

Impacts environnementaux et sanitaires dans la chaîne énergétique

Histoire récente des problèmes environnementaux

Une montée progressive des problèmes environnementaux liés à la production et la consommation d'énergie

Début de l'ère industrielle: ère du bois et charbon -> dégâts environnementaux locaux

- Déforestation engendrée par l'usage intensif du bois de feu
- Déchets des mines de charbon
- Accidents miniers
- Pollutions atmosphériques

Après seconde guerre mondiale: ère du pétrole et ensuite gaz naturels

- Forte croissance des consommations énergétiques
- Marées noires

début des **grands barrages hydroélectriques**

- Transferts de population
- Modification écosystèmes

Les années 70, : avènement du **nucléaire civil**

- Risque nucléaire

Fin des années 80: la menace des changements climatiques et l'avènement des énergies renouvelables modernes (**solaire, éolien**, hydroélectricité, géothermie, biomasse dont **biocarburant**) et la mise en avant de la maîtrise des consommation (**efficacité**, économie d'énergie)

- Occupation des sols

Années 2010: Début de l'exploitation de **pétroles et gaz non conventionnel**

- Pollutions des sols

Impacts environnementaux et sanitaires du recours à l'énergie

Le recours à l'énergie induit des activités d'approvisionnement et des usages de l'énergie. Les activités et les usages s'accompagnent d'impacts environnementaux et sanitaires.

Les systèmes énergétiques sont responsables d'une part importante de pollutions atmosphériques locales et régionales, d'émissions de gaz et de particules nocives (taille, toxicité ou radioactivité), de risques environnementaux, de modifications des écosystèmes.

Des impacts locaux (à proximités des activités de la chaîne énergétique):

Pollutions; Risques; Occupation d'espace.

Des impacts globaux

Changements climatiques; Atteinte à la biodiversité; Atteinte aux ressources naturelles



Trois principales options énergétiques (ressources)

L'impact environnemental est spécifique à chaque option énergétique et à leurs chaînes de conversion.

Trois principales options énergétiques:

- **Fossiles** -> carburant ou un combustible -> Chaleur -> Travail ou électricité
 - Produits pétroliers
 - Gaz naturel
 - Charbon
- **Nucléaire** -> Electricité
 - Fission
 - Fusion
- **Renouvelables** -> Electricité, combustibles, chaleur ou travail
 - Solaire (Thermique – Thermoélectrique – Photovoltaïque)
 - Eolien
 - Hydroénergétique (cours d'eau, marin)
 - Biomasse (bois, biométhanisation, biocarburant)
 - Chaleur naturelle (air, eau, sol, sous-sol)

Quelles options privilégier d'un point de vue environnemental?

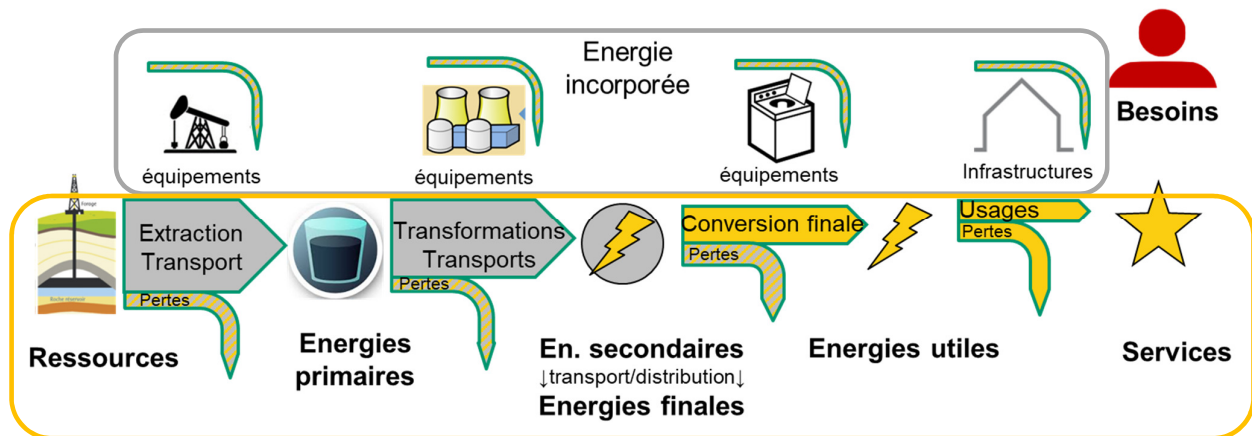
Comparer de manière exhaustive les différentes façons de produire de l'énergie requiert une connaissance fine de leurs conséquences sur l'environnement et la santé.

