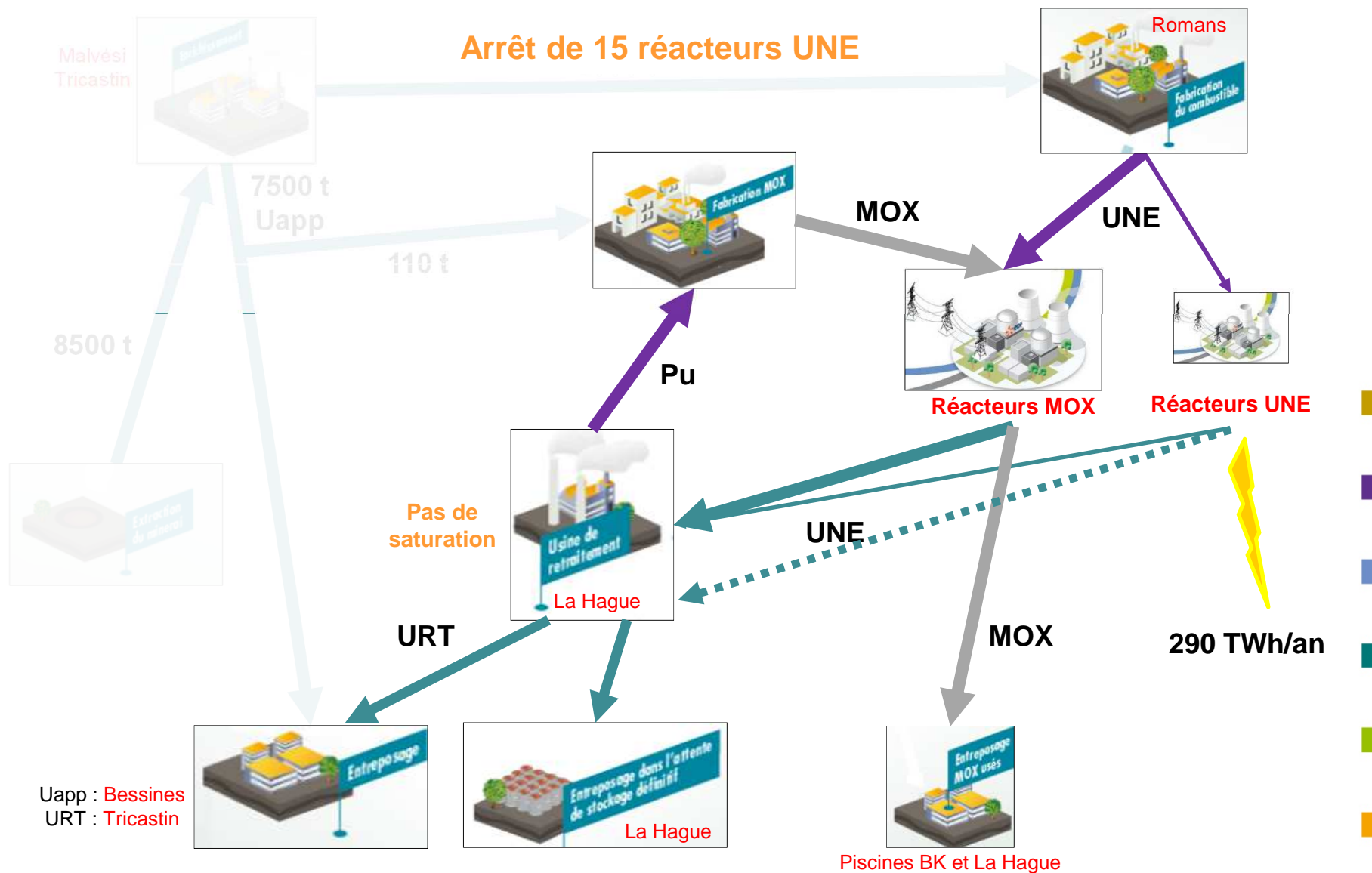
Scénario ASN « voie 1300 MWe »



Uapp : Bessines
URT : Tricastin

Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario ASN « voie 1300 MWe »





Scénarios de mix énergétique étudiés

**Mix 50% nucléaire
en 2025 - Voie
900+1300 (IRSN)**

Arrêts de réacteurs
entre 2019 et 2025

Baisse de la
production électrique
de 420 à 305 TWh/an
en 2025

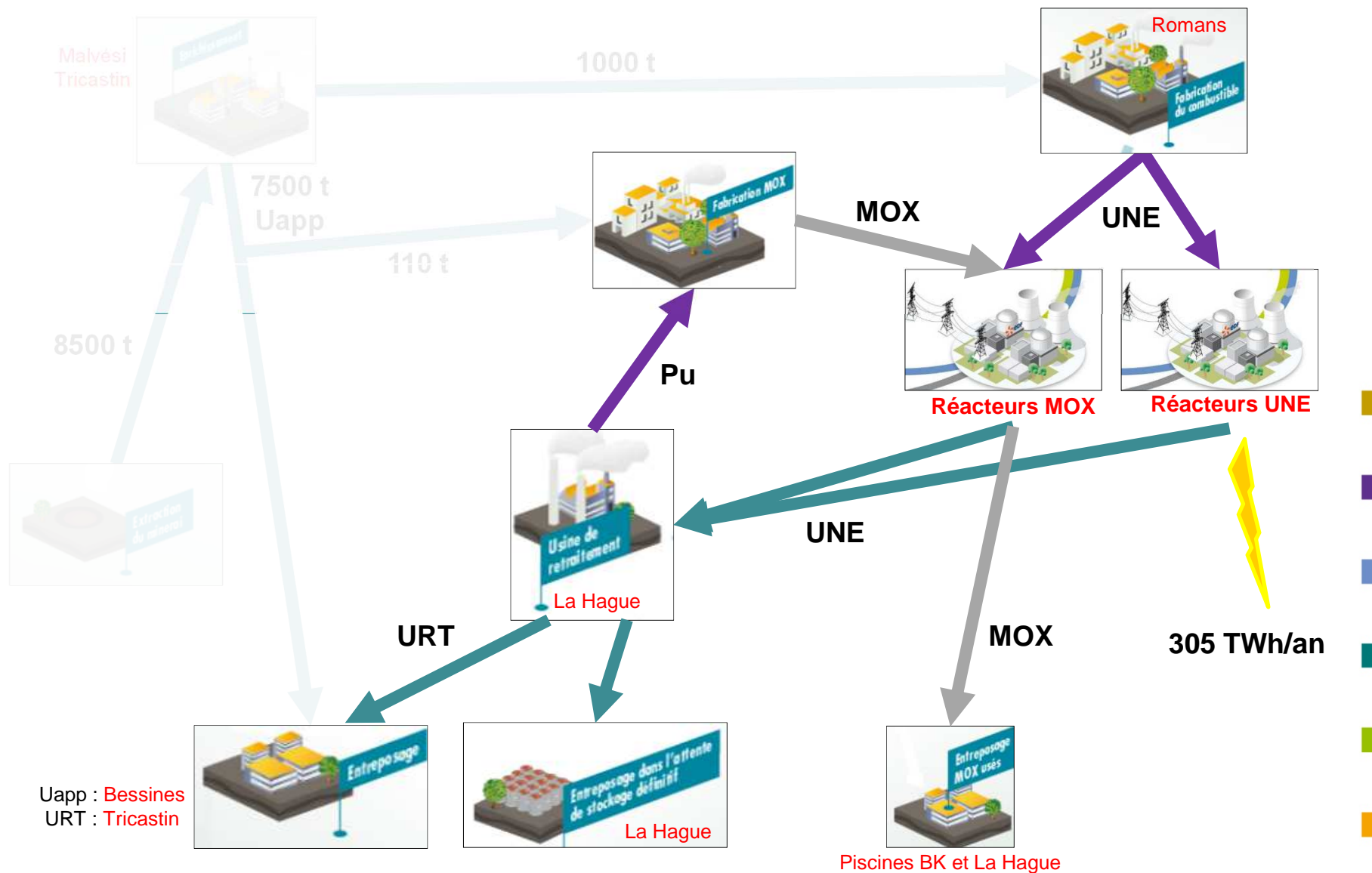
Mise en service de
l'EPR en 2018
Arrêt de deux
réacteurs 900 MWe
du palier CPO

Arrêt de 7 réacteurs
900 MWe (CPO puis
CPY) et de 7
réacteurs 1300 MWe
→ 3 réacteurs MOXés
et 11 réacteurs non
MOXés



Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario IRSN « voie 900+1300 MWe »

