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

Mehdi Iguider

Maître de stage : Dr. Gaetana QUARANTA
Tuteur de stage : Dr. Michal KOZDERKA

Master M2 GICE
2021-2022

Membres du Jury :
Gaetana QUARANTA
Michal KOZDERKA
Abdou BENSAIDA

Université de Strasbourg

Observatoire Hommes Milieux Fessenheim

cnrs

IPHC Institut Pluridisciplinaire Hubert CURIEN STRASBOURG

Plan de la présentation

IV/ Conclusion

I/ Introduction

II/ Présentation de la méthodologie de l'analyse du Cycle de Vie (ACV)

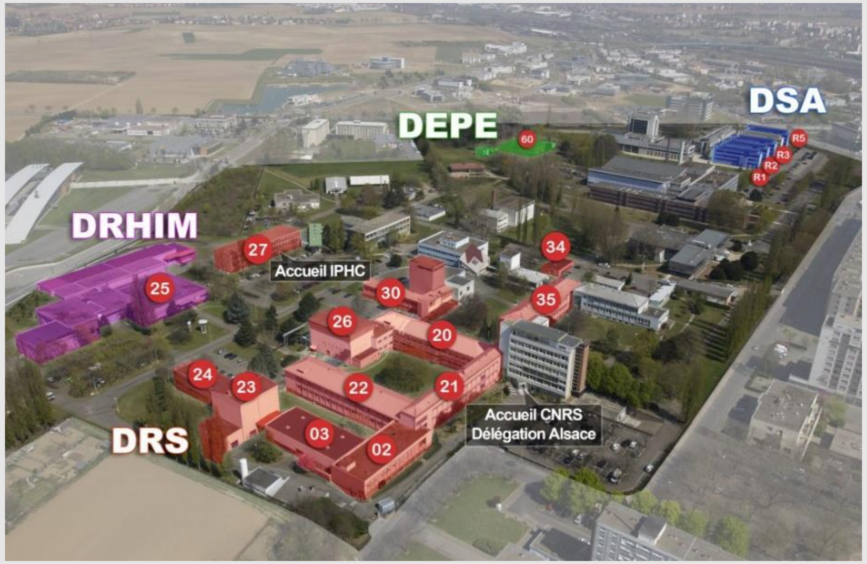
III/ Cadre de l'étude
- Objectif, Cadre et Présentation de la CNPE
- Inventaire
- Etude de l'impact

Présentation de l'organisme

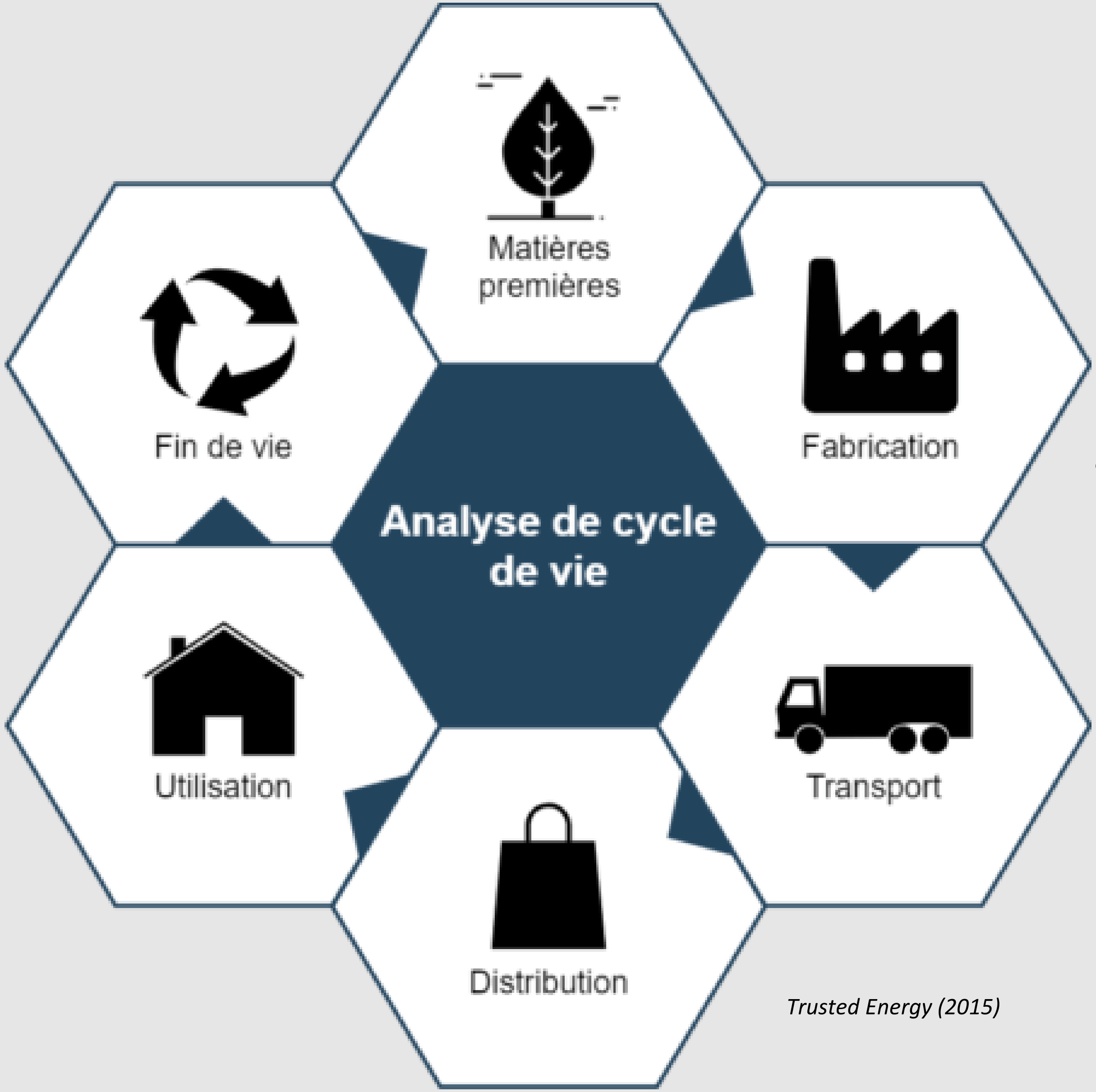
Institut pluridisciplinaire Hubert Curien

- DEPE : Département Écologie, Physiologie et Éthologie
- **DRS : Département de Recherche Subatomique**
- DSA : Département de Recherche Analytique
- DRHIM : Département de Radiologie, Hadronthérapie, et d'Imagerie Moléculaire