Impacts environnementaux et sanitaires de la chaîne énergétique

L'impact environnemental du recours à l'énergie englobe tous les impacts directs et indirects des activités de la chaîne de conversion énergétique y compris le cycle de vie des équipements et des infrastructures mises en œuvre.

Deux niveaux principaux d'analyse des impacts

- Au **premier plan**, les impacts des étapes de la ressource énergétique (Chaîne énergétique, hors équipements et infrastructures)
- A l'**arrière plan**, le cycle de vie des équipements et infrastructures mis en œuvre



Analyse du cycle de vie (ACV) appliqué à l'énergie

L'ACV est un moyen systémique d'évaluation des impacts environnementaux globaux d'un produit, d'un service, d'une entreprise ou d'un procédé.

-> **ACV d'un service basé sur une ressource énergétique.**

ACV_A: Attributionnelle (ie basé sur définition des processus)

ACV_C: conséquentielle (ie. impact changement dans le système)

Frontières du système

La chaîne énergétique est une succession de processus élémentaires.

Elle constitue la frontière du système (distinction premier plan et arrière plan).

Par une démarche souvent itérative, les frontières sont adaptées selon des critères d'exclusion ou d'inclusion: L'ACV considère uniquement les processus élémentaires de la chaîne énergétique dont les données préliminaires montrent que la contribution n'est pas infime. Par exemple les processus ayant un impact de moins de 0,1 % peuvent être retiré de l'analyse.

Difficultés d'allocation

- si plusieurs co-produits (ie sciures de bois pour la fabrication de granulés de bois),
- si plusieurs co-usages (ie infrastructure routière pour le transport de personnes ou de marchandises)
- si plusieurs origines (caractère fongible de l'énergie finale)

Trois principales étapes d'analyses: N1, N2, N3

L'analyse de la chaîne énergétique peut être simplifiée en 3 étapes:

(N1) Etapes de la ressource énergétique jusqu'à son utilisation finale (N1_{amont}) et gestion des résidus d'utilisation (N1_{aval}) (ie. Cendres; Déchets nucléaires, ...)

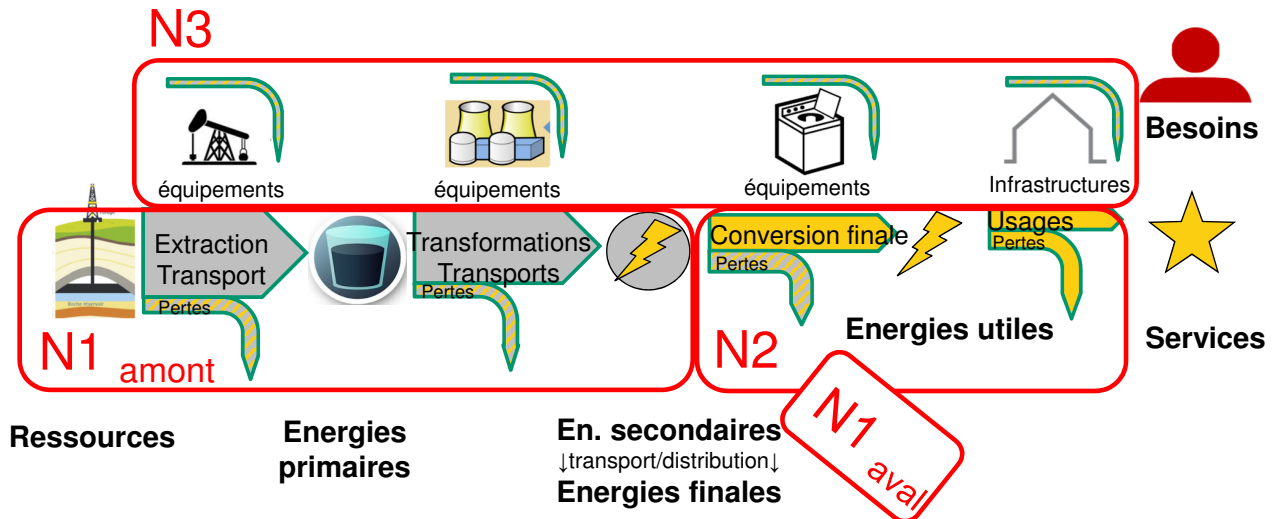
(Généralement éloignée de l'utilisateur)

(N2) Etape d'utilisation finale de l'énergie (conversion finale) (ie. Combustion; Turbinage)

(Souvent à proximité de l'utilisateur, mais pas toujours : ie. électricité)

