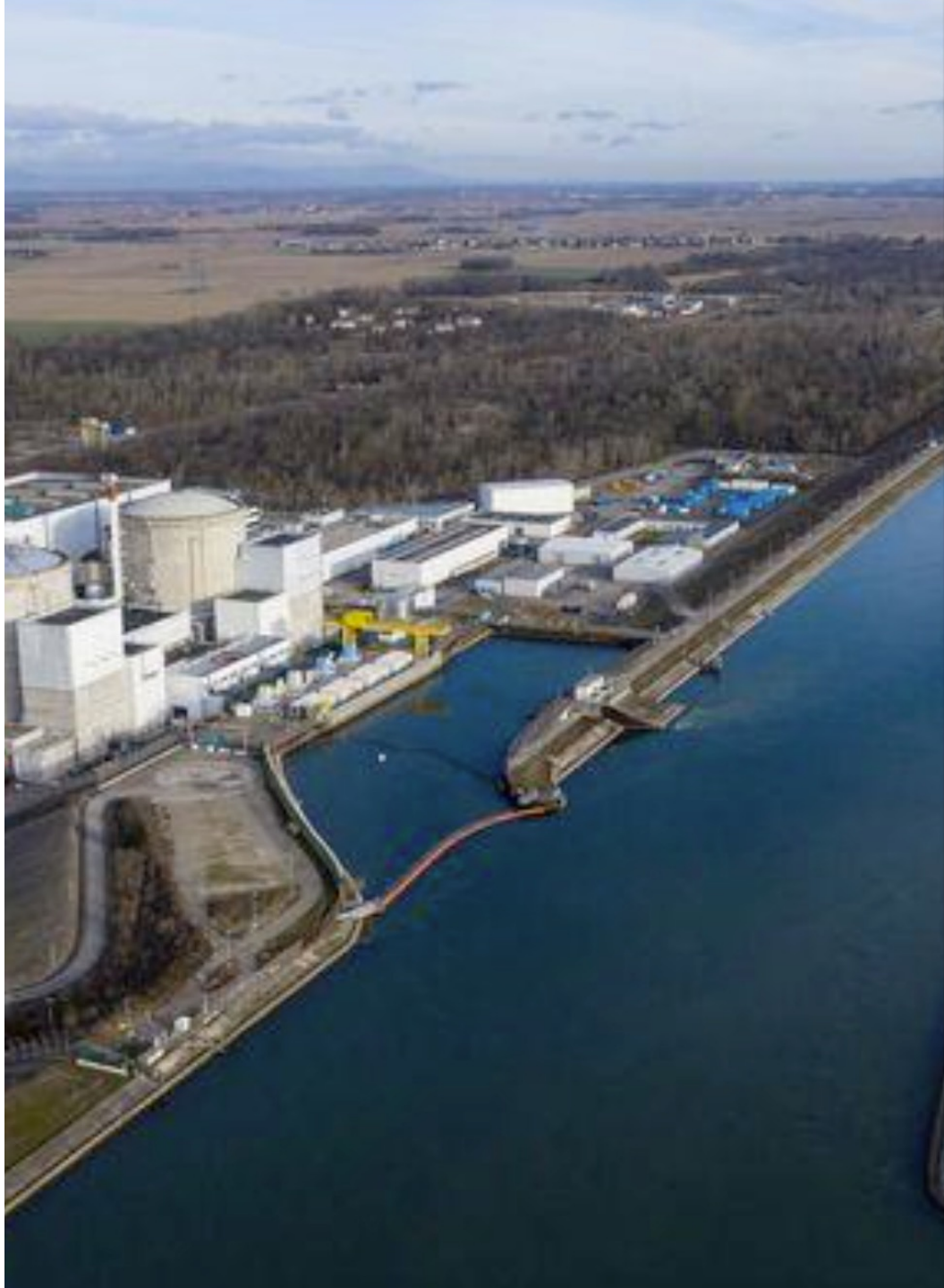
Modélisation prospective des impacts environnementaux liés au démantèlement du CNPE de Fessenheim

Marc Allemann, Maria Boltoeva, Olivier Courson, Axelle Genty, Sylvia Georg, Mehdi Iguider, Haldan Koffi, Gaetana Quaranta
IPHC, UMR CNRS 7178, Université de Strasbourg

quaranta@unistra.fr



Rappel concernant le projet PostAtomVie

Objectif général

Evaluation des impacts environnementaux

liés à la phase de fin de vie

du CNPE de Fessenheim :

écotoxicité aquatique, réchauffement climatique .

Approche méthodologique

Approche analytique
par Axelle Genty

Etude du devenir d'éléments chimiques dans l'écosystème rhénan : en amont et en aval de la centrale nucléaire de Fessenheim

Approche par modélisation
par Mehdi Iguider

Evaluation des impacts atmosphérique et aquatique potentiels au cours du démantèlement

Analyse du cycle de vie (ACV) prospective du démantèlement du CNPE de Fessenheim

- **Objectif scientifique**: Modélisation prospective des impacts environnementaux lors de la phase de fin de vie du CNPE de Fessenheim

- **But** : Aider à la décision politique en matière de gestion de déchets radioactifs et de gestion environnementale territoriale.

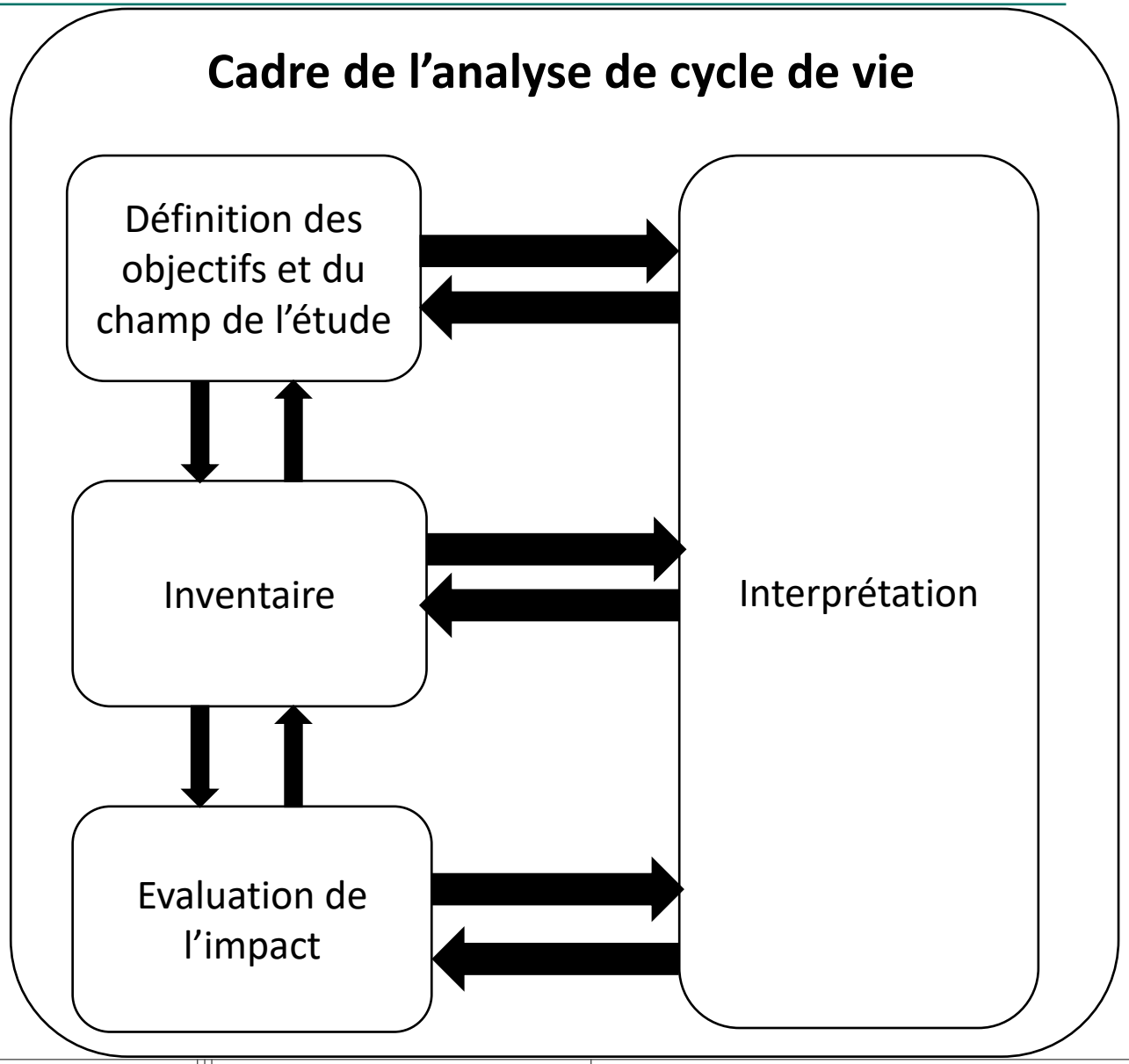
Qu’est ce que l’ACV ?