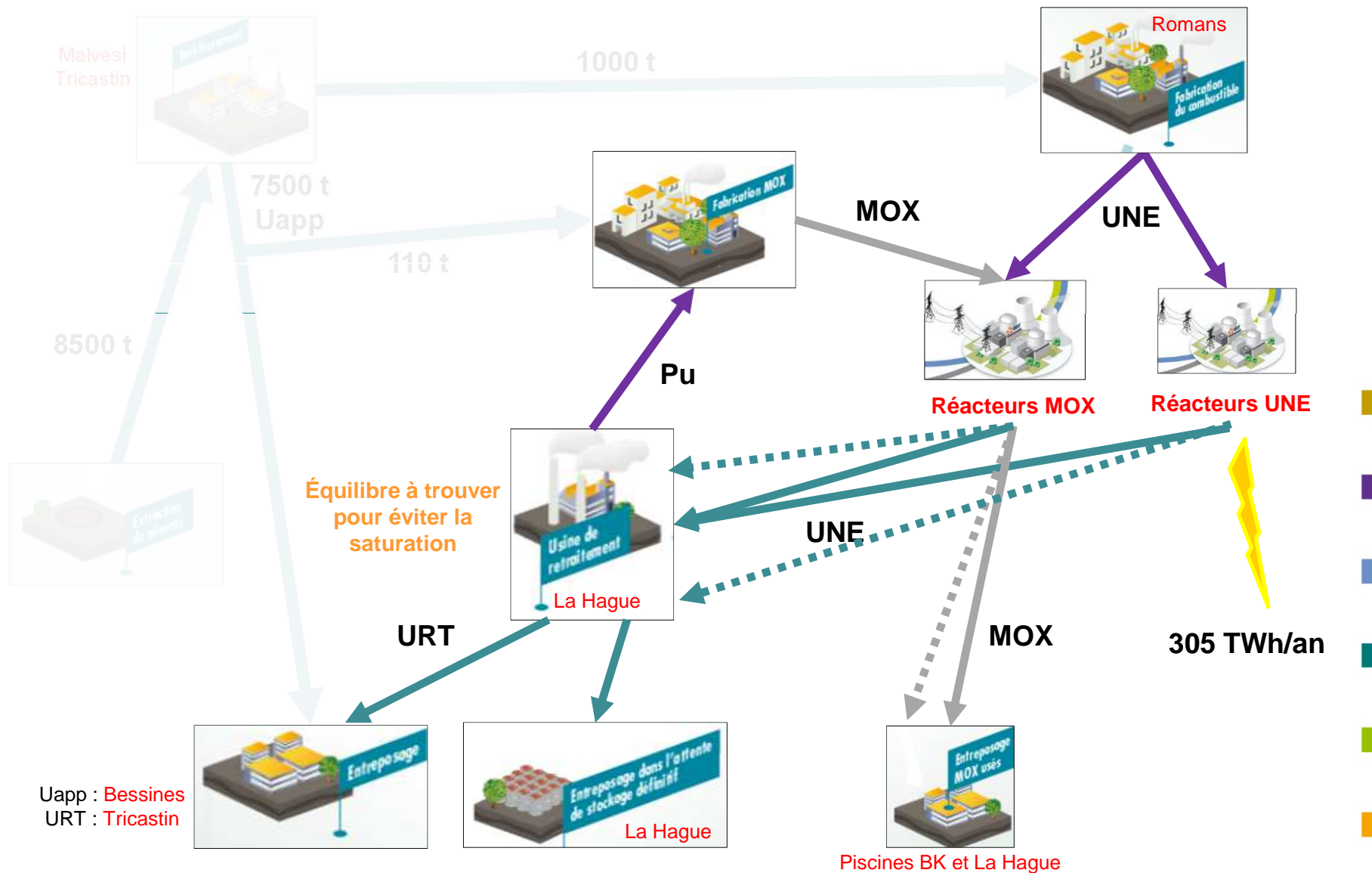


Uapp : Bessines
URT : Tricastin



Scénarios de mix énergétique étudiés

Scénario IRSN « voie 900+1300 MWe »





Sommaire de la présentation

- Actualités en lien avec l'entreposage CU
- Fonctionnement du cycle
- Dossier « Impact cycle »
 - ✓ Contexte, Instructions et réunions de suivi du cycle
 - ✓ Objectifs de l'instruction
- Scénarios de mix énergétique
 - ✓ Définitions
 - ✓ Hypothèses communes
 - ✓ Impacts sur le cycle
- Conclusions





Avis de l'ASN (18 octobre 2018)

- en l'absence d'augmentation du stock de plutonium séparé, quelle que soit l'évolution du parc de réacteurs, la proportion entre la production électrique des réacteurs consommant du combustible MOX et celle des réacteurs consommant du combustible UNE doit être conservée, sur la décennie à venir

besoin

- d'anticiper, au minimum d'une dizaine d'années, toute évolution stratégique du fonctionnement du cycle du combustible
- d'étudier, en termes de sûreté et de radioprotection, les conséquences de la programmation pluriannuelle de l'énergie
- de disposer, dans les meilleurs délais :
 - ✓ Des éléments permettant de statuer sur la faisabilité de l'utilisation de combustible MOX dans les réacteurs de 1 300 MWe.
 - ✓ D'une stratégie d'entreposage des combustibles usés dans l'hypothèse où l'utilisation de combustible MOX dans les réacteurs de 1 300 MWe ne serait pas retenue
- parades dans l'hypothèse d'un retard de la mise en service de la piscine d'entreposage centralisé
- conséquences d'un arrêt prolongé du retraitement dans une usine de La Hague devront être réévaluées



Avis de l'ASN (18 octobre 2018)

- Pour plus d'information :

<https://www.asn.fr/Informer/Actualites/L-ASN-rend-son-avis-relatif-a-la-coherence-du-cycle-du-combustible-nucleaire-en-France>

- Complété par une lettre de suite adressée à EDF

- ✓ Plusieurs demandes précisant l'avis de l'ASN
- ✓ Demande de l'impact de la PPE six mois après la publication des décrets PPE

- Échanges avec la DGEC sur le suivi de la cohérence du cycle





Merci pour votre attention