Institut Pluridisciplinaire Hubert CURIEN STRASBOURG

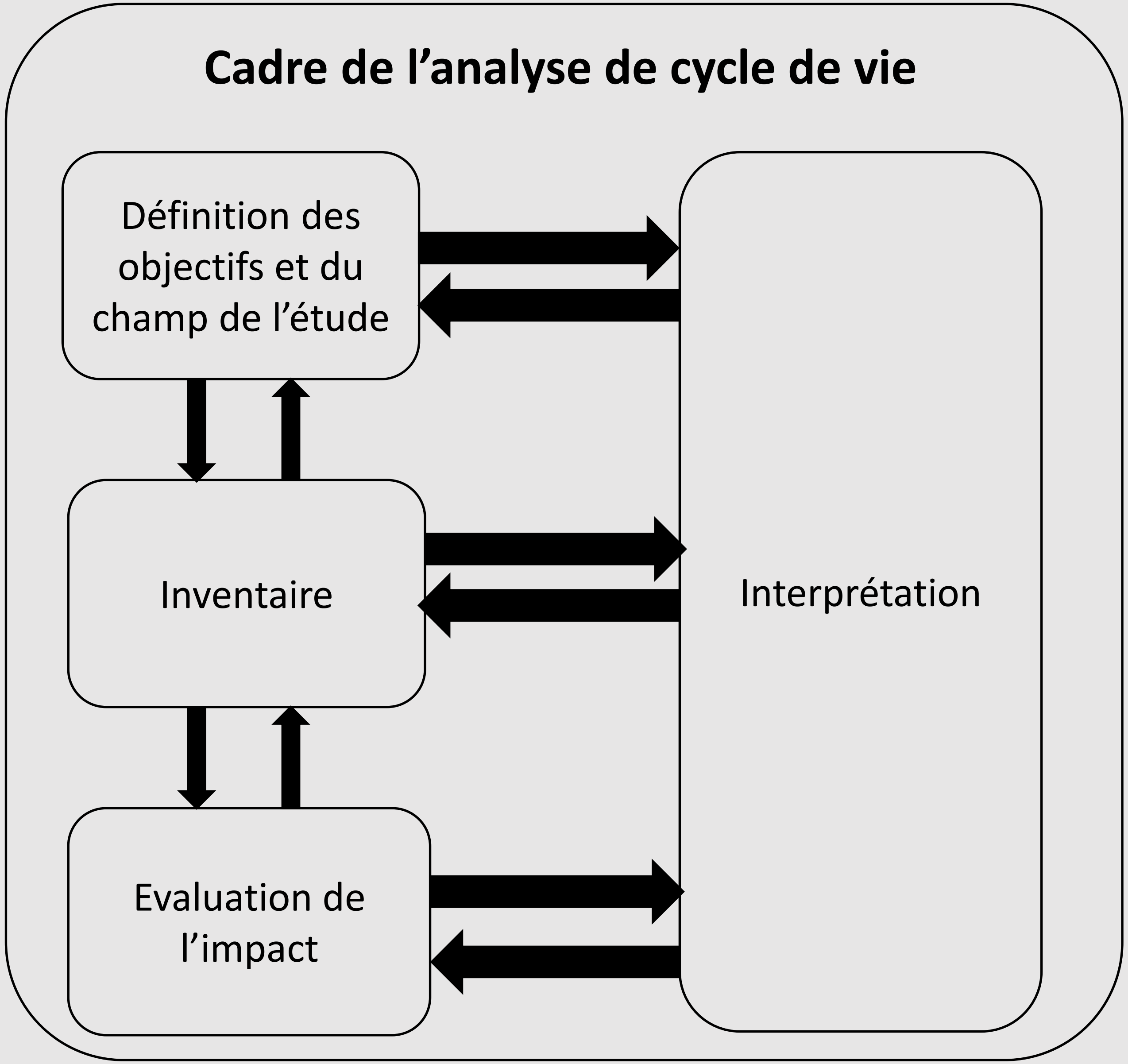


IPHC (2018)



Trusted Energy (2015)

“ L’ACV , normalisée par ISO 14040, ISO 14044, 2006; 2020

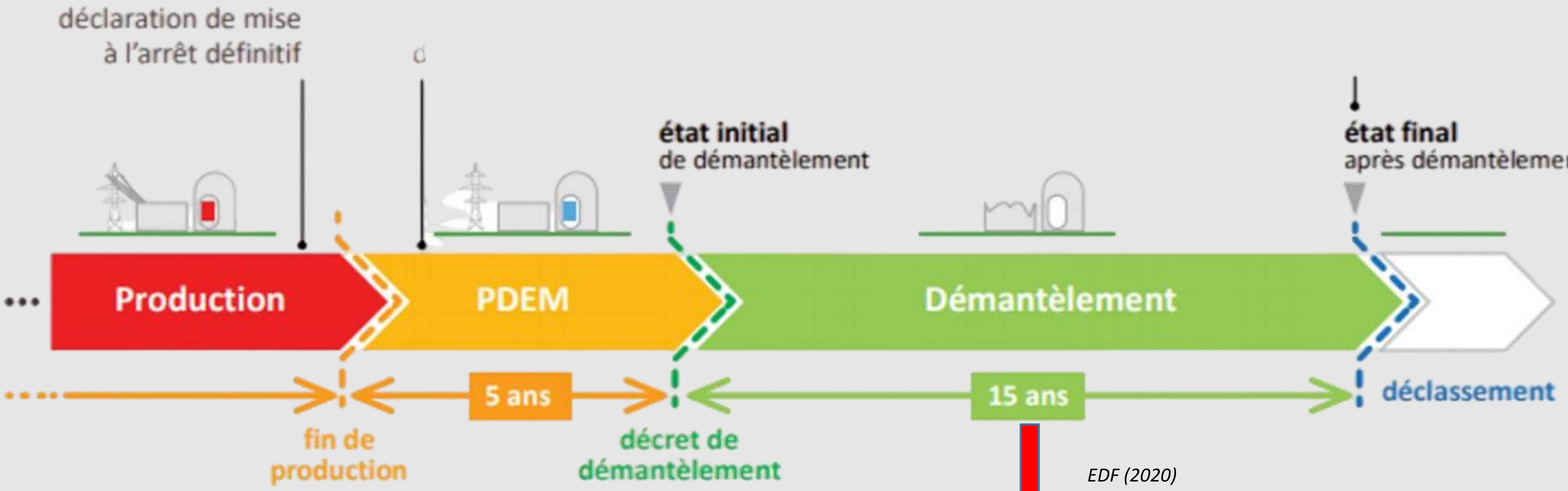

Cadre de l’analyse de cycle de vie
Définition des objectifs et du champ de l’étude
Inventaire
Evaluation de l’impact
Interprétation

I/ II/ III/ Présentation CNPE IV/

EDF (2020)

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

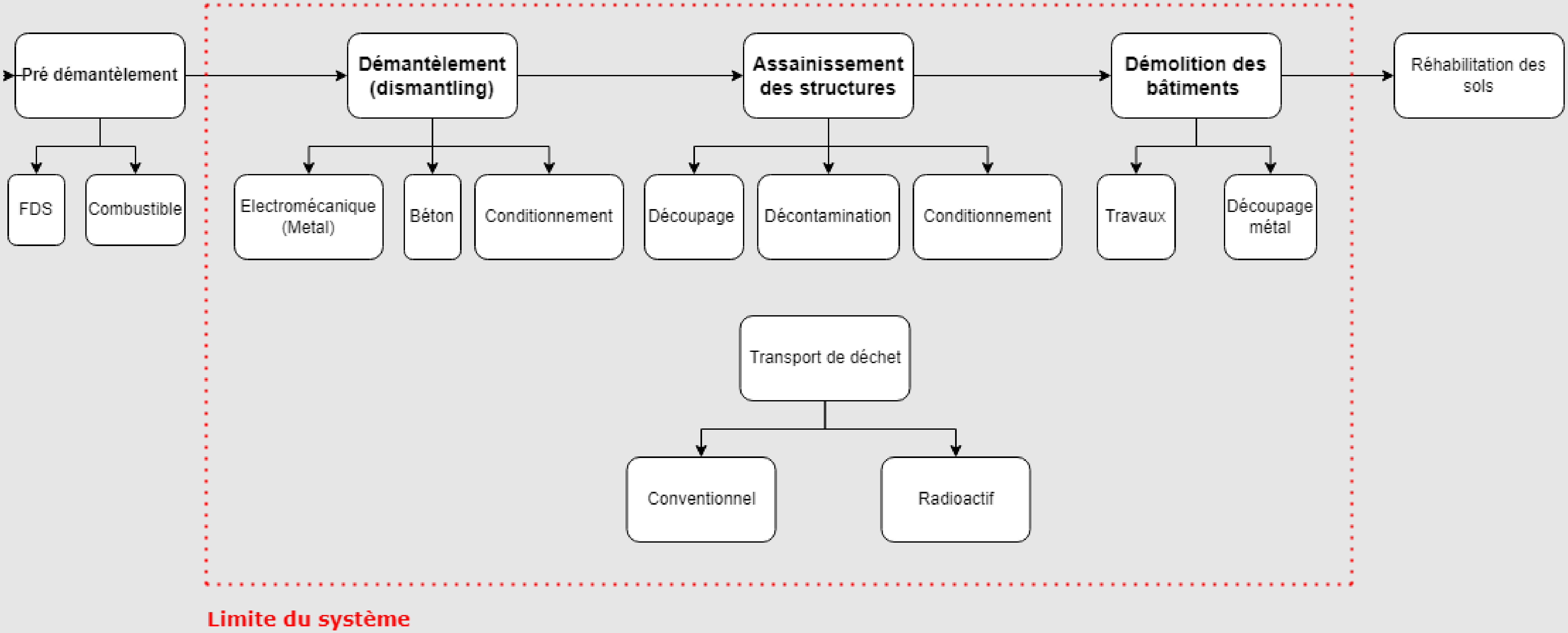


EDF (2020)

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

- **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.



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

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

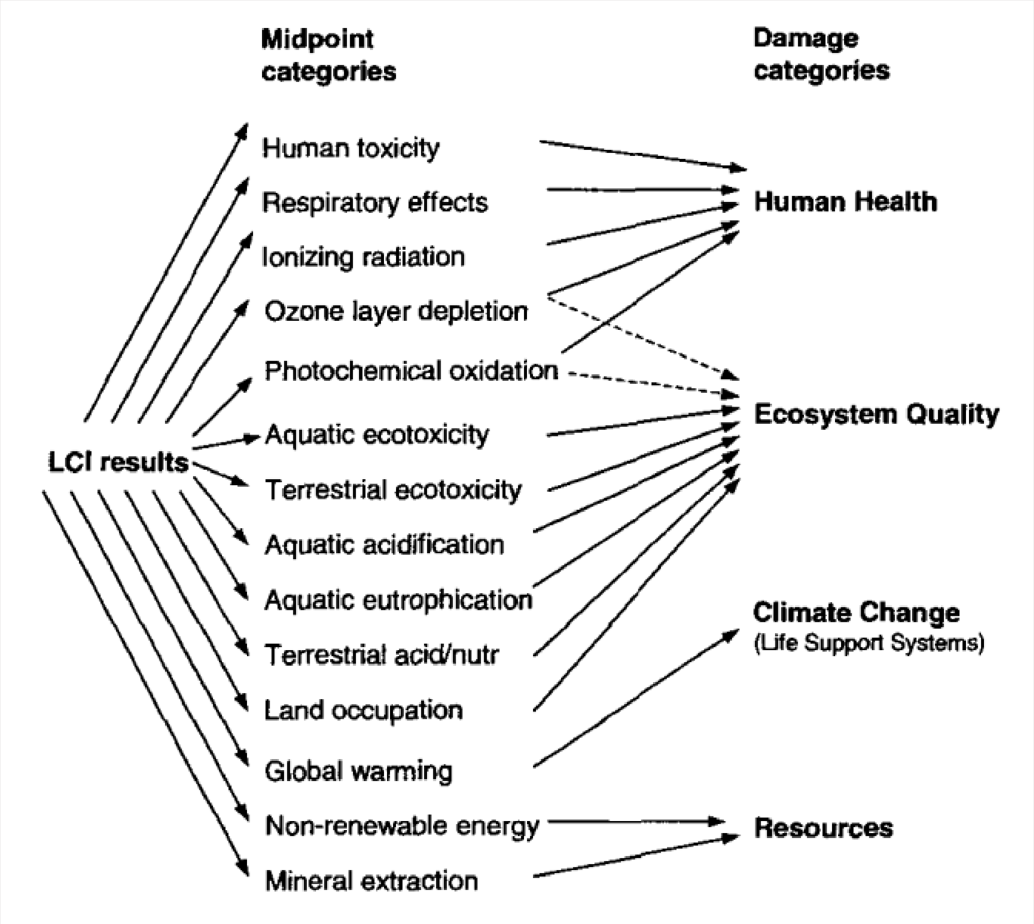
Auteur	Nature des données	Sujet étudié
Bozdağ *et al.* (2007)	Consommation d'électricité par m²	Consommation d'énergie des bâtiments lors de leurs cycles de vie
EDF (2020)	Quantité de déchets conventionnels et radioactifs	Plan de démantèlement du CNPE de Fessenheim
ANDRA (2018)	Quantité de mortier besoin 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

I/ II/ III/ Inventaire IV/

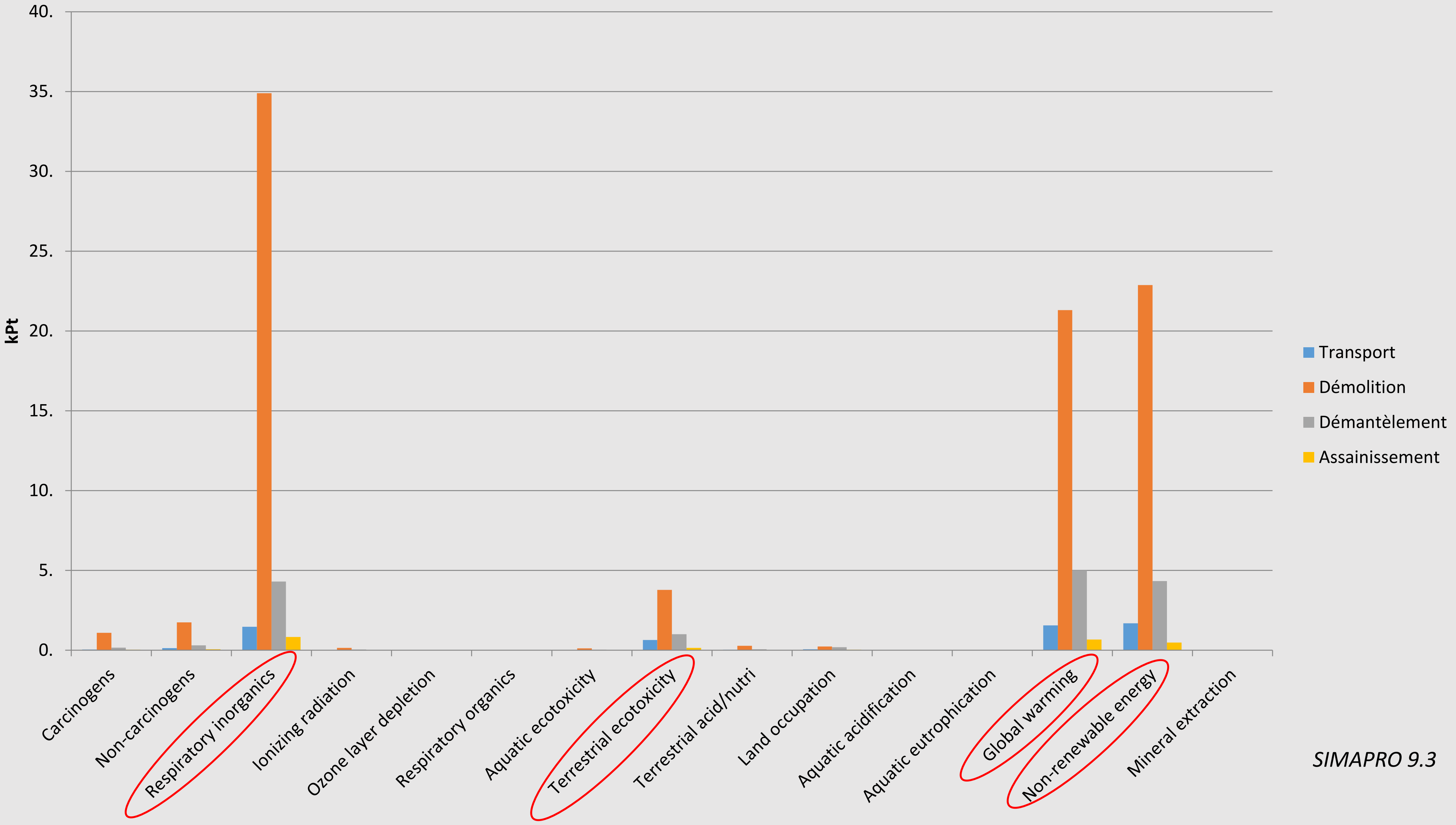
- SIMAPRO 9.3: logiciel de modélisation d’ACV
- Base de donnée: ECOINVENT3

	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	-	-		-	-	-	

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

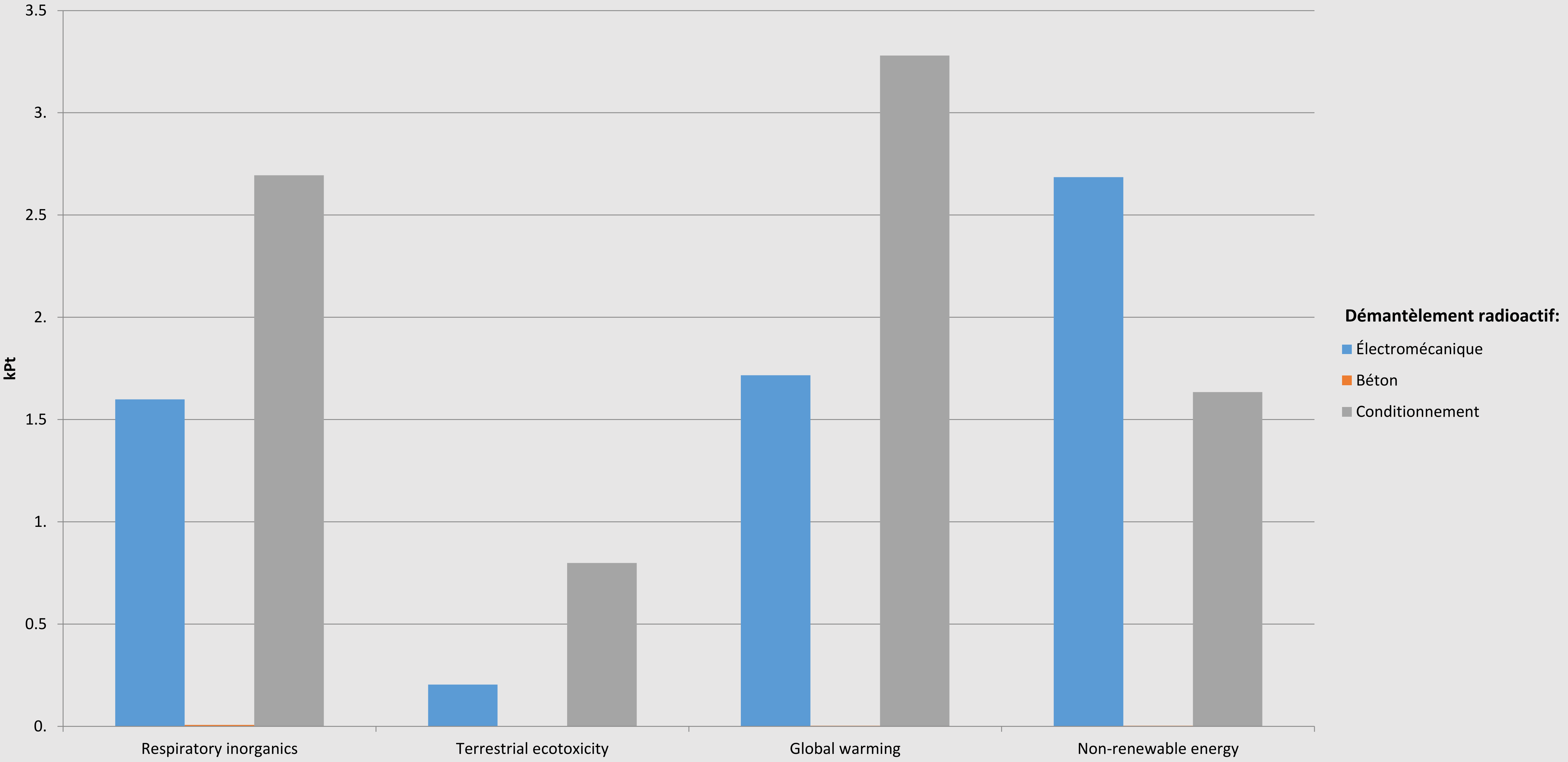


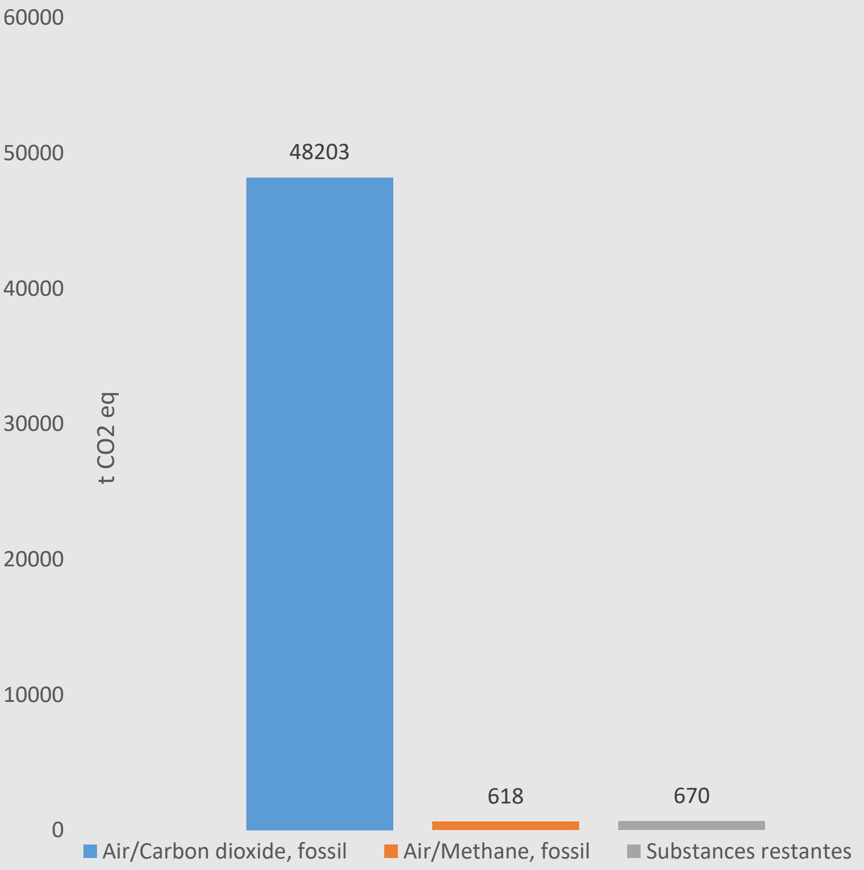
Olivier Jolliet (2003)


40.
35.
30.
25.
20.
15.
10.
5.
0.
kPt
Carcinogens
Non-carcinogens
Respiratory inorganics
Ionizing radiation
Ozone layer depletion
Respiratory organics
Aquatic ecotoxicity
Terrestrial ecotoxicity
Terrestrial acid/nutri
Land occupation
Aquatic acidification
Aquatic eutrophication
Global warming
Non-renewable energy
Mineral extraction
Transport
Démolition
Démantèlement
Assainissement

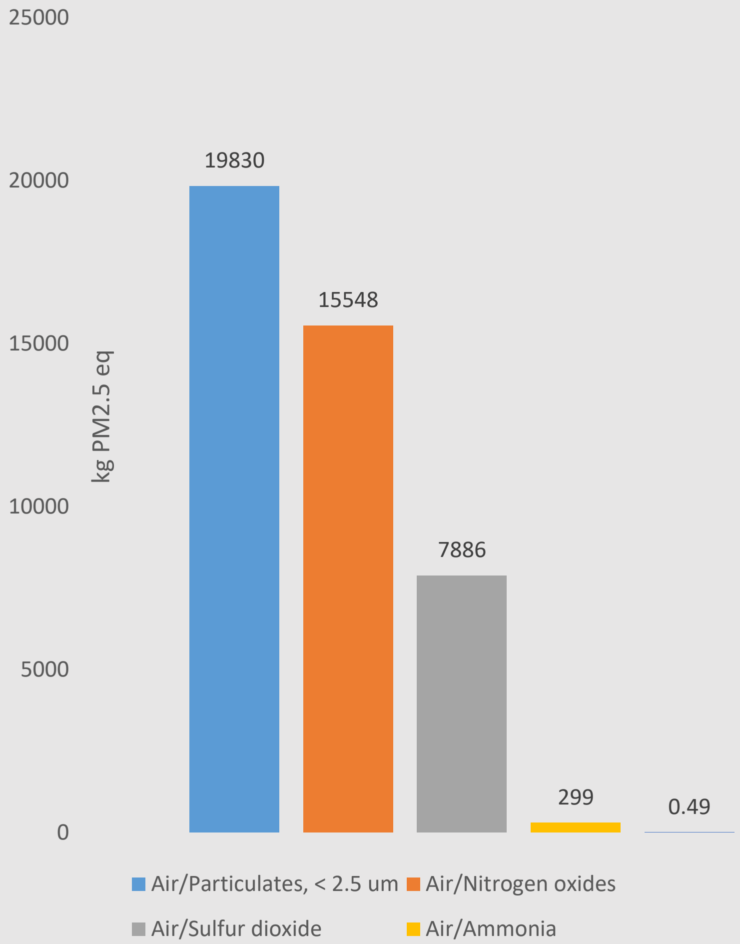
SIMAPRO 9.3

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

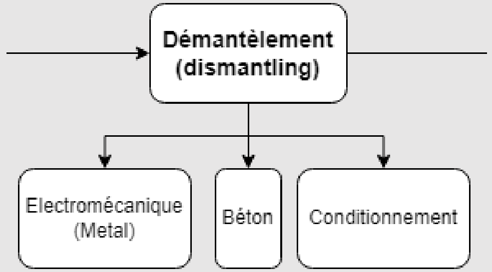

3.5
3.
2.5
2.
1.5
1.
0.5
0.
kPt
Respiratory inorganics
Terrestrial ecotoxicity
Global warming
Non-renewable energy
Démantèlement radioactif:
Électromécanique
Béton
Conditionnement

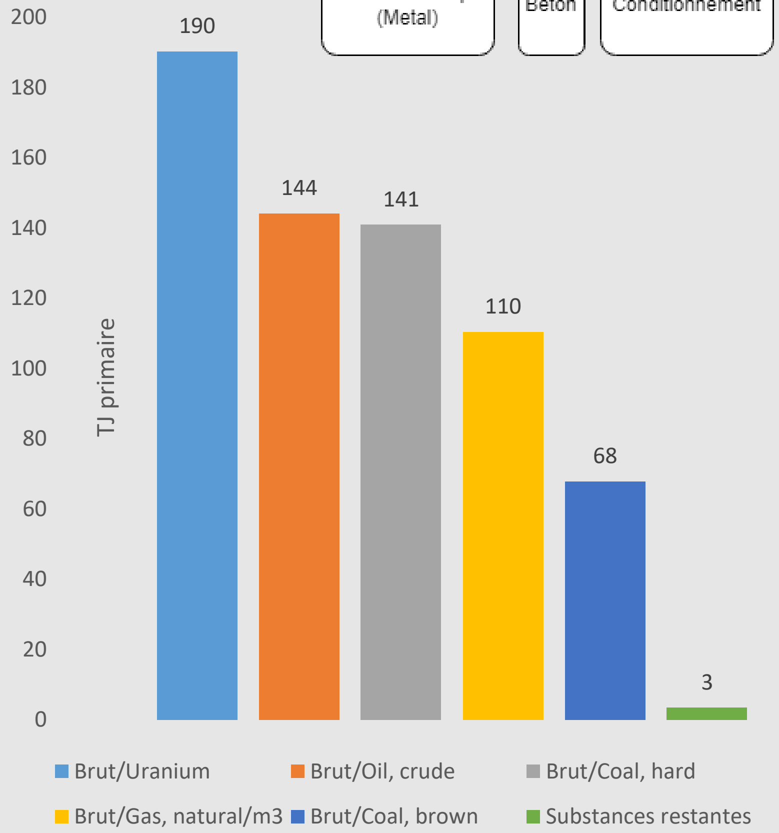


Réchauffement climatique



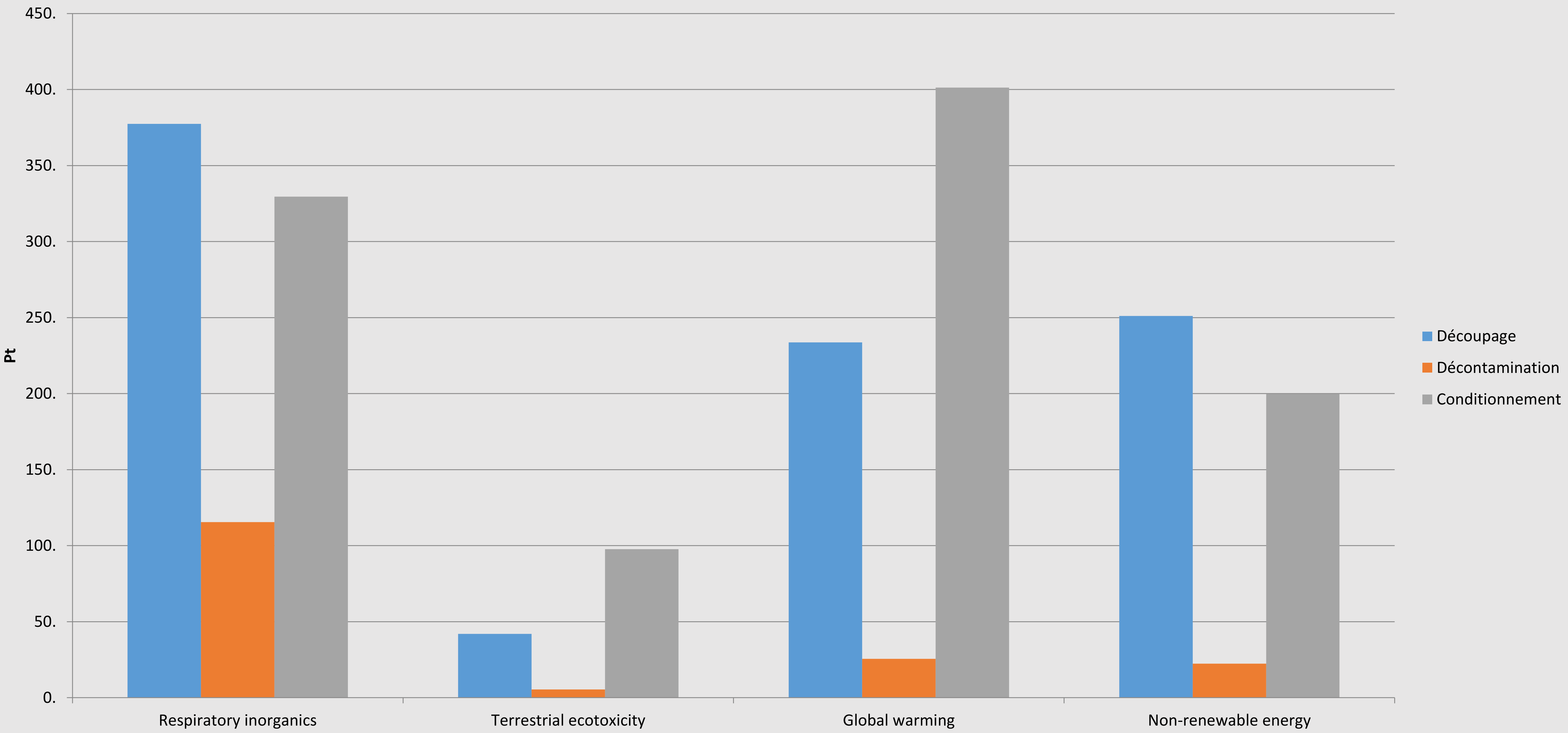
Effet respiratoire inorganique



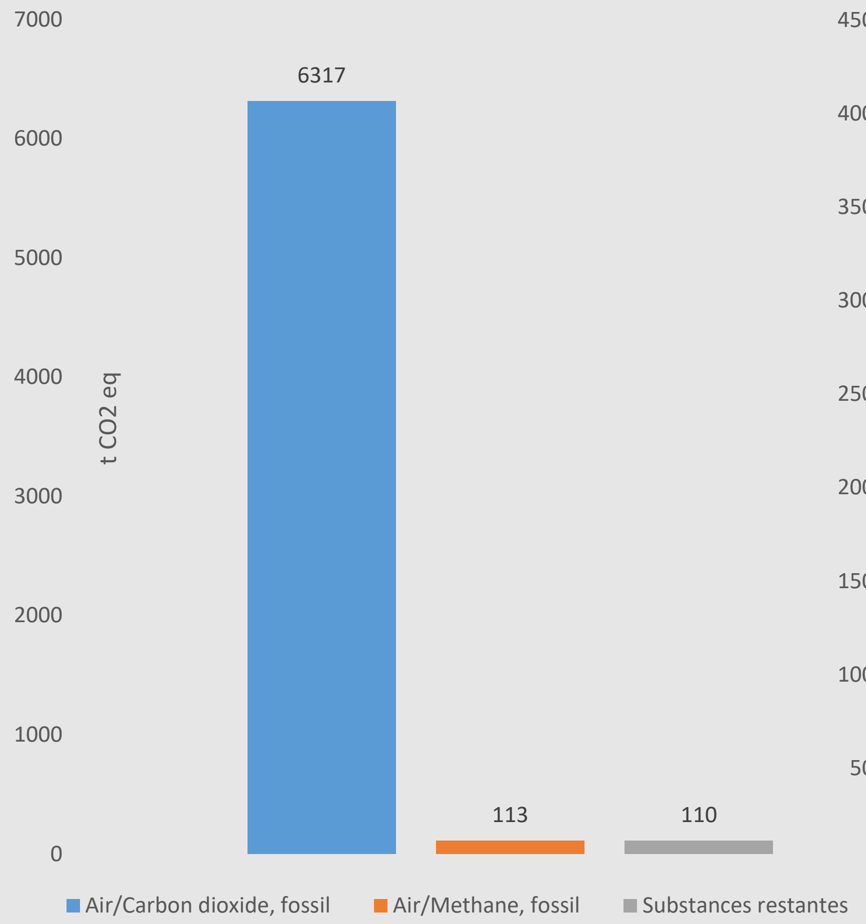


Utilisation de ressources non-renouvelable

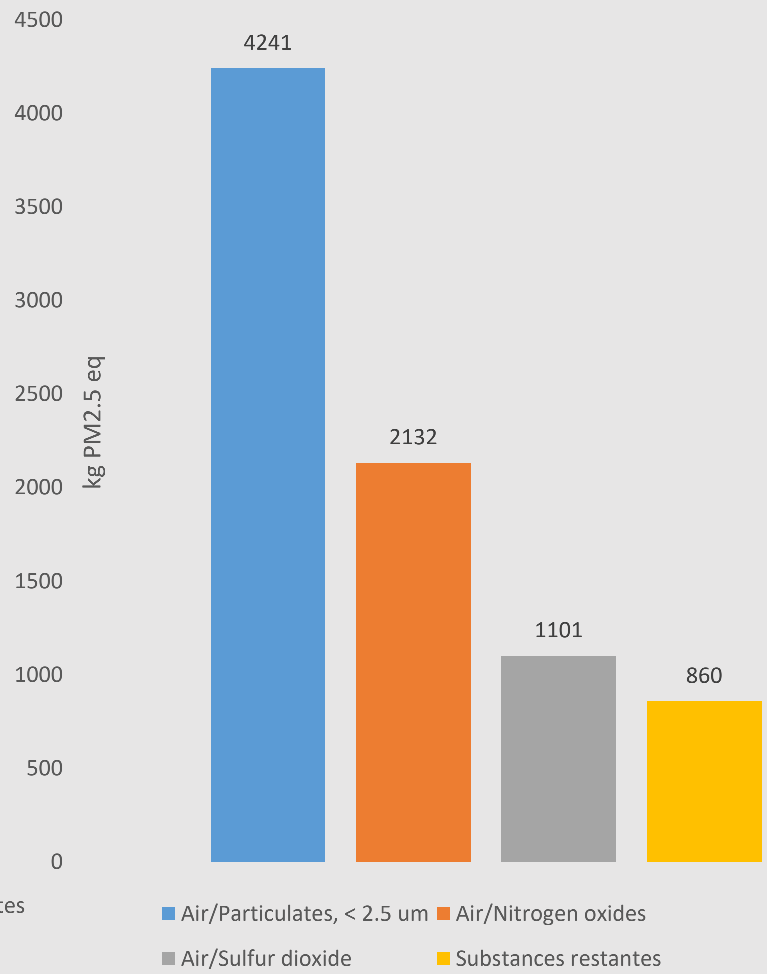
III/ Etude d'impact assainissement



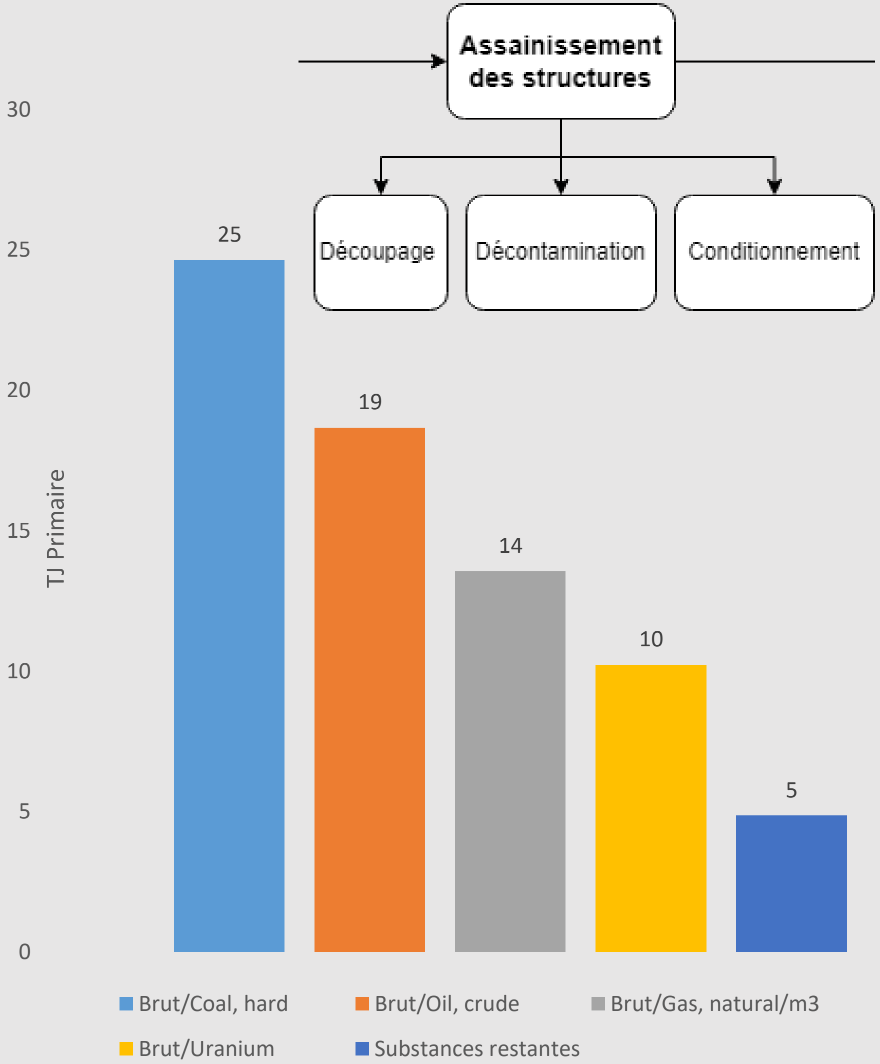
I/ II/ III/ Etude d'impact assainissement IV/



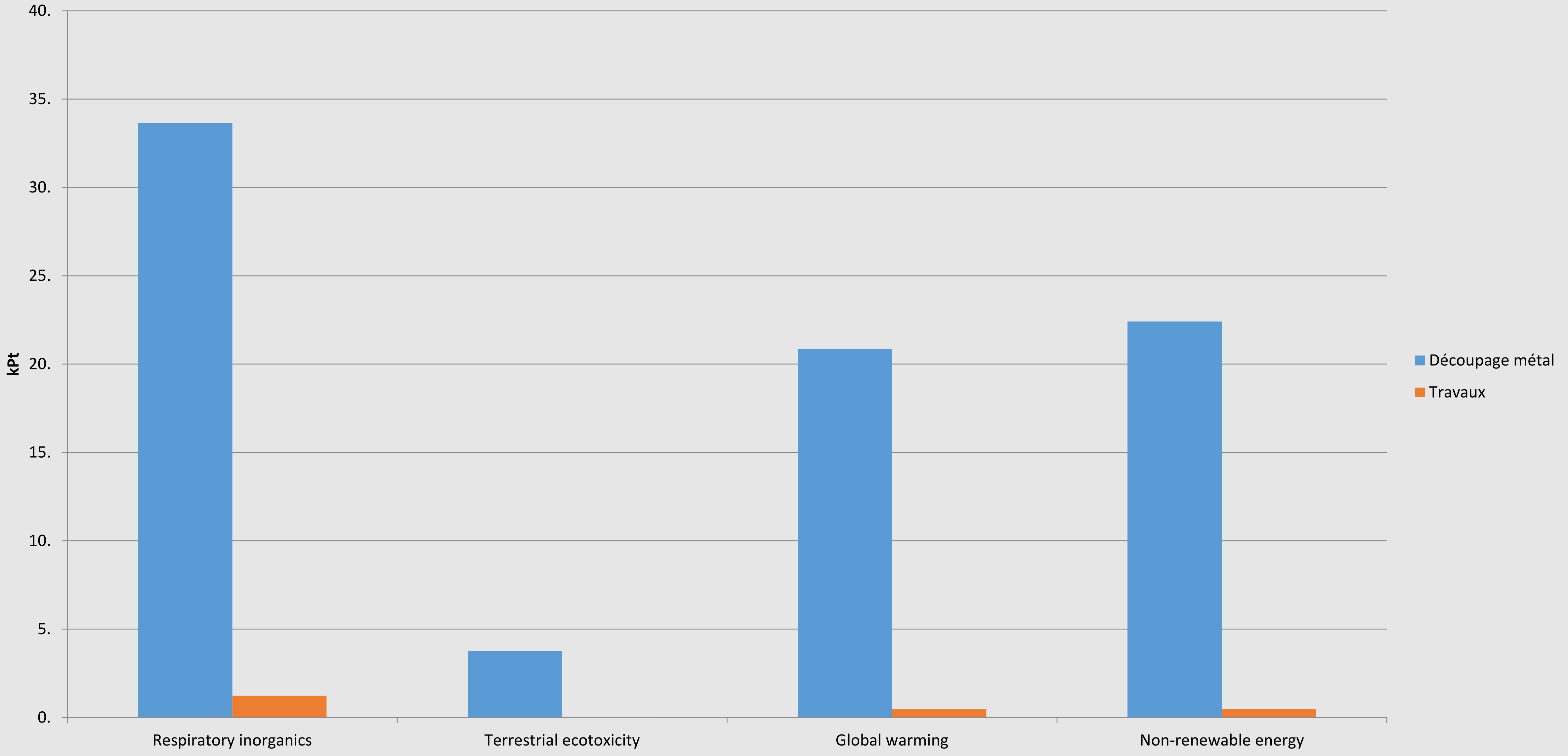
Réchauffement climatique

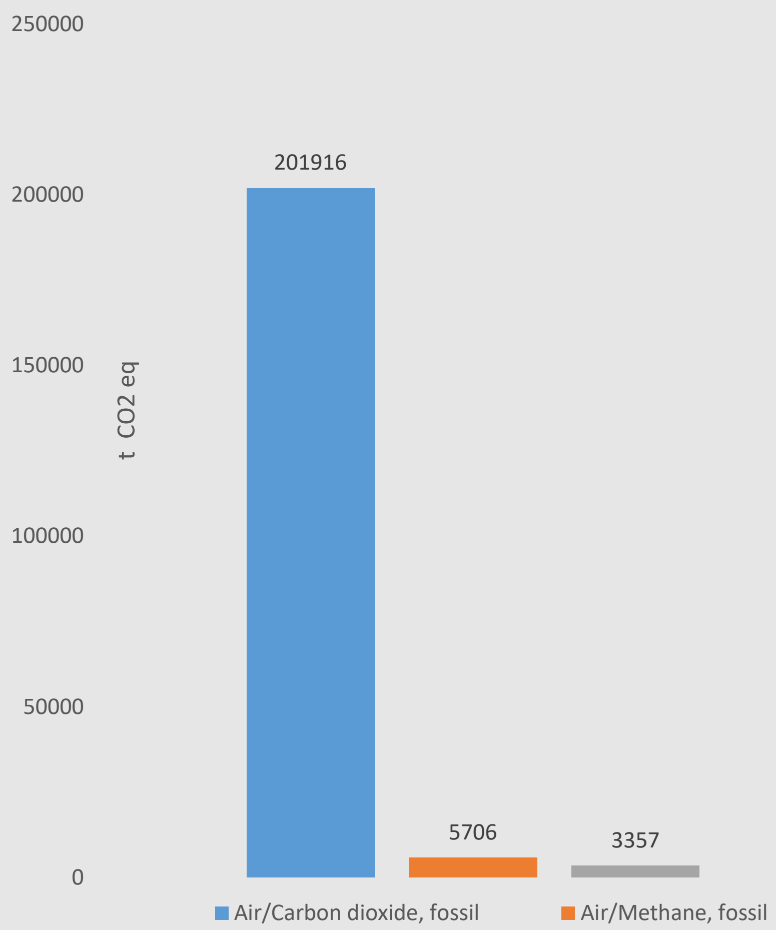


Effet respiratoire inorganique

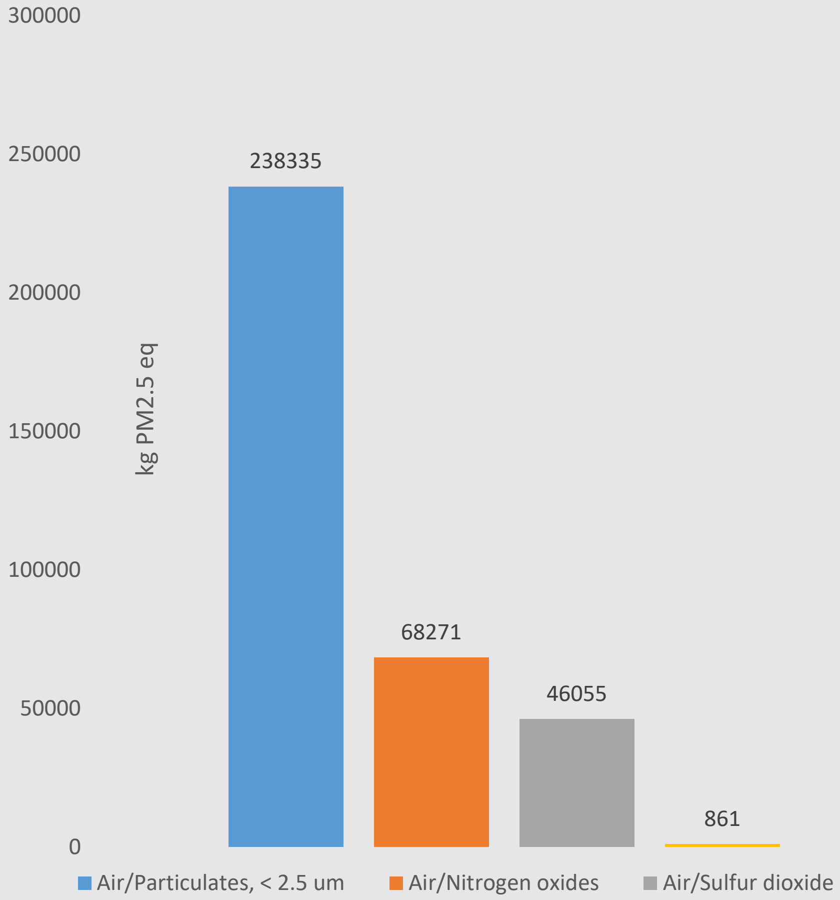


Utilisation de ressources non-renouvelable

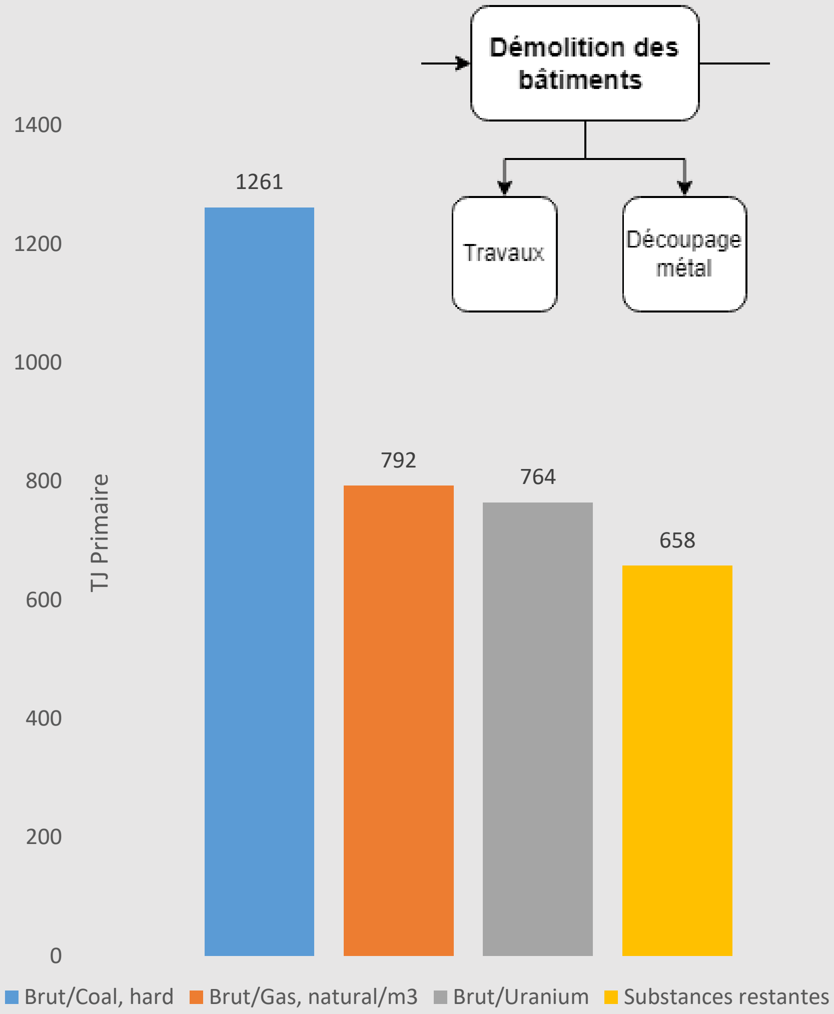

40.
35.
30.
25.
20.
15.
10.
5.
0.
kPt
Respiratory inorganics
Terrestrial ecotoxicity
Global warming
Non-renewable energy
Découpage métal
Travaux



Réchauffement climatique



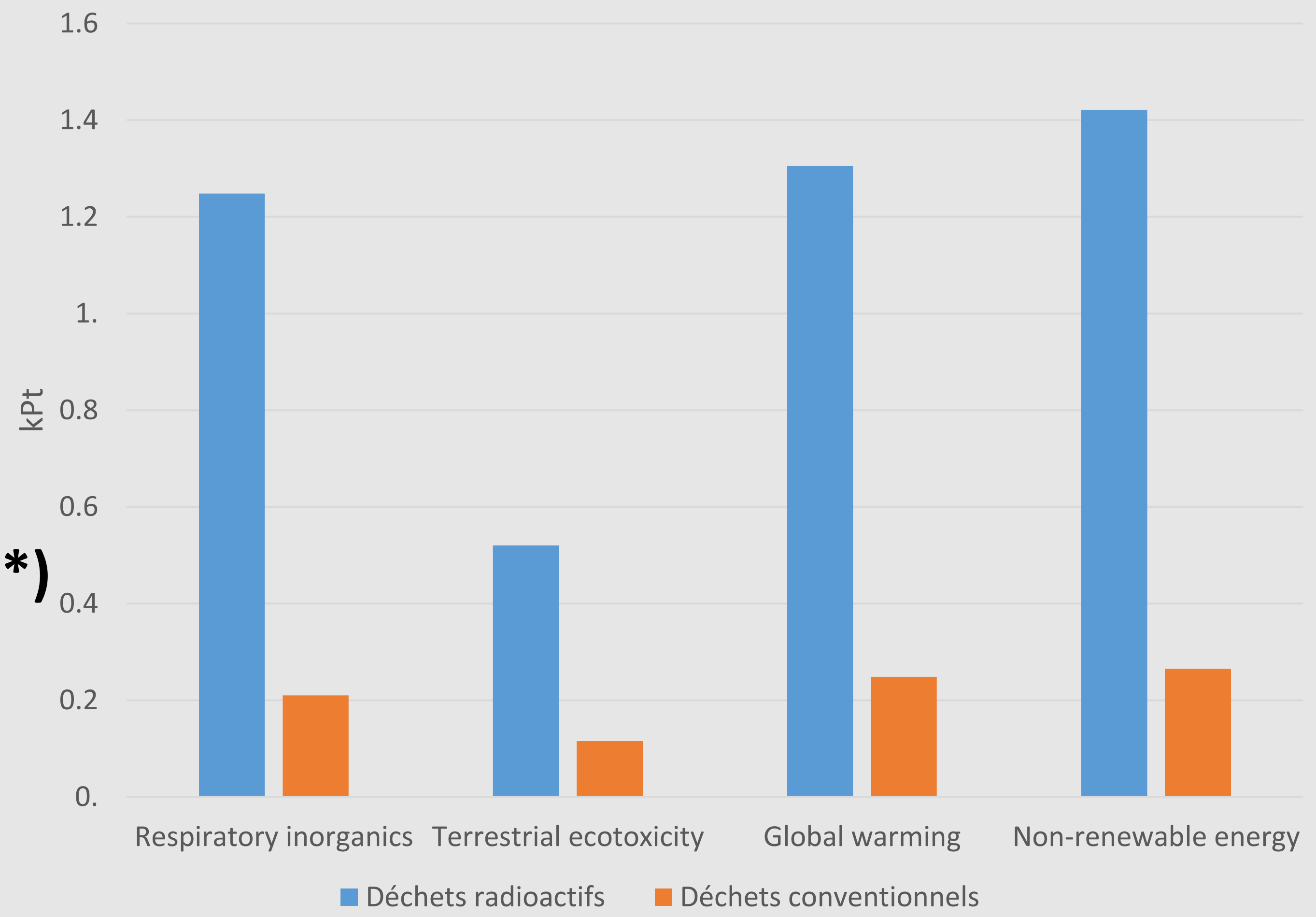
Effet respiratoire inorganique



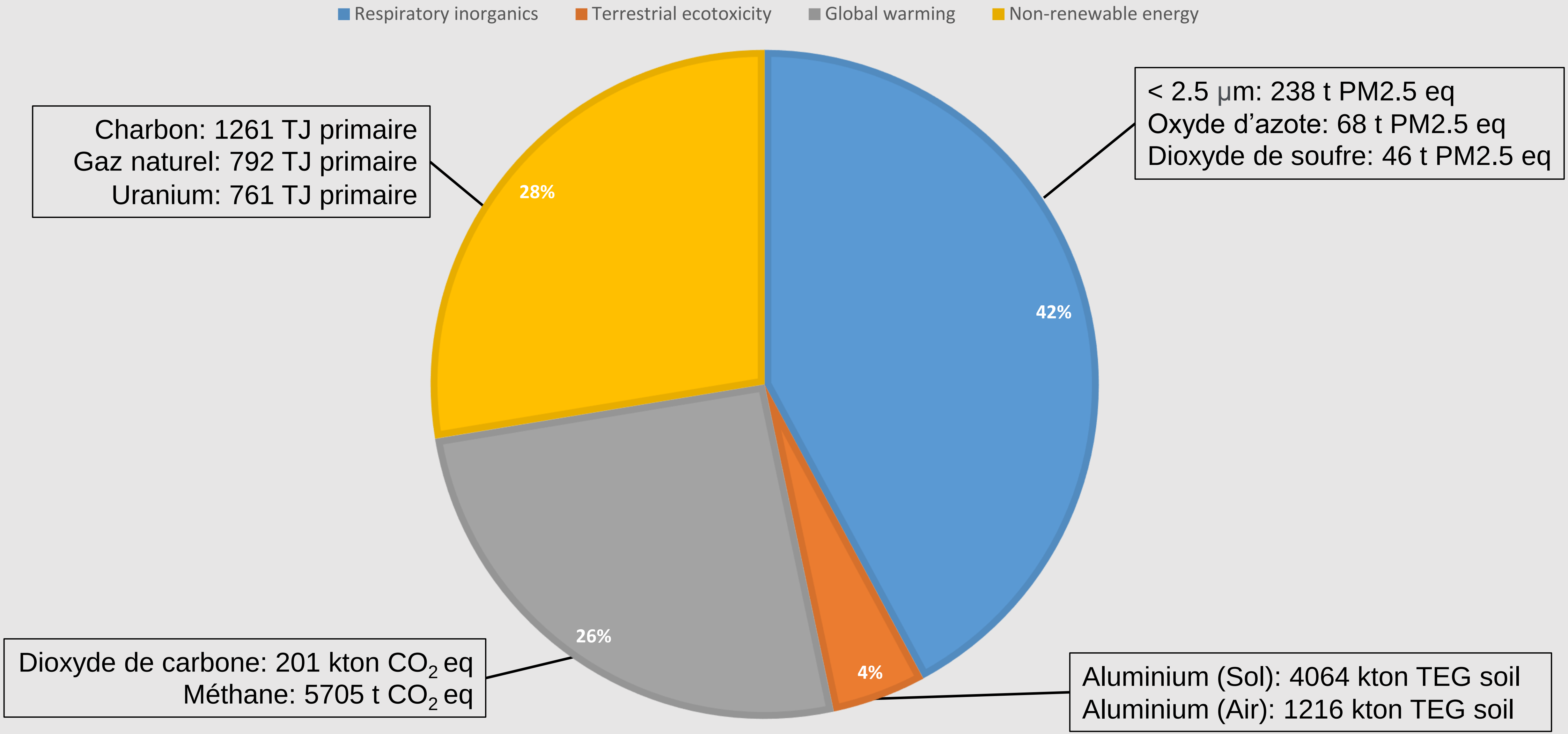
Utilisation de ressources non-renouvelable

Déchets radioactifs: 5% des déchets global

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



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


Respiratory inorganics
Terrestrial ecotoxicity
Global warming
Non-renewable energy
Charbon: 1261 TJ primaire
Gaz naturel: 792 TJ primaire
Uranium: 761 TJ primaire
28%
42%
26%
4%
< 2.5 µm: 238 t PM2.5 eq
Oxyde d'azote: 68 t PM2.5 eq
Dioxyde de soufre: 46 t PM2.5 eq
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

IV/ 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)

- Politique du seuil de libération des déchets TFA* → Réduction des impacts (long terme)

*Déchets radioactifs très faible activité

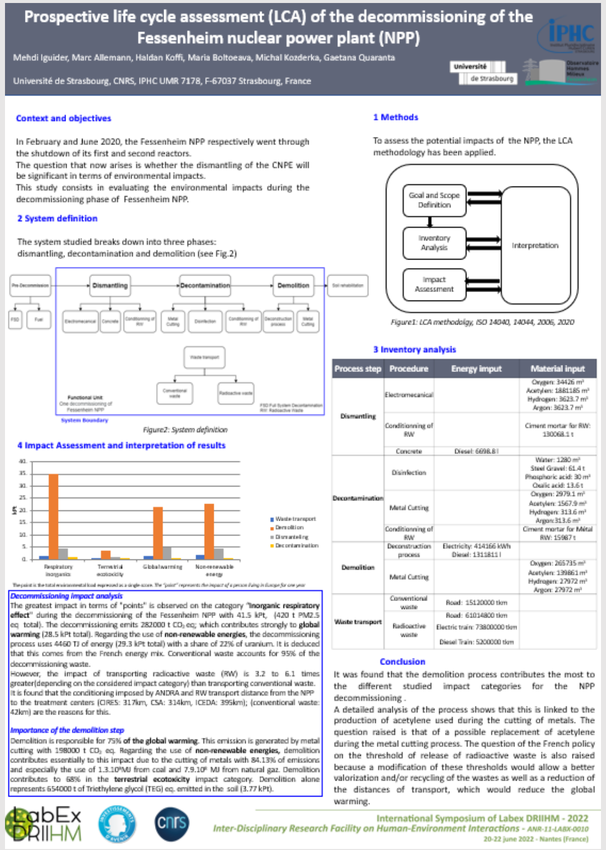
Connaissances	Compétences
- ACV - Modélisation Simapro - Législation Démantèlement CNPE	- Recherche bibliographique - Rédaction rapport - Travail en équipe - Communication Scientifique

Communication scientifique - Poster

- **« Prospective life cycle assessment (LCA) of the decommissioning of the Fessenheim nuclear power plant»**

Mehdi Iguider, Marc Allemann, Haldan Koffi, Maria Boltoeava, Michal Kozderka, Gaetana Quaranta

International Symposium of Labex DRIIHM, juin 2022, Nantes



Merci pour votre attention!