(N3) Cycle de vie des équipements et infrastructures « principaux » (selon limite d'exclusion)

(Généralement éloignée de l'utilisateur)



N1, N2 et N3

L'impact environnemental apparaît :

N1 ressource amont: Extraction, transport, stockage, conditionnement combustibles

Par exemples:

- Pollutions (air, eau, sol, biosphère) et risques dû aux:
 - o Activités minières, conditionnement et transport
 - o Agriculture intensive (biomasse)
- Finitude des réserves naturelles et espace occupé
- Pertes énergétiques (extraction, transformation, transport)

N1 ressource aval: Gestion déchets (-> recyclage)

Par exemples:

- Pollutions (air, eau, sol, biosphère) et risques lors de la gestion des déchets (cendres, déchets radioactifs)

N2 conversion finale de la ressource (et usage)

Par exemples:

- Pollutions (air, eau, sol, biosphère) et risques dû aux:
 - o Emissions de gaz de combustion (CO₂, NOx, poussières, imbrûlés)
 - o Procédé de conversion
 - o Refroidissement, bruit & vibration, paysage, modification des écosystèmes
- Espace occupé

N3 fabrication (et élimination) des équipements de conversion

Par exemples:

- Energie incorporée ou énergie grise
- Matériaux et produits mis en œuvre

N1 amont (weel to tank)



(a) USCG/Science Photo Library



(b) Julie Dermansky/Science Photo Library

Mali – Arlit. UO2 - AREVA



Pollution



ULB IGEAT



Rape crops

environnement – 08/12/2017 – Version au 07/12/2017

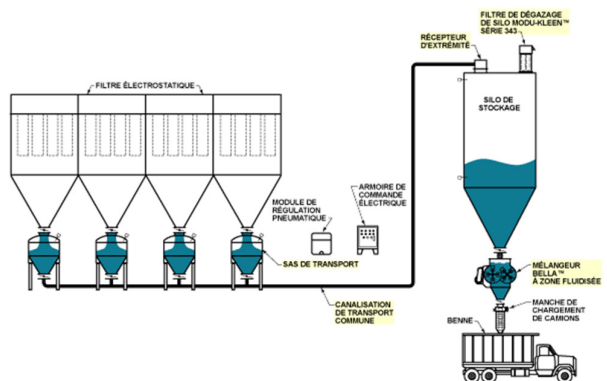
N1 aval

Gestion des déchets résultant de la conversion finale

Déchets nucléaires



Cendres volantes de centrales thermiques



ULB IGEAT

N2

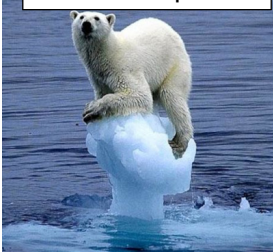


Pollution air

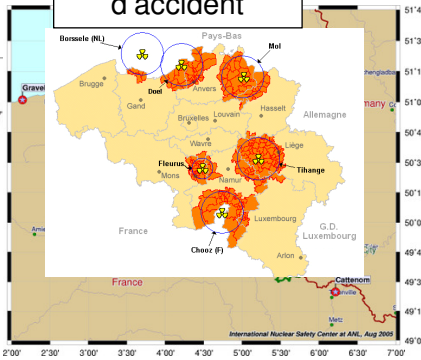


Occupation du sol

Changement climatique



Risque d'accident



N3



Activités industrielles



Energie incorporée



Gestion de fin de vie des convertisseurs

Démantèlement, recyclage ou élimination en fin de vie

- Centrales électriques (TGV, unités nucléaires, centrales charbons, ...)
- Moteurs
- Chaudières
- Panneaux solaires
- Eoliennes