Objectifs et portée
- Description
- Bibliothèques

Inventaire
- Processus
- Étape du produit
- Descriptions du système
- Types de déchets
- Paramètres

Étude d'impact
- Méthodes
- Configurations du calcul

Interprétation
- Interprétation
- Liens de document

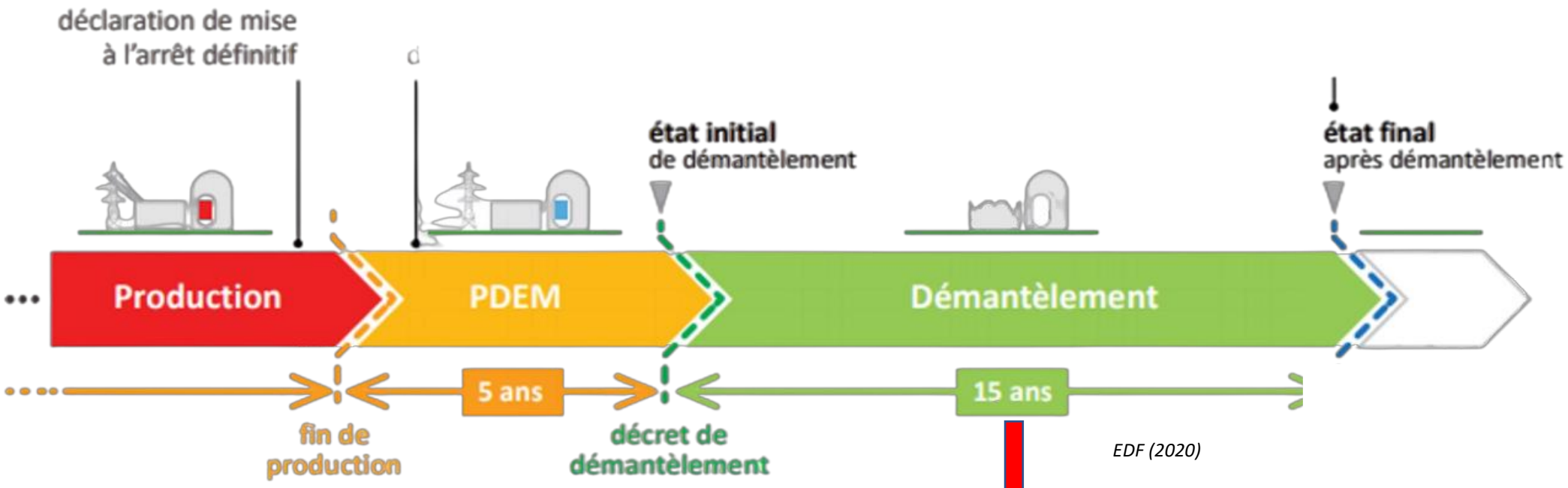


Présentation CNPE

EDF (2020)

- **CNPE Fessenheim**: 2 réacteurs REP 900MW
- **Mise en service**: 30 décembre 1977 et 18 mars 1978
- **Mise à l'arrêt définitive**: 30 juin 2020
- **Production totale**: 447 TWh

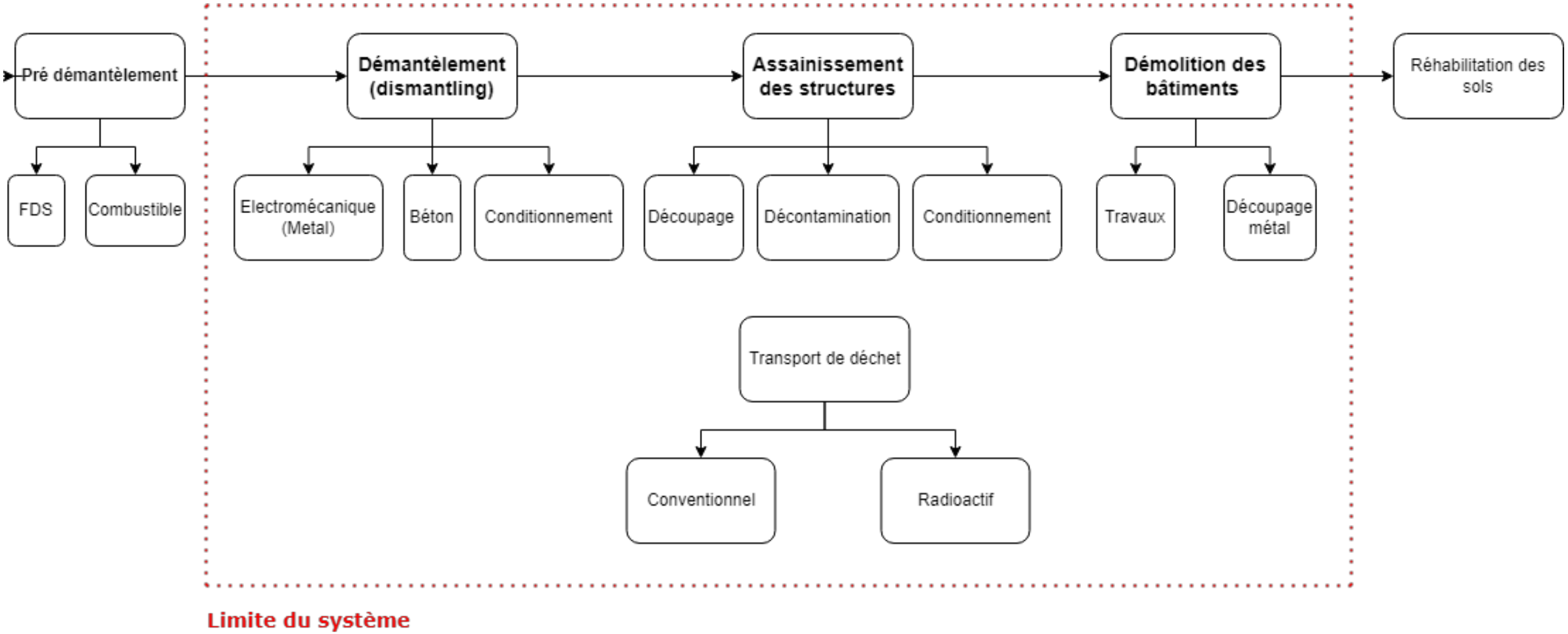
Contexte



EDF (2020)

- Étape 1 : Démantèlement électromécanique
- Étape 2 : Assainissement des structures
- Étape 3 : Démolition des bâtiments

Contexte



Unité fonctionnelle: ***« Le démantèlement d'une centrale nucléaire (Fessenheim) »***
Functional unit*: « One decomissioning of Fessenheim NPP »*

Inventaire

- Composition de l'inventaire (54 documents):
  - Articles scientifiques
  - Rapports de démantèlement
  - Règlementation
  - Cartes routière et ferroviaire

Auteur	Nature des données	Sujet étudié
Bozdağ *et al.* (2007)	Consommation d'électricité par m²	Consommation d'énergie des bâtiments lors de leurs cycles de vie
EDF (2020)	Quantité de déchets conventionnels et radioactifs	Plan de démantèlement du CNPE de Fessenheim
ANDRA (2018)	Quantité de mortier besoin Modalité de transport de déchet radioactifs	Règlementation liée aux classifications des déchets nucléaires, leurs conditionnements et leurs transport
Rohde (EWN) (2008)	Assainissement Découpage de métal	Démantèlement du CNPE Lubmin
Lunser/Seier (2014)	Quantité de diesel besoin pour le béton	Démantèlement du CNPE Lubmin
Koltun (2018)	Quantité de différents types de déchets conventionnel	ACV du CNPE GT-MHR
Open Street Map	Superficie des bâtiments du CNPE de Fessenheim	Carte « open source » avec image satellite
Open Railway Map	Distance pour le transfert des déchets radioactifs Source d'énergie pour les trains	Carte « open source » des chemins de fer

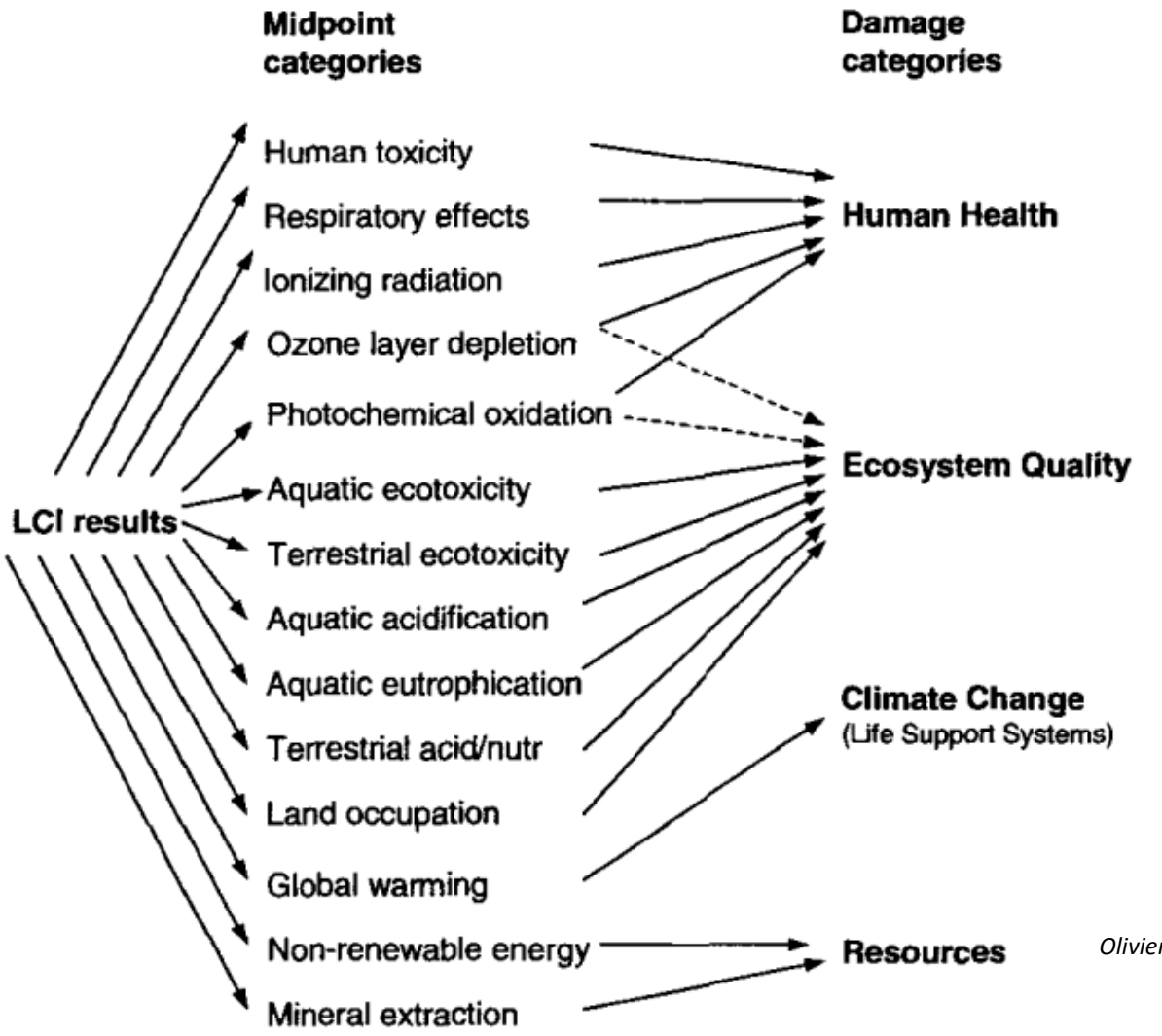
Inventaire

- SIMAPRO 9.3: logiciel de modélisation d'ACV

	Démantèlement			Assainissement			Démolition		Transport de déchet	
	Entrée d'énergie									
Type de traitement	**Électromécanique**	**Béton**	**Conditionnement**	**Décontamination**	**Découpage**	**Conditionnement**	**Travaux**	**Découpage metal**	**Démolition**	**Radioactif**
Energie totale(kwh)	-	-	-	-	-		**414166**	-	-	-
Diesel total (l)	-	**6699.8**	-	-	-		**1311811**	-	-	-
Transport en (tkm) route	-	-	-	-	-		-	-	**15120000**	**61014800**
Transport en (tkm) train éléctrique	-	-	-	-			-	-	-	**73800000**
Transport en (tkm) train diesel	-	-	-	-	-		-	-	-	**5200000**
	Entrée de materiaux									
Oxygène (m^3)	**34426**	-	-	-	**2979.1**		-	**265735**	-	-
Acetylène (m^3)	**18118.5**	-	-	-	**1567.9**		-	**139861**	-	-
Hydrogène (m^3)	**3623.7**	-	-	-	**313.6**		-	**27972**	-	-
Argon (m^3)	**3623.7**	-	-	-	**313.6**		-	**27972**	-	-
Eau (m^3)	-	-	-	**1280**	-		-	-	-	-
steel gravel (tonnes)	-	-	-	**61.4**	-		-	-	-	-
Acide phosphoreux (m^3)	-	-	-	**30**	-		-	-	-	-
Acide oxalique (tonne)	-	-	-	**16.6**	-		-	-	-	-
Mortier pour FAMA VC (tonnes)	-	-	**129773**	-	-	**15987**	-	-	-	
Mortier pour MAVL (tonnes)	-	-	**911.1**	-	-		-	-	-	

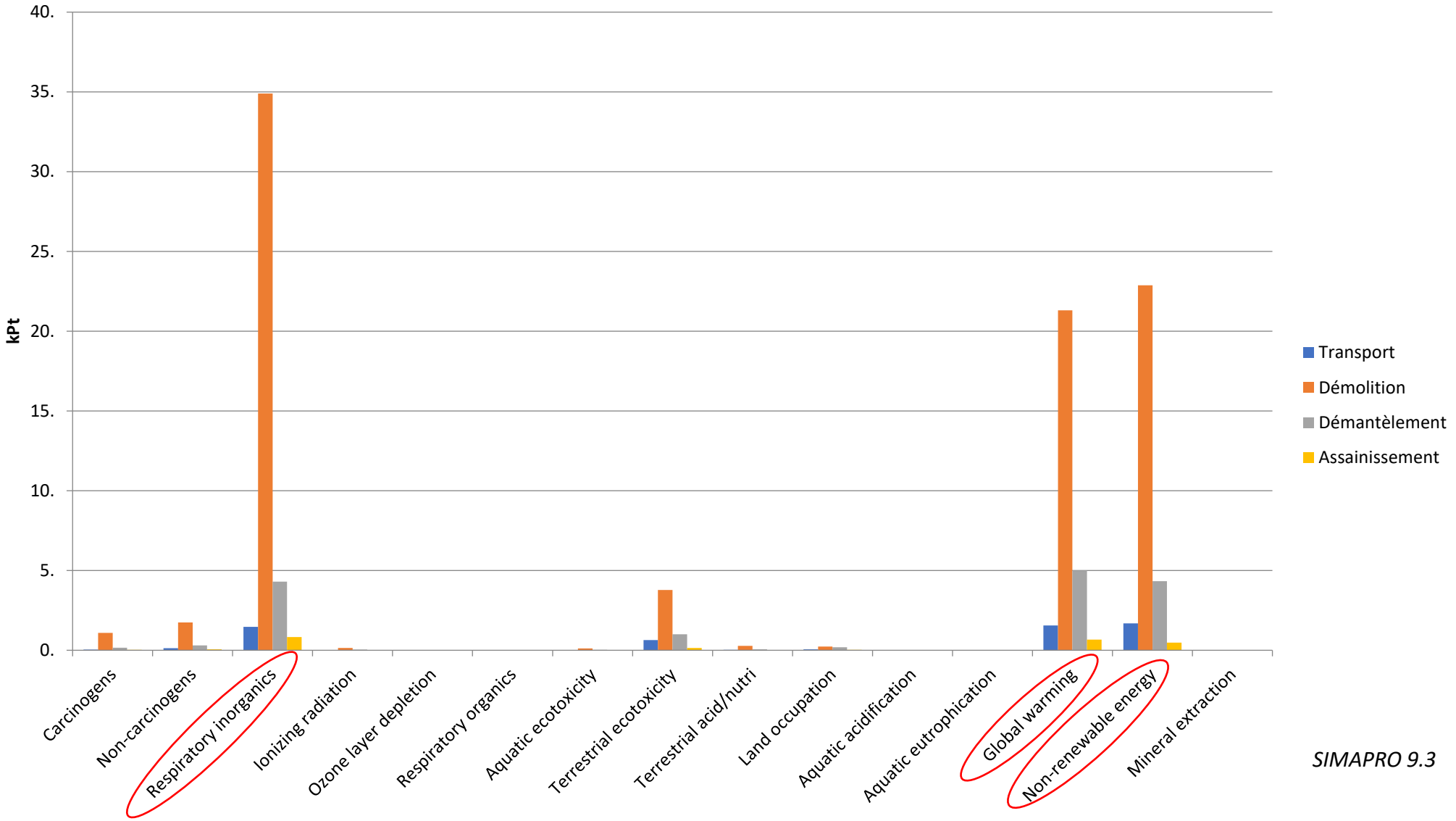
Etude d'impact

- Méthode IMPACT 2002+ :Eco-indicator 99 , CML 2002, IPCC 2001 et IMPACT 2002



Olivier Jolliet (2003)

Etude d'impact

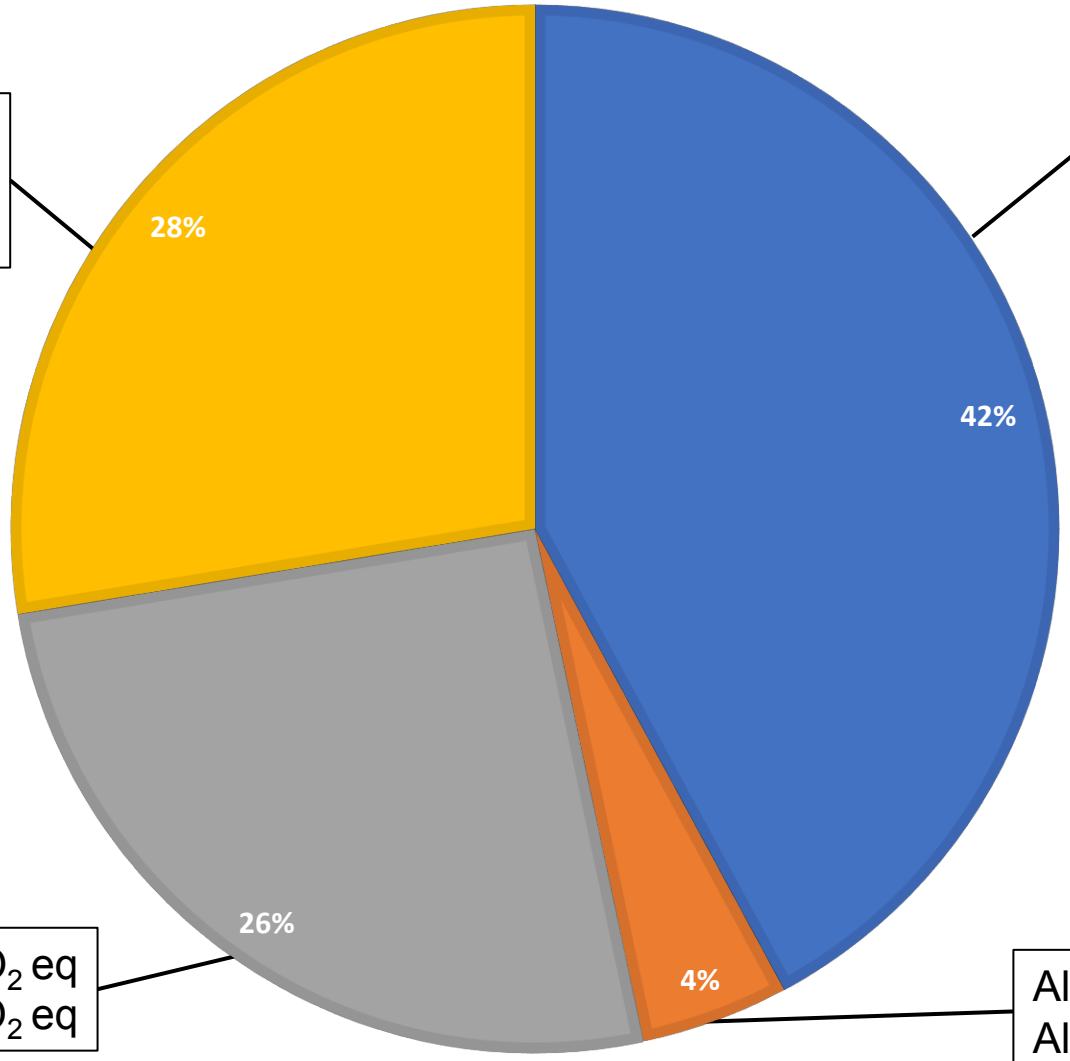


SIMAPRO 9.3

Etude d'impact

Catégorie d'impact (mid-point)	Unité de référence
Effets respiratoires (inorganiques)	kg PM2.5 eq
Écotoxicité terrestre	kg Triéthylène glycol eq
Réchauffement global	kg CO_2 eq
Utilisation d'énergies non renouvelables	MJ

Contribution des polluants aux impacts dominants



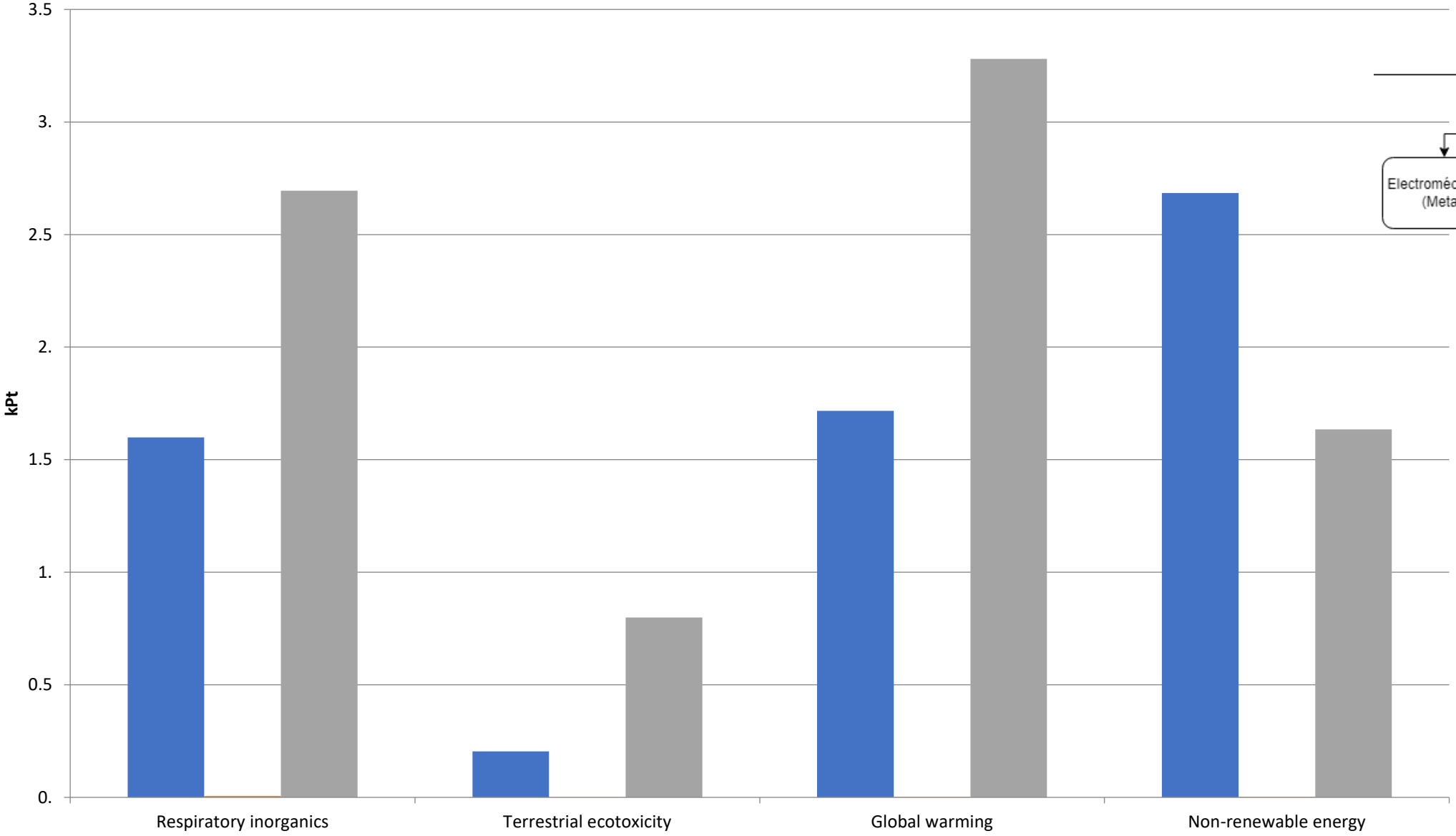
< 2.5 µm: 238 t PM2.5 eq
Oxyde d'azote: 68 t PM2.5 eq
Dioxyde de soufre: 46 t PM2.5 eq

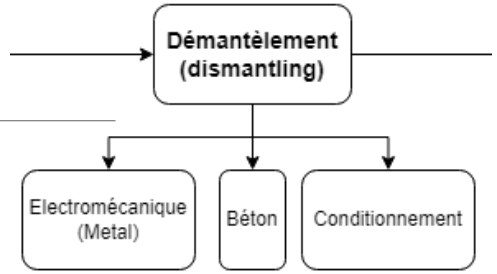
Charbon: 1261 TJ primaire
Gaz naturel: 792 TJ primaire
Uranium: 761 TJ primaire

Dioxyde de carbone: 201 kton CO_2 eq
Méthane: 5705 t CO_2 eq

Aluminium (Sol): 4064 kton TEG soil
Aluminium (Air): 1216 kton TEG soil

Etude d'impact démantèlement

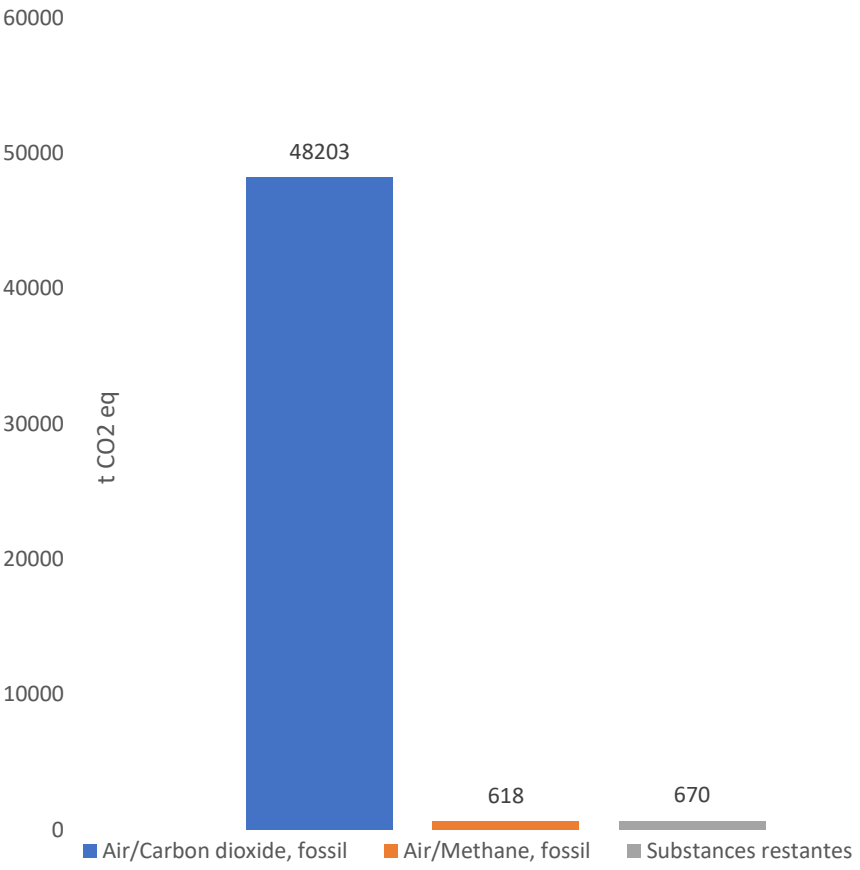




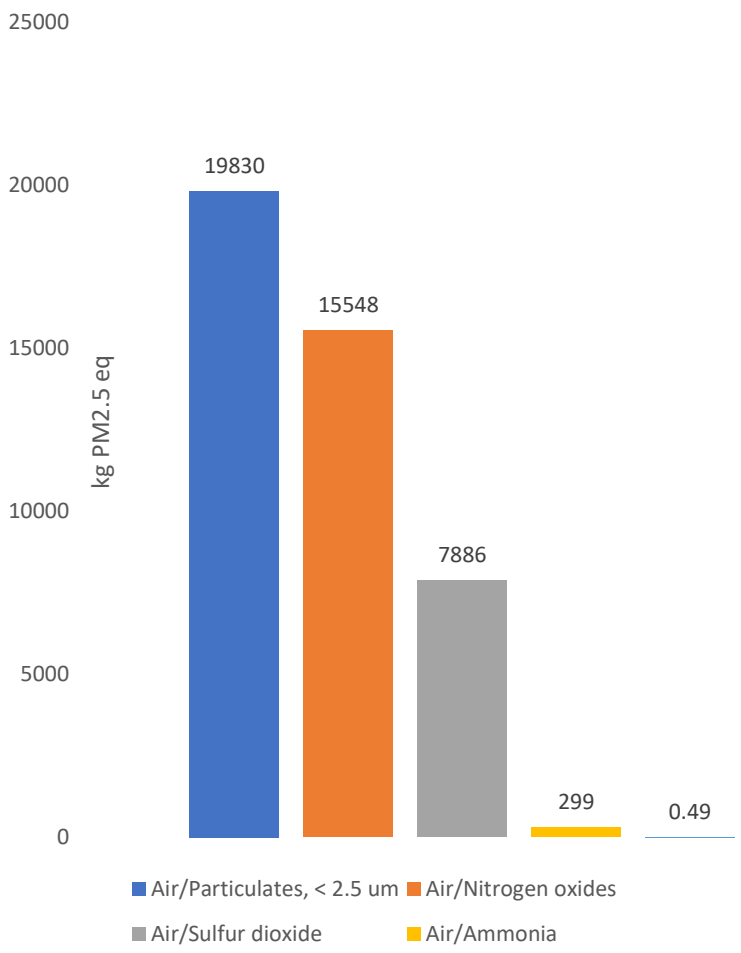
Démantèlement :

- Électromécanique
- Béton
- Conditionnement

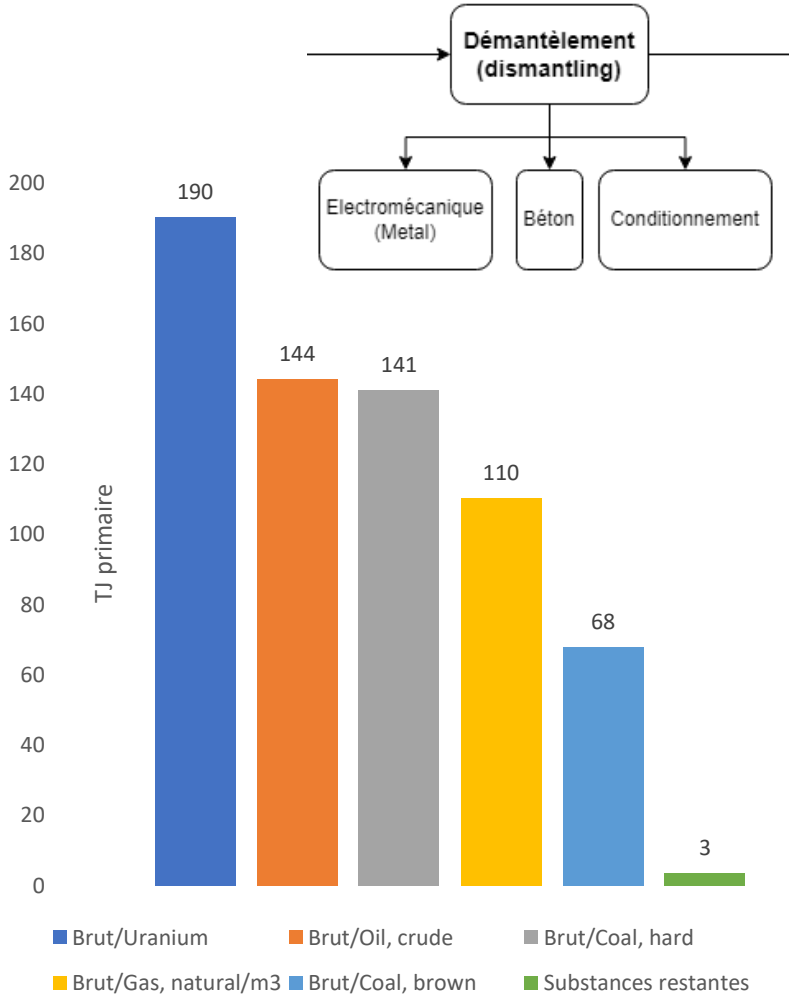
Etude d'impact démantèlement



Réchauffement climatique

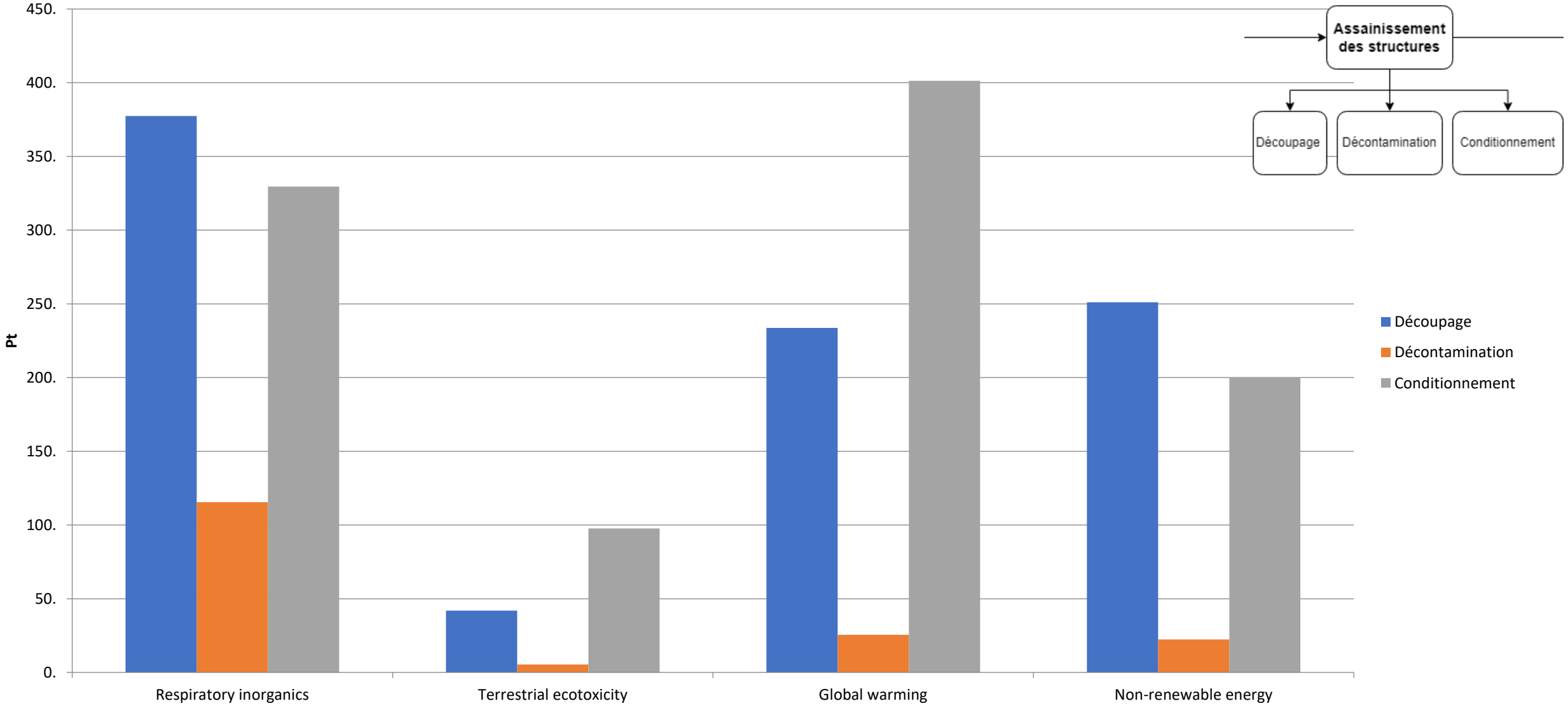


Effet respiratoire inorganique

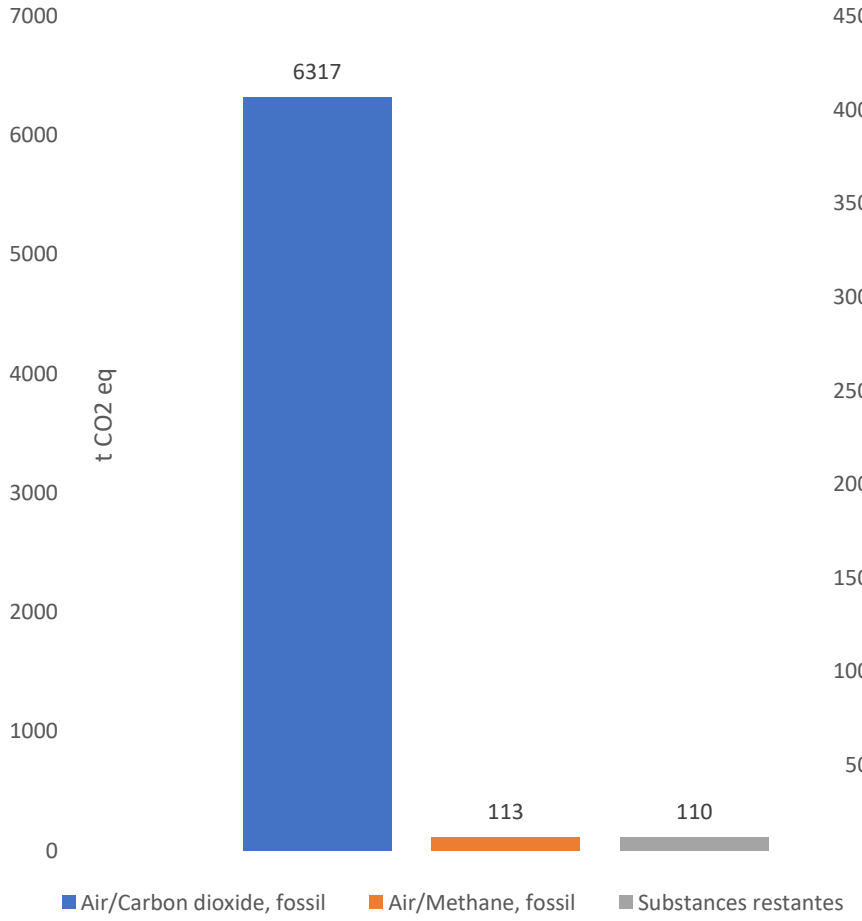


Utilisation de ressources non-renouvelables

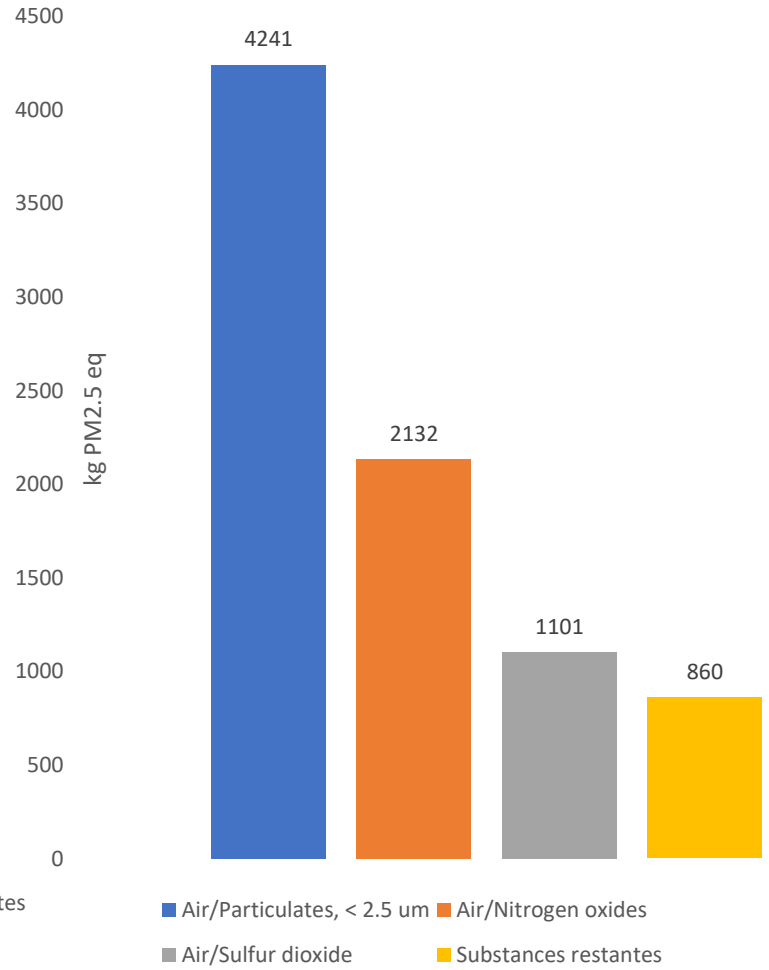
Etude d'impact assainissement



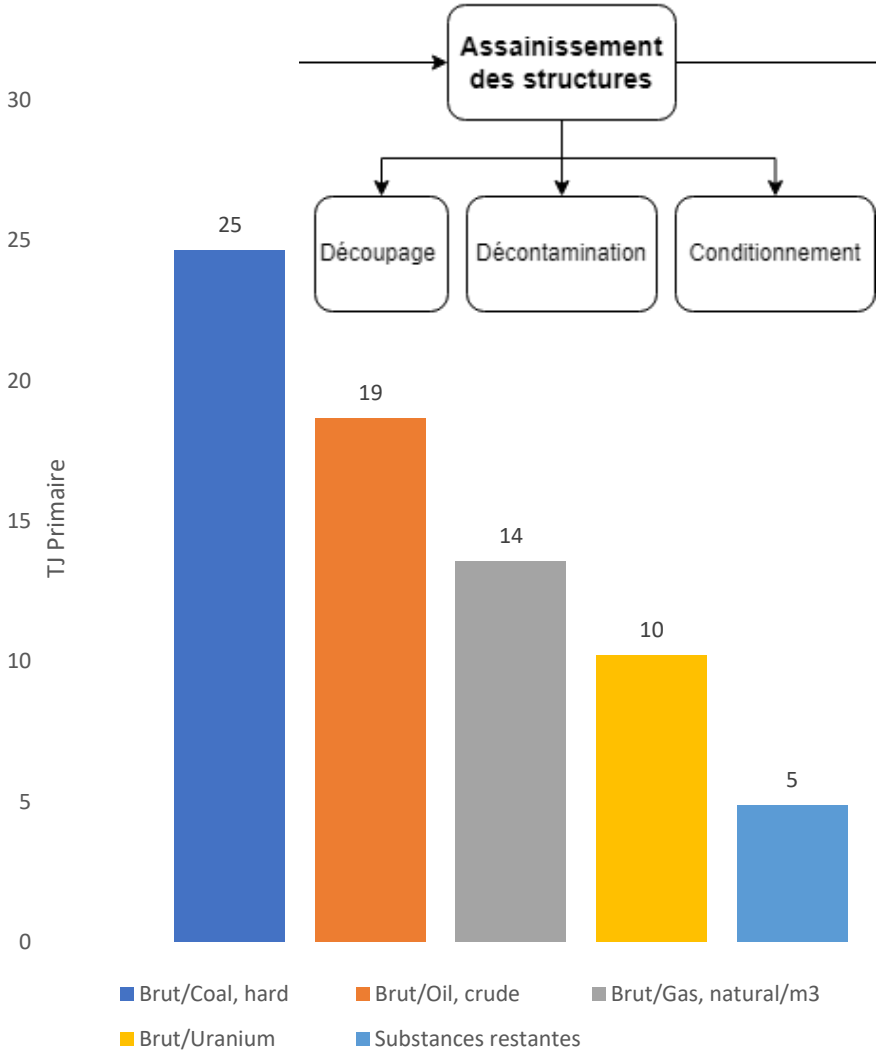
Etude d'impact assainissement



Réchauffement climatique

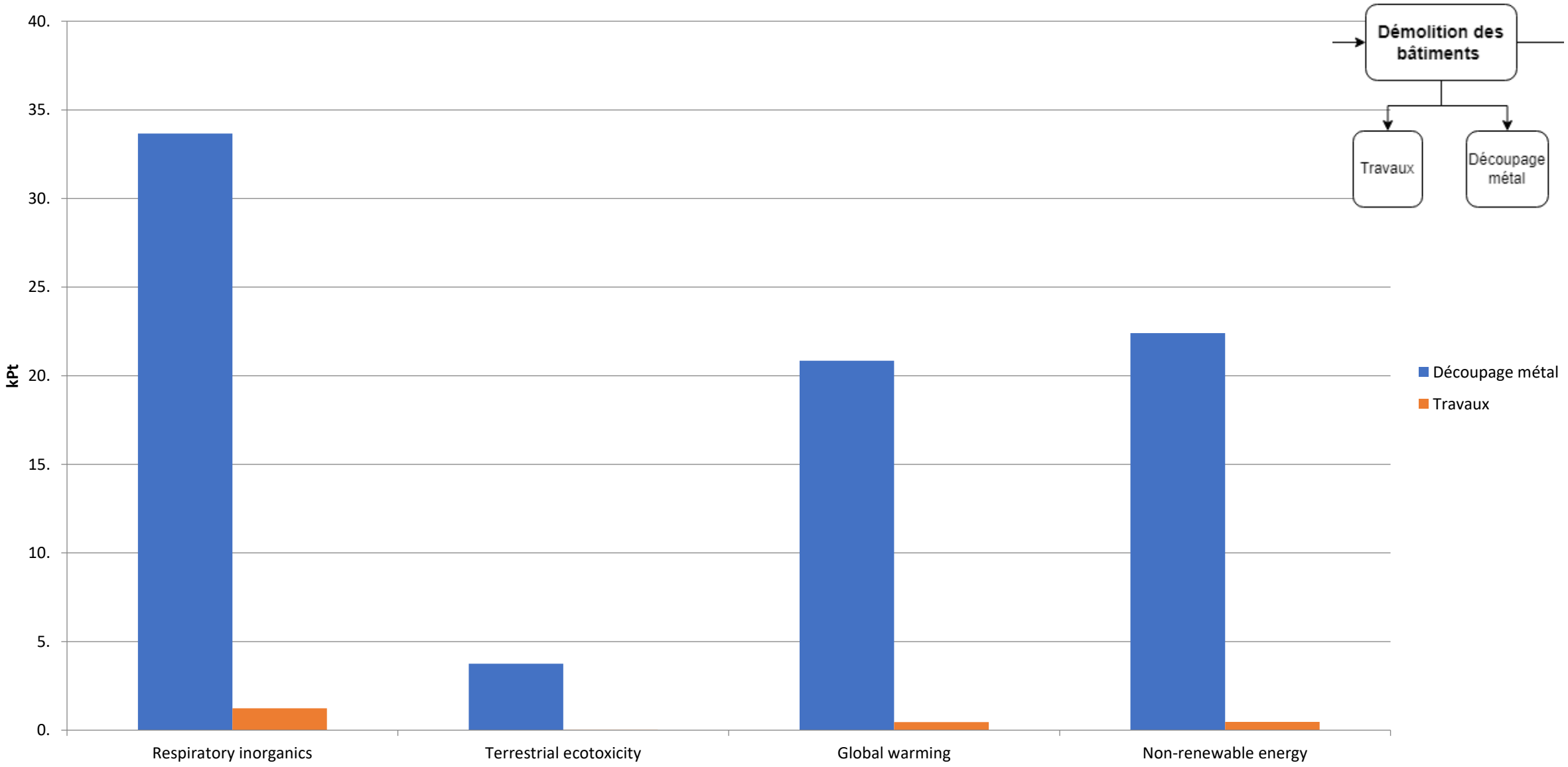


Effet respiratoire inorganique

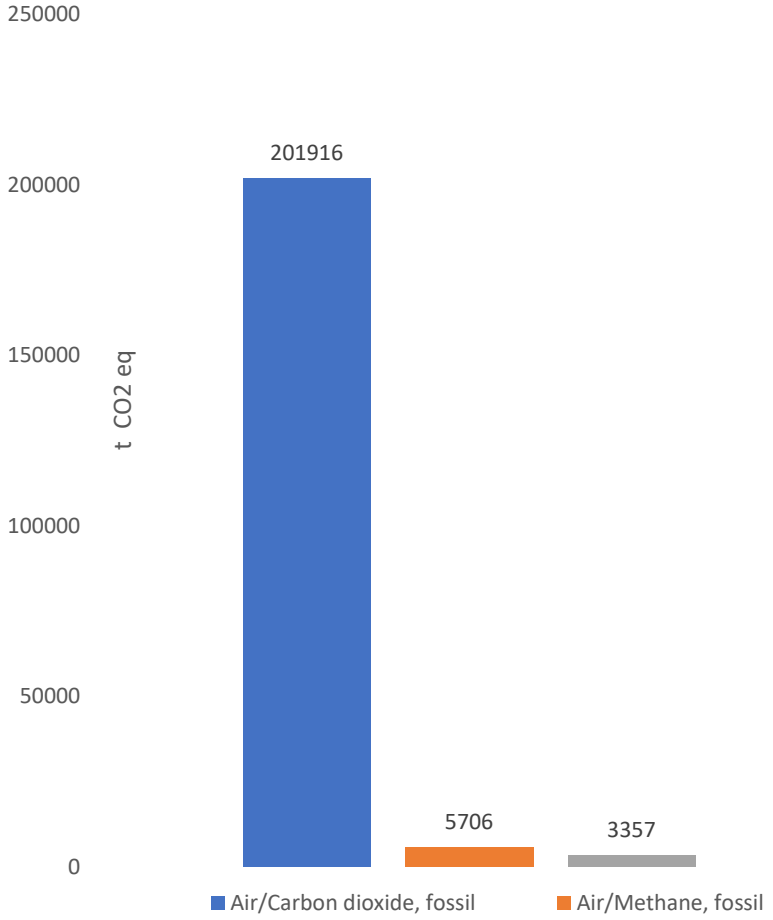


Utilisation de ressources non-renouvelables

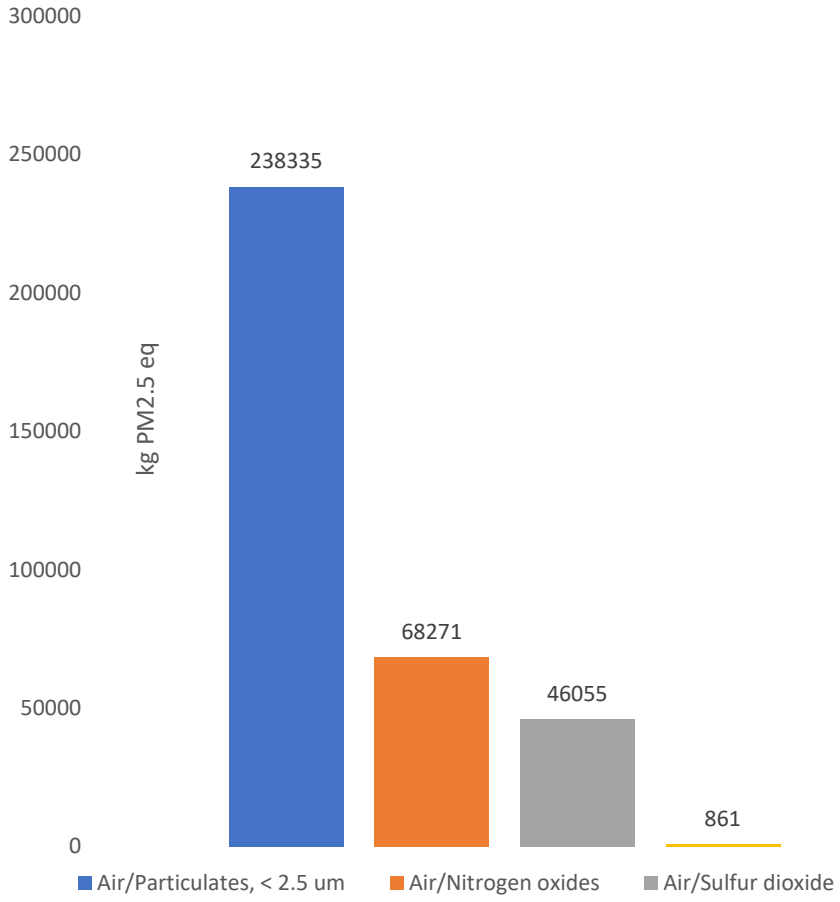
Etude d'impact démolition



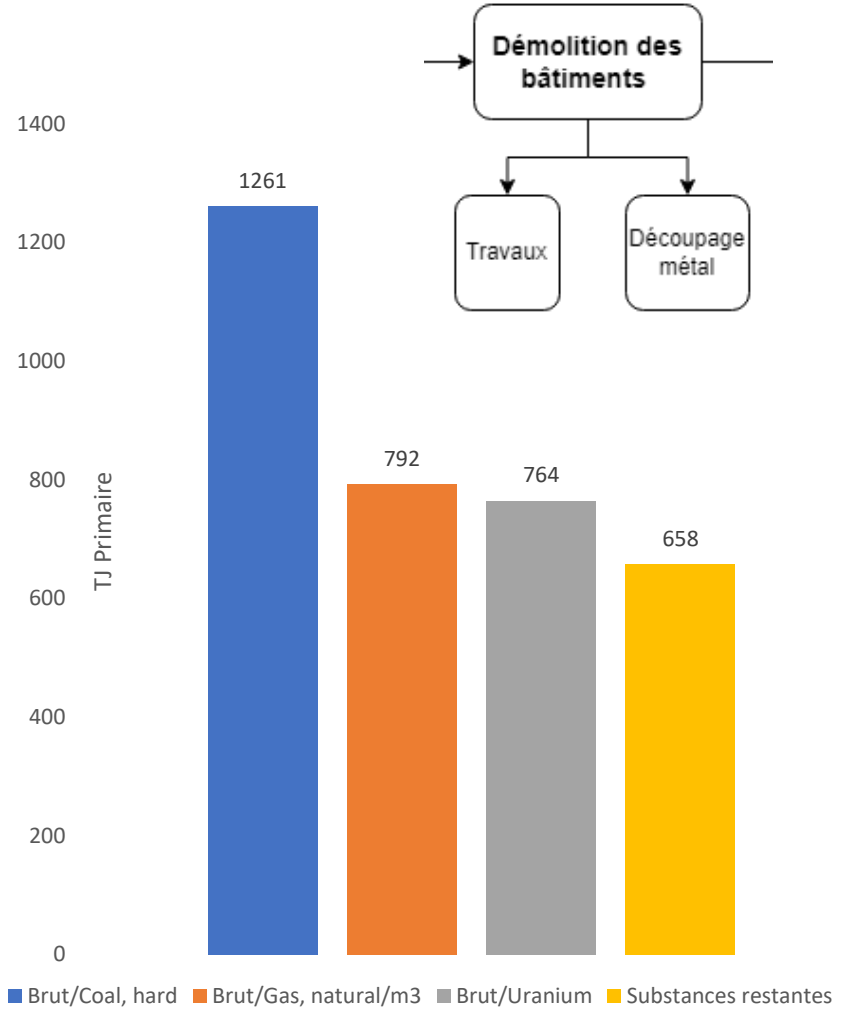
Etude d'impact démolition



Réchauffement climatique



Effet respiratoire inorganique

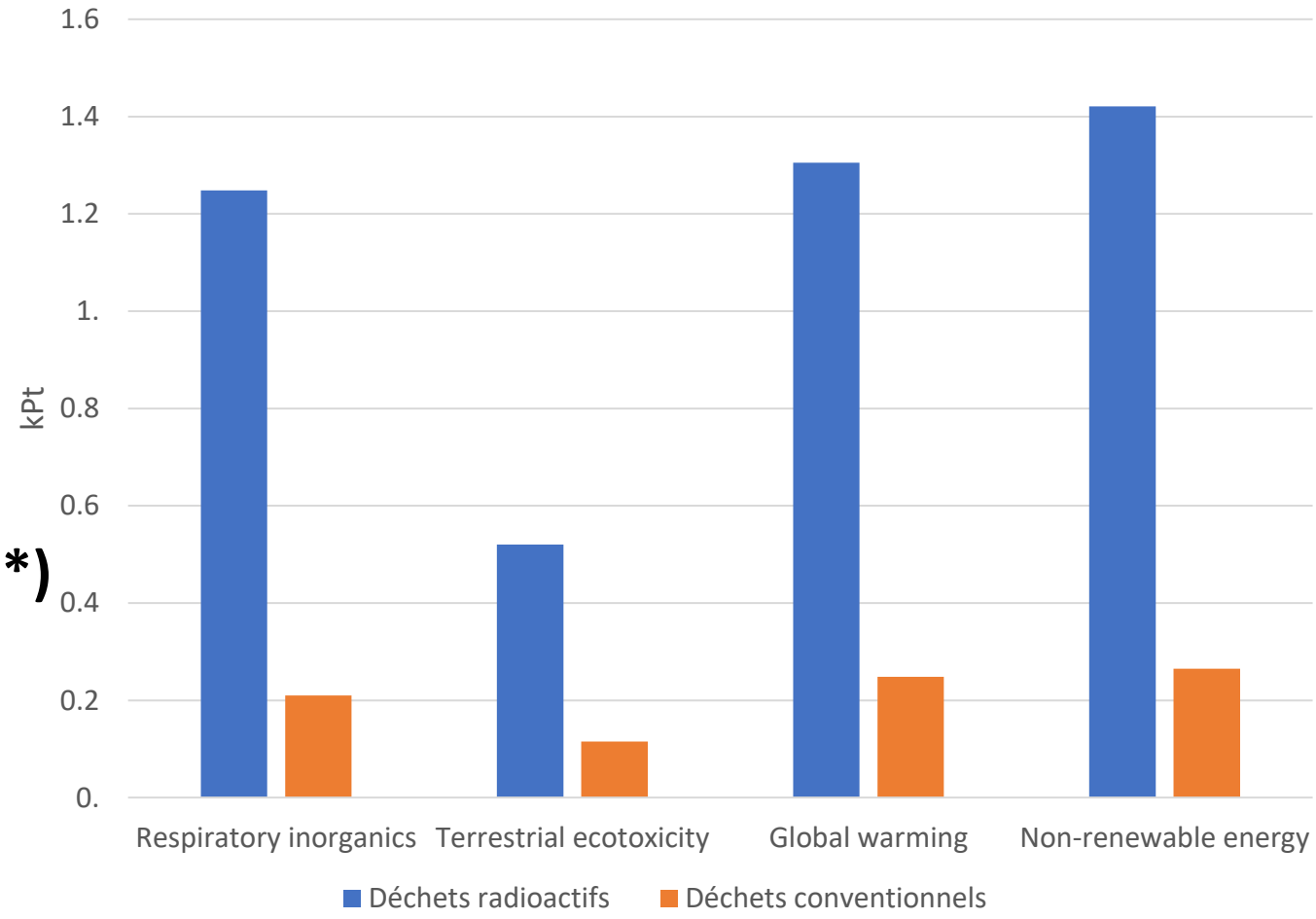


Utilisation de ressources non-renouvelables

Etude d'impact transport

Déchets radioactifs: 5% des déchets globaux

Impact 3 à 6 fois plus important (conditionnement et distance de transport*)

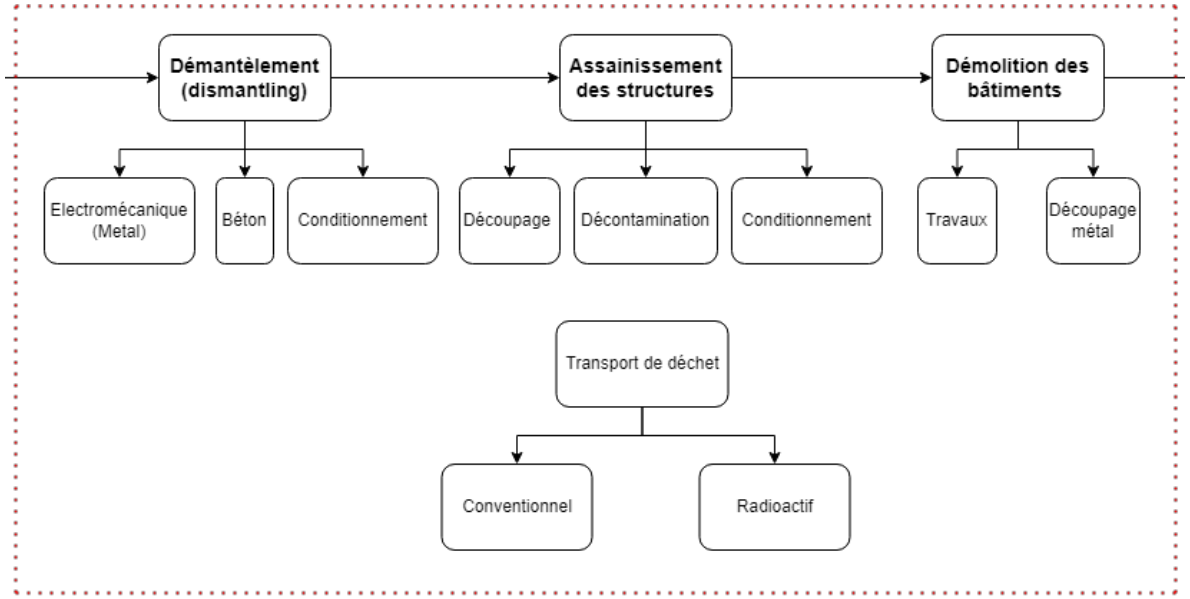


*CIRES (Aube): 317km du CNPE *CSA (Aube): 314km *ICEDA (Ain): 395km

Conclusion et perspectives

- Impact de la démolition: le plus important → Découpage des métaux → Production d'acétylène
- Recyclage des matériaux: béton et les métaux issus de la démolition → Réduction des impacts? (long terme)
- Révision de politique du seuil de libération des déchets TFA* → Réduction des impacts (long terme)

*Déchets radioactifs très faible activité



Limite du système

Livrables

Rapports de M2

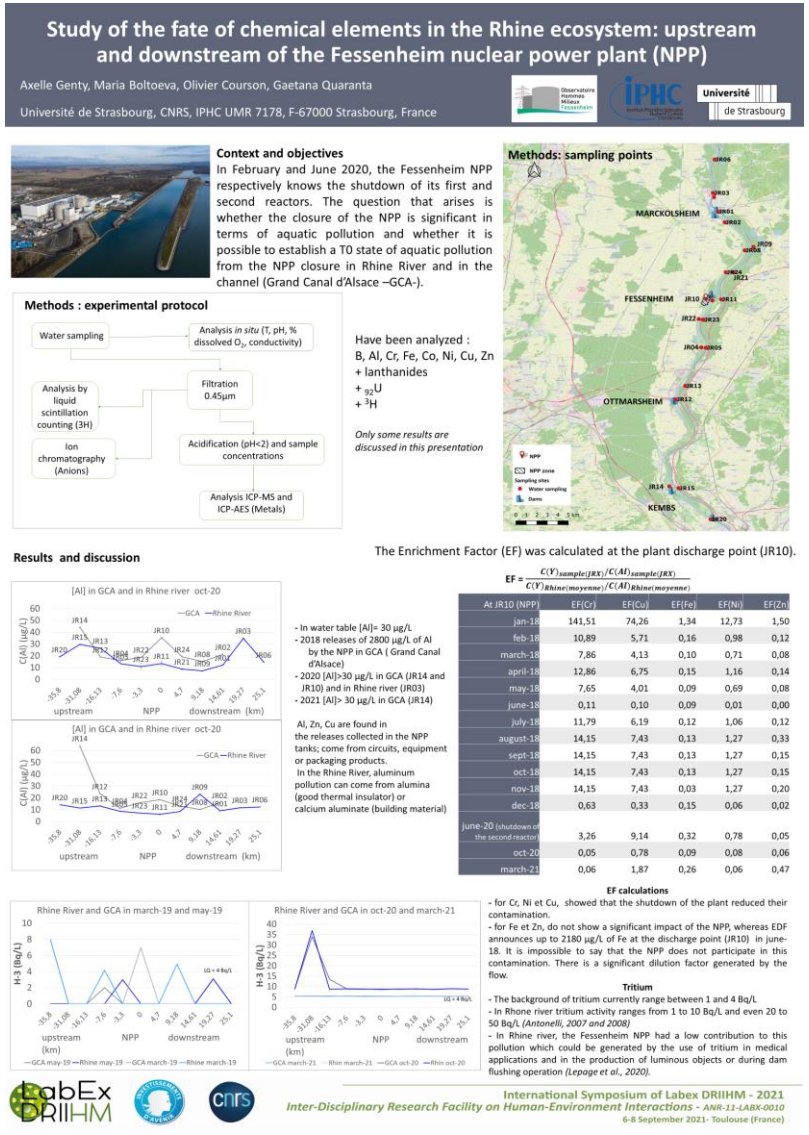
Posters présenté lors du Symposium international international du LabEx DRIIHM

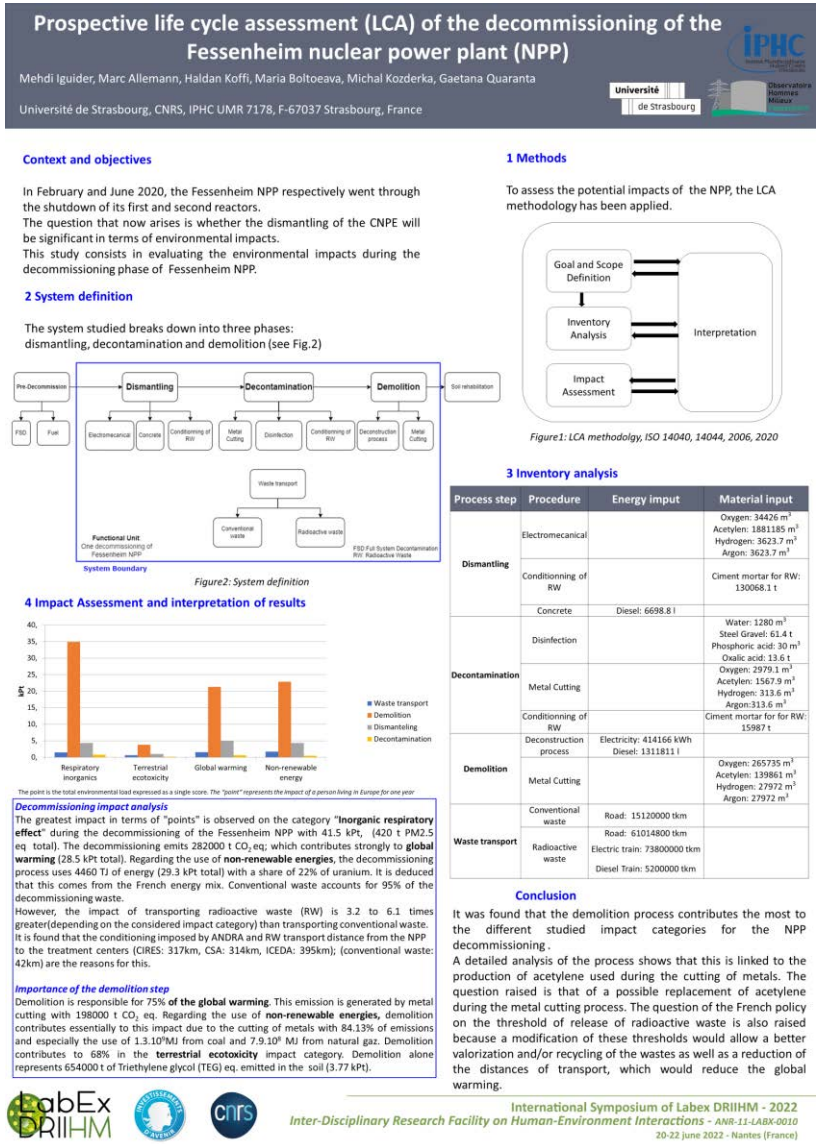
Sept.2021 Juin 2022

A. Genty : Etude du devenir d'éléments métalliques dans l'écosystème rhénan : en amont et en aval de la centrale nucléaire de Fessenheim

M. Iguider : Analyse du cycle de vie (ACV) prospective du démantèlement du CNPE de Fessenheim

1 publication en review
1 publication en cours de soumission

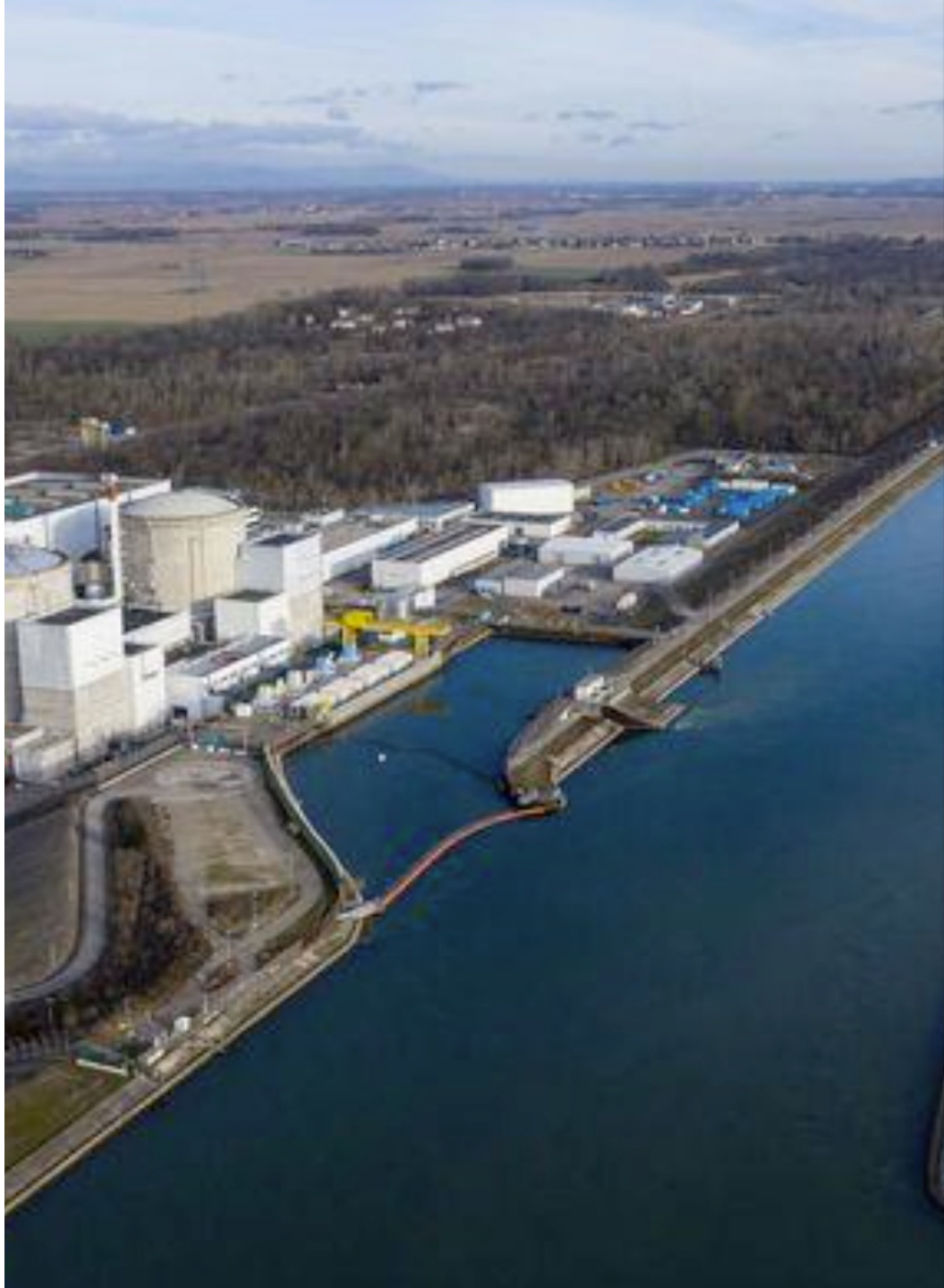




Merci !

Mehdi Iguider
Doctorant, IPHC-DRS / ICUBE, Université de Strasbourg

Maria Boltoeva
Chargée de recherche, IPHC-DRS, Université de Strasbourg

Gaetana Quaranta
MCF, IPHC-DRS, Université de Strasbourg

quaranta@unistra.fr