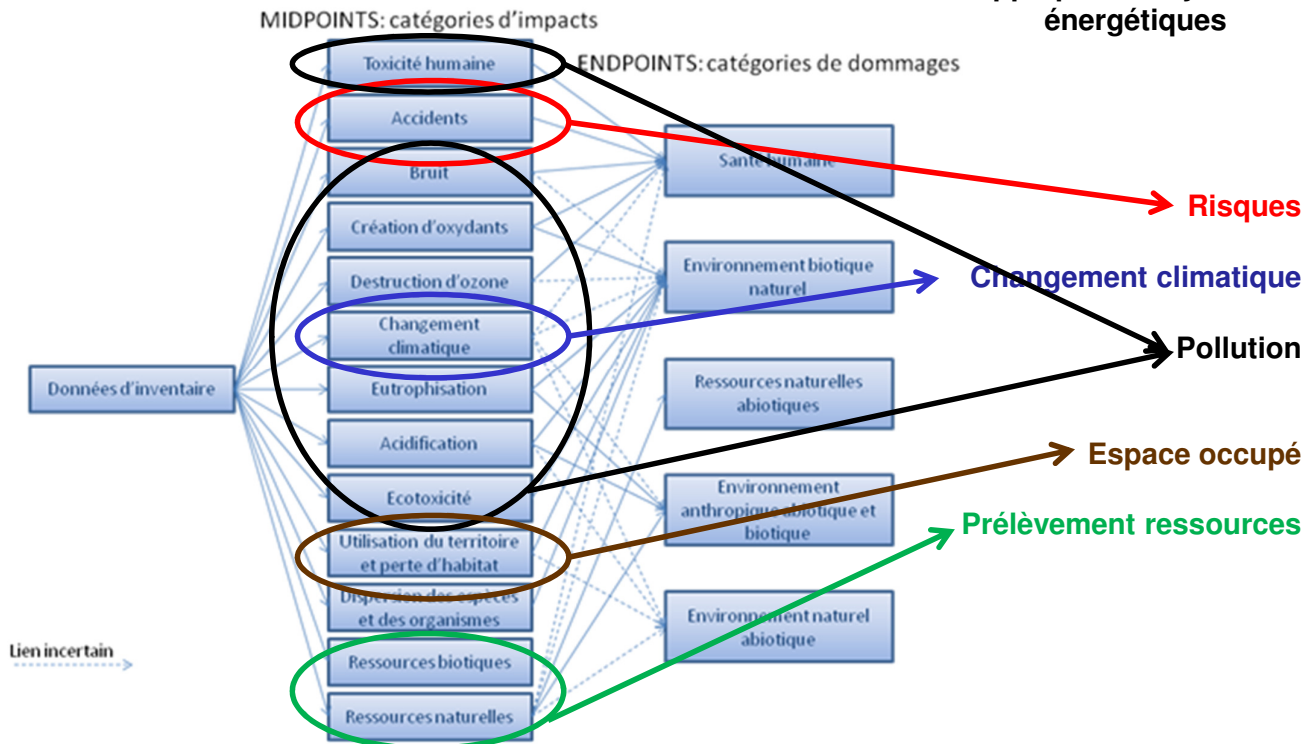
- Electroménagers
- Véhicules
- Matériaux d'isolation
- ...

Catégories d'impacts et de dommages environnementaux en lien avec l'énergie

Catégories d'impacts et de dommages

Issu de la méthode ACV

Appliqué aux systèmes énergétiques



JOLLIET, O., et AL., Analyse de cycle de vie: Comprendre et réaliser un écobilan; PPUR, 2010

Cinq principales catégories d'impacts environnementaux

En énergie, cinq principales catégories d'impacts environnementaux (dommages, problèmes) sont fréquemment cités :

- 1. Changement climatique:** émissions de CO₂ ou gaz équivalent comme le CH₄.
- 2. Pollution des milieux** (air, eau, sol, biosphère) des activités (régime, démarrage, arrêt, accident) de la chaîne énergétique. Effets directs et indirects sur la qualité des écosystèmes et la santé humaine. Les impacts peuvent être de court terme ou permanents.
- 3. Risques** d'accidents des activités de la chaîne énergétique (transport, conversion, déchets). Il convient d'analyser les impacts de situations accidentelles du point de vue de leur probabilité (fréquence) et de leur dangerosité (atteinte à la qualité des écosystèmes et à la santé humaine).
- 4. Espace occupé** par les activités de la chaîne énergétique. Analyse de compatibilité avec d'autres activités (logement, agriculture, écosystème, ...)
- 5. Consommation de ressources naturelles (non renouvelées)** Epuisement de ressource naturelle énergétique et minérales (équipements non recyclés)



Quatre catégories de dommages

1. Perte de biodiversité
2. Effet sanitaire
3. Modification de l'écosystème (biotique et abiotique)
4. Epuisement de ressources naturelles

Incidences environnementales de l'offre énergétique

Incidences sur l'environnement	Impacts															Dommages			
	Changements climatiques			Pollutions			Risques			Occupation espace			Prélèvements ressources			Réduction biodiversité	Sanitaire	Perturbation des écosystèmes	Pertes ressources naturelles
	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3				
Localisation																			
Ressource																			
Fossiles (gaz, pétrole, charbon)	Orange	Red	Yellow	Red	Red	Yellow	Red	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow	Orange	Red	Red	Red
Nucléaire (fission)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Yellow
Renouvelable (hydro barrage)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Renouvelable	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Renouvelable (biomasse)	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow