

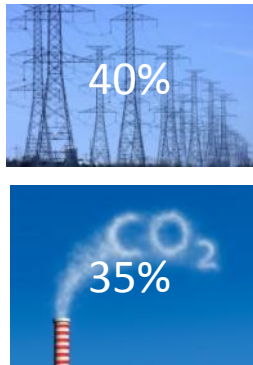


Valorisation de la durabilité des structures en acier

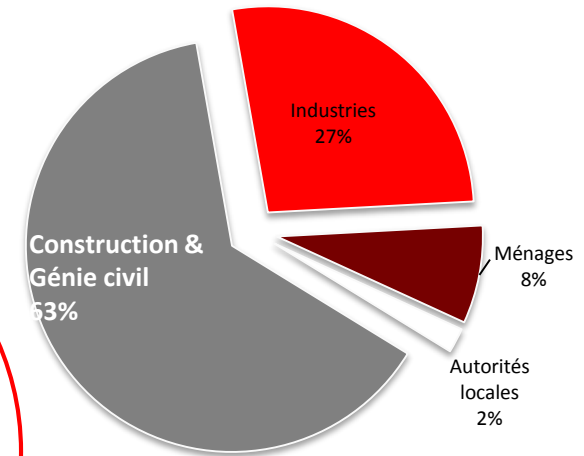
INFORMATION GENERALE : METHODOLOGIE ACV

Contexte du secteur de la construction

En Europe, le secteur de la construction représente :



Part de déchets déposés en France

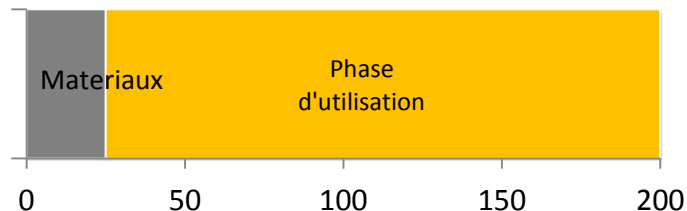


Nouveaux concepts

life cycle assessment
climate change
LEED
recycling
carbon dioxide
EN 15804
standard
reuse
functional unit
module D
BREEAM
construction
environment
steel
RT 2012
CPR
wastes
FDES
product
sustainable
HQE
rating schemes
building
wastes
REACH
impact
service life
environmental product declaration
resources



Distribution de la consommation d'énergie d'un bâtiment (kWh/m².année)



Nous passons **90%** de notre temps à l'intérieur des bâtiments



Programme

1) Notions de base

- Le développement durable et la notion de cycle de vie
- Évaluation du cycle de vie

2) Évaluation environnementale des bâtiments

- Déclarations environnementales de produits,
- CEN TC350: contexte, concepts principaux
- Focus sur le module D

3) Évaluation environnementale de l'acier

- Le cycle de l'acier
- Avantages du recyclage



1) Notions de base



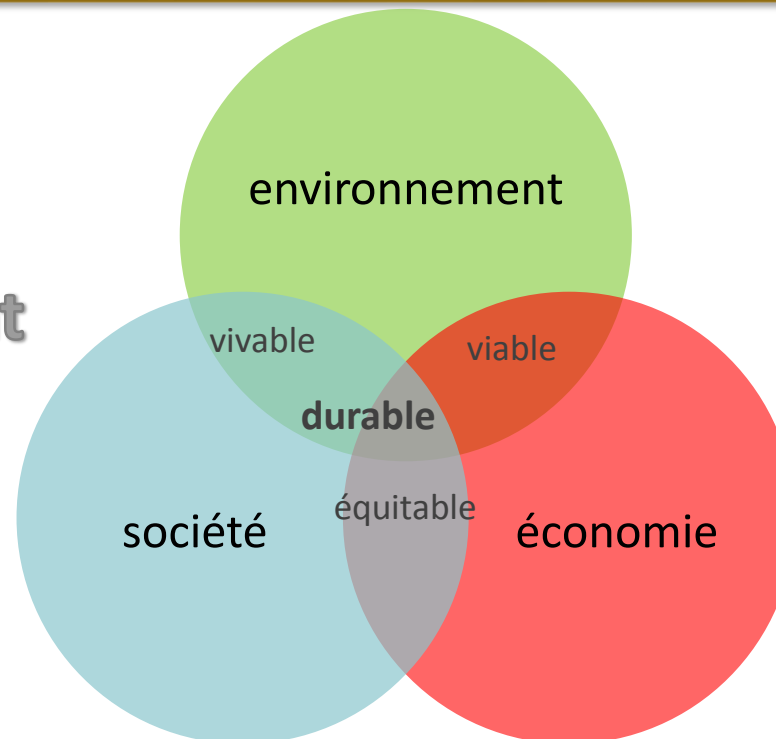
Développement durable

« Le développement durable répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire à leurs propres besoins. »

Rapport Brundtlandt

(Commission mondiale sur l'environnement et le développement, 1987)

3 piliers du
développement
durable





Pourquoi est-ce si critique?

- Comprendre et anticiper où **nos coûts de la chaîne d'approvisionnement** pourraient augmenter à l'avenir en raison de **problèmes environnementaux**
- Comprendre où notre chaîne d'approvisionnement peut être affectée par des **questions de société**
- Démontrer la **valeur durable de produits et de solutions en acier** par
 - Les avantages environnementaux de l'acier et sa compétitivité économique
 - L'impact local de la société sur les parties prenantes (emplois créés, etc.)
 - Les avantages sociaux de matériaux et solutions (boîtes à conserve, ponts, etc.)
 - Capacité à intégrer les populations à faible revenu dans la chaîne de valeur
 - ...
- Les décisions d'aujourd'hui donnent un aperçu des questions auxquelles les générations futures seront confrontées.
- L'industrie de l'acier doit être une partie de la solution

“Le monde ne peut pas réussir sans entreprises engagées pour promouvoir des sociétés durables et des écosystèmes.”

WBCSD Président Bjorn Stigson



Outils d'évaluation environnementale

- Système de Management Environnemental (Site / entreprise spécifique, ISO 14000)
- Bilan de gaz à effet de serre (GES) (niveau de l'entreprise, au niveau du site)
- **Analyse du cycle de vie (ACV)**, analyse des coûts du cycle de vie, l'ACV sociale (produit / service spécifique)
- Éco-conception, conception pour X (recyclage, démantèlement etc.)
- Évaluation des risques sanitaires, évaluation des risques pour l'écosystème
- Indicateurs (GRI, IBGN, empreinte écologique ...)
- Analyse coûts-bénéfices, économie de l'environnement
-

La pensée le cycle de vie (PCV)

- Méthode pour déterminer les améliorations possibles des biens et services, en réduisant les impacts sur l'environnement et la consommation de ressources, et ce à tous les stades du cycle de vie.



Pensée cycle de vie dans la politique européenne

- Le plan d'action pour une consommation et une production durables vise à réduire l'impact environnemental global et la consommation des ressources associées aux cycles de vie complets des biens et services (produits)
- Communication sur la politique intégrée des produits (COM(2003)302)
- Stratégie thématique concernant l'utilisation durable des ressources naturelles (COM (2005) 670)
- Stratégie thématique sur la prévention et le recyclage des déchets (COM (2005) 666)



Pensée cycle de vie: pourquoi?

1. Action locale vs. impact global
2. Déplacement de pollution d'une étape du cycle de vie à une autre
3. Déplacement de pollution d'un impact environnemental à un autre



1 – Action locale vs. impact global



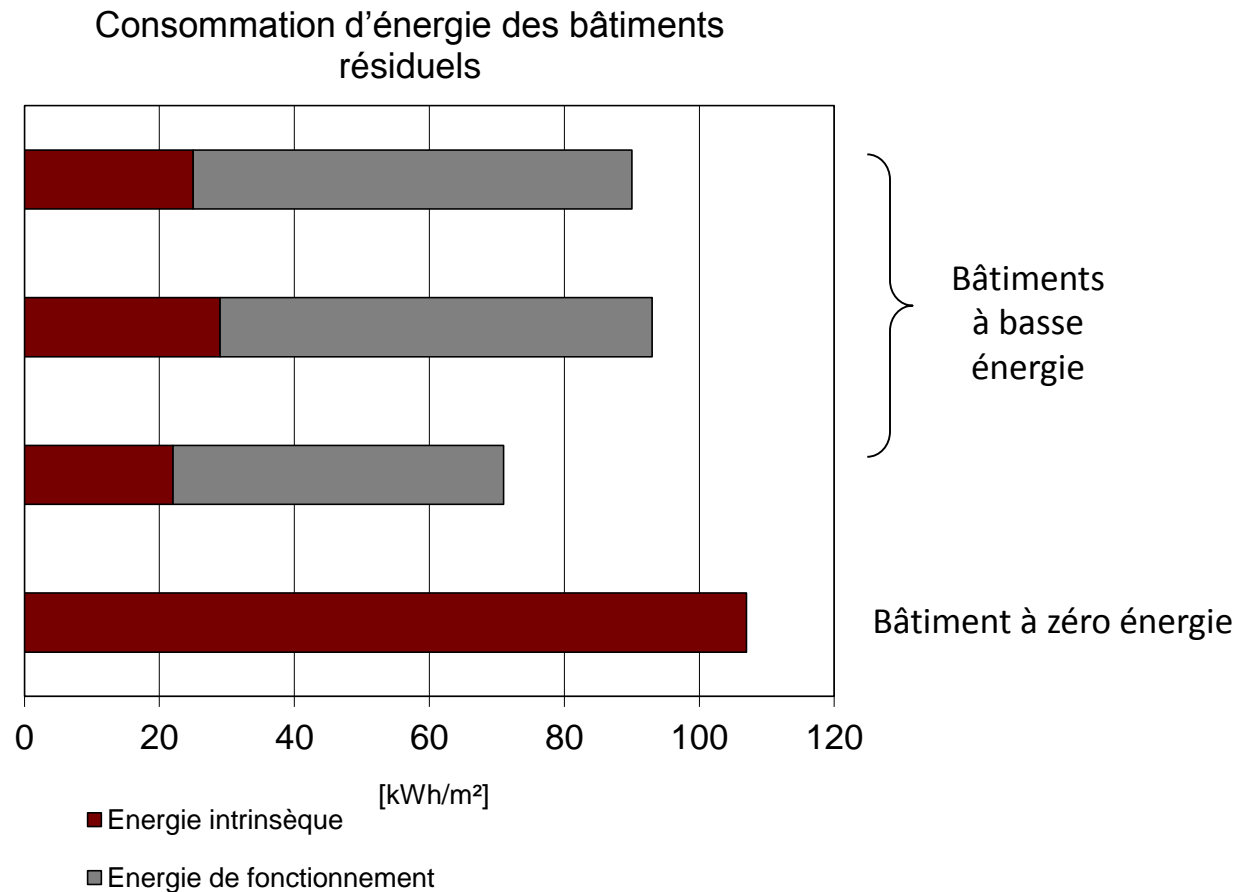
Action locale

1 – Action locale vs. impact global



Réchauffement
climatique
global

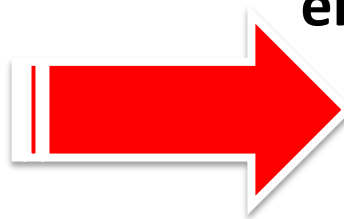
2 – Déplacement de pollution d'une étape du cycle de vie à une autre



Source: Energy and Buildings 42 (2010) 1592–1600

3 – Déplacement de pollution d'un impact environnemental à un autre

Empêcher le déplacement des problèmes environnementaux!



Mais d'autres
émissions



Analyse du cycle de vie

- Définition

Analyse les impacts environnementaux potentiels d'un produit ou d'un service durant sa production, utilisation et élimination (fin de vie).

- Avantages

- Interne

- Détection des risques stratégiques et les problèmes environnementaux
 - Développement de produits durables basés sur une information environnementale \Rightarrow Ecodesign
 - La communication avec les gouvernements et les autorités

- Externe

- Amélioration de l'image en vue de considérations écologiques
 - Support aux innovations environnementales et à la diminution des impacts environnementaux
 - Avantage concurrentiel en incluant les aspects environnementaux

Analyse du cycle de vie

Consommation
de ressources



Cycle de vie du produit

Extraction des
matériaux
bruts

Transformation
des matériaux

Fabrication des
produits

Phase
d'utilisation

Recyclage

Réutilisation

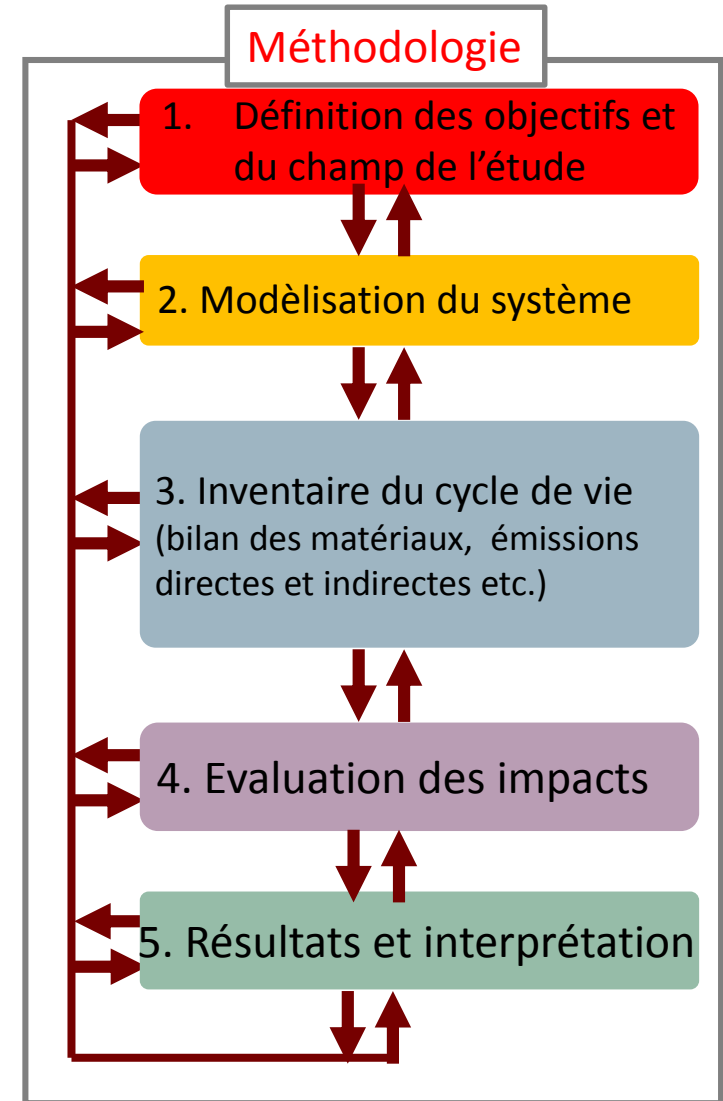
Mise en décharge

Emissions et
déchets dans
l'environnement



Analyse du cycle de vie

- **Méthode générique** pour tous les produits et services, fournissant des informations environnementales selon les **normes internationales** (ISO 14040 et 14044)
- Ces normes n'imposent pas de méthode pour l'allocation, les indicateurs, les frontières du système étudié ➔ **large degré de liberté**
- Une ACV ne traite pas
 - REACH
 - Risque environnemental
 - Sécurité des travailleurs
 - Questions économiques et sociales
 - Empreinte carbone des entreprises



Analyse du cycle de vie

- **Mot-clé # 1, l'unité fonctionnelle: objet d'une étude d'ACV**
 - Exemples: 1m² de revêtement, 1 poutre pour une durée et une charge spécifique, 1 kg de ciment
 - *Comparaisons entre les produits uniquement pour des fonctions équivalentes*



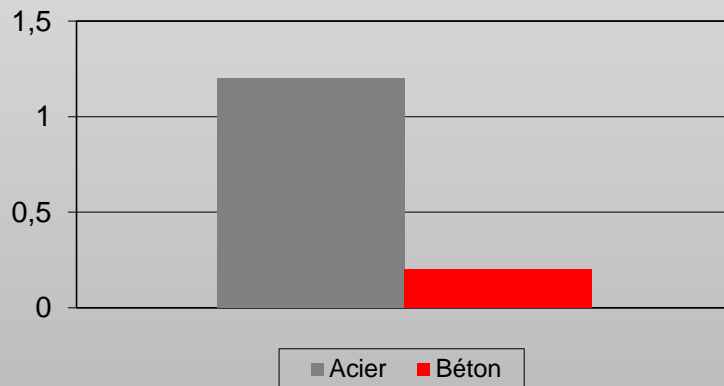
vs.



1kg acier

1kg béton

Réchauffement climatique pour 1 kg

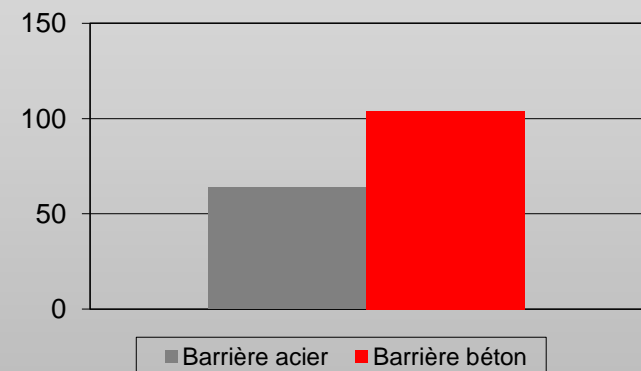


vs.



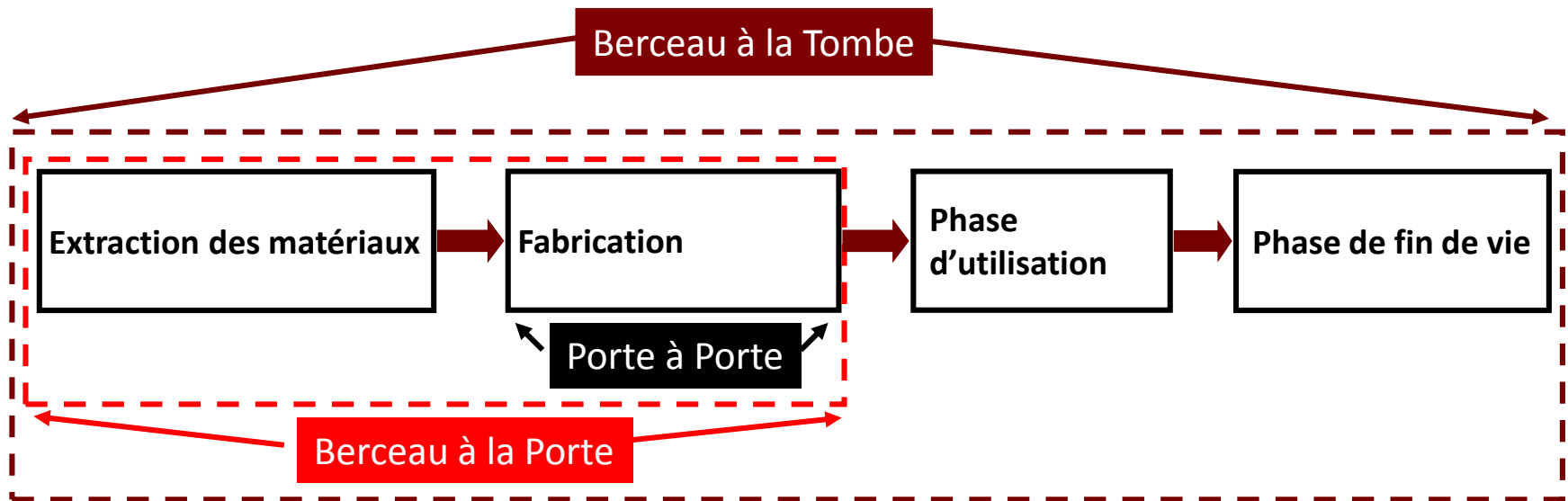
Barrière en acier (1m) Barrière en béton (1m)

Réchauffement climatique pour 1 m



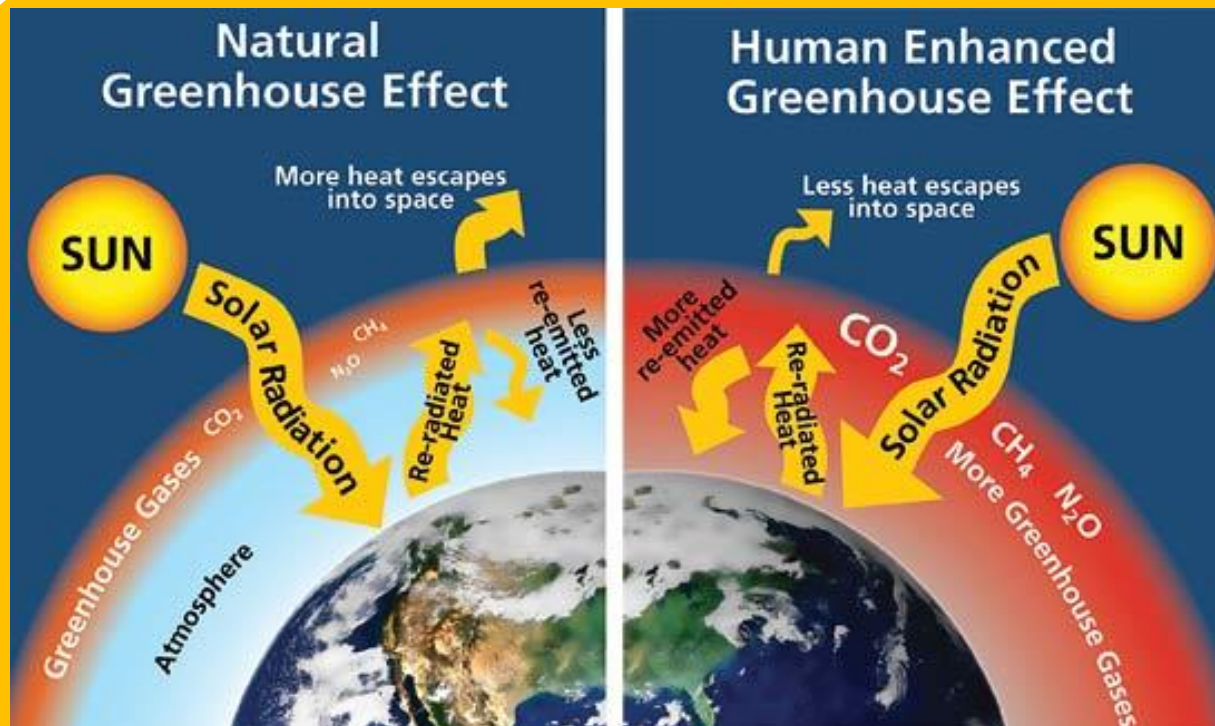
Analyse du cycle de vie

- **Mot-clé # 2, les frontières du système**
 - Dans les domaines du transport et de la construction, la phase d'utilisation peut représenter 80-90% de l'impact environnemental



Analyse du cycle de vie

- **Mot-clé # 3, les indicateurs environnementaux**
 - Les consommations, émissions et déchets sont transformés en impacts
 - Exemple : Potentiel de réchauffement global (PRG)

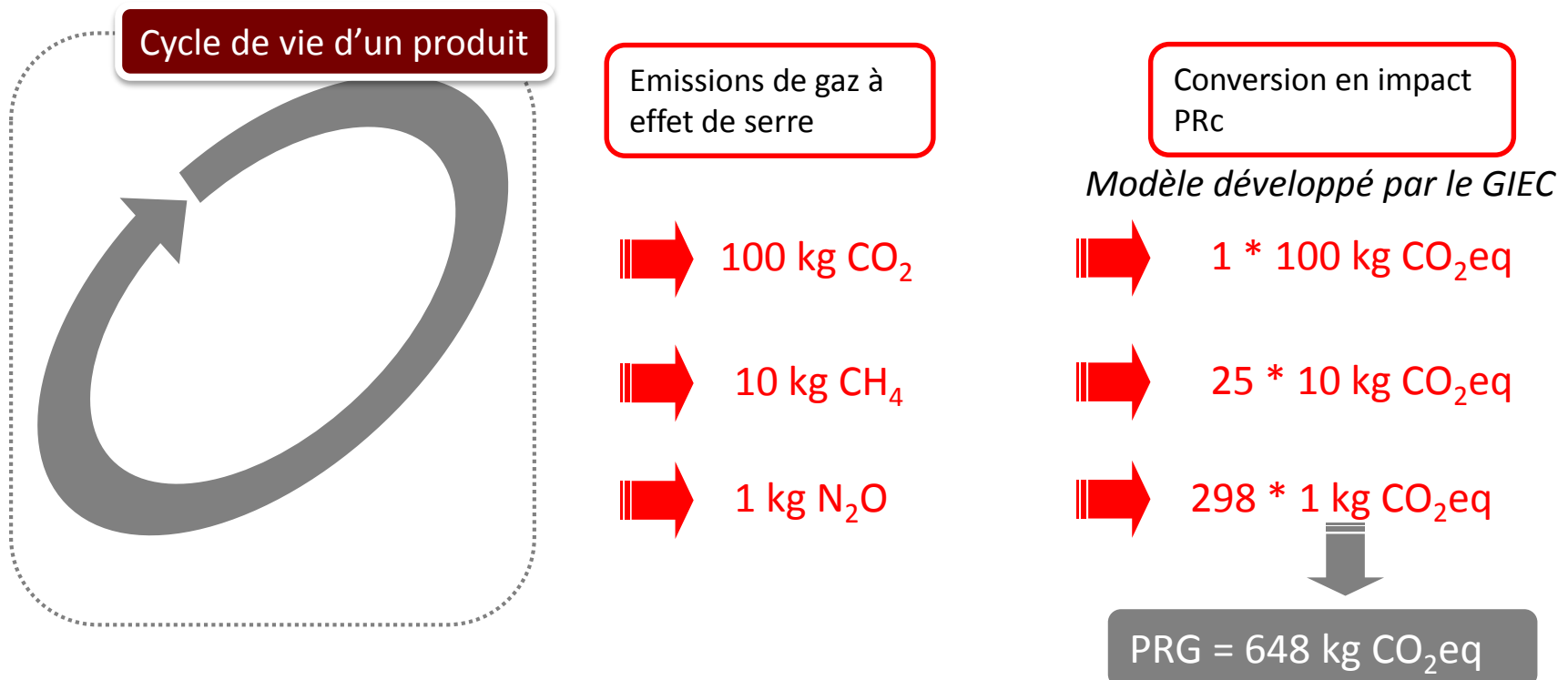


Les gaz à effet de serre piègent naturellement la chaleur du soleil, préservant la planète du refroidissement.

Les activités humaines, telles que la combustion de combustibles fossiles, augmentent les niveaux de gaz, conduisant à un effet de serre renforcé. Le résultat est le réchauffement global et des changements climatiques sans précédent.

Analyse du cycle de vie

- **Mot-clé # 3, les indicateurs environnementaux**
 - Les consommations, émissions et déchets sont transformés en impacts
 - Exemple : Potentiel de Réchauffement Climatique (PRC)





Analyse du cycle de vie

- **Mot-clé # 4, la revue critique**
 - Réalisé par un expert, avec un panel de parties prenantes dans le cas de comparaisons entre produits compétitifs
 - Coût 7k€ – 20k€
- **Conformité à des normes différentes en fonction du type d'étude**
 - Etudes génériques ACV: ISO 14040 – 44
 - Déclaration générique pour l'environnement: ISO 14025
 - Déclaration environnementale des produits de construction à travers le monde: ISO 21930
 - Déclaration environnementale des produits de construction en Europe: EN 15804
 - Déclaration environnementale des produits de construction en France: anciennement NF P01-010, désormais obsolète, NF EN 15804, depuis juin 2014

Analyse du cycle de vie

- **Mot-clé # 5, données**
- Dans la pratique, une très grande quantité de données est nécessaire pour modéliser toute la vie d'un produit (carrières, conversion d'énergie, mise en décharge, moyens de transport, etc)
 - Besoin de bases de données génériques fournissant des moyennes fiables pour des régions géographiques spécifiques (par exemple, la production de 1 kWh d'électricité en France)
- **Beaucoup de bases de données existent, chacune avec leur niveau de qualité**
 - Bases de données industrielles (worldsteel, PlasticsEurope, Betie, etc - gratuites)
 - Ecoinvent (centres de recherche suisse - la plus grande base de données dans le monde - la plupart des modèles théoriques - payante)
 - Gabi (société de conseil allemande - travaille avec les industries worldsteel incl - payante)
 - INIES (pour des produits de construction FDES - pas nécessairement vérifiée- ancienne norme française - gratuite)
 - Diogen (axée sur les produits de génie civil – ancienne norme française - gratuite)



Analyse du cycle de vie

- Questions méthodologiques soulevant des débats entre les praticiens
 - Allocation (répartition des impacts entre les sous-produits)
 - Distinction entre sous-produits et déchets
 - Physique (poids, stœchiométrie) ou base économique
 - Peut avoir une grande influence sur le résultat
 - Fin de vie
 - Comptabilisation des bénéfices du recyclage
 - Avantages pour l'utilisateur ou le producteur de la ferraille?
 - Qu'en est-il du recyclage dégradé, de la valorisation, etc?
 - Sources de données
 - Qualité des données
 - Représentativité
 - Cohérence entre les méthodes (frontières, allocation)

2) Evaluation environnementale des bâtiments



De nombreux niveaux d'évaluation

1. Les composants (façades, toitures, éléments structurels, etc) peuvent être décrits par des EPD, souvent réunies par programme



2. L'efficacité énergétique est soit réglementée soit labellisée

- RT 2012 (FR)
- Minergie (CH)
- PassivHaus (DE) etc



3. Les certifications des bâtiments évaluent le bâtiment complet, et peuvent intégrer les aspects sociaux et économiques

4. ACV complète d'un bâtiment: évaluation du cycle de vie complet du bâtiment, prenant en compte ses matériaux constitutifs et son efficacité thermique





Normalisation de l'évaluation environnementale des bâtiments: Les travaux du CEN TC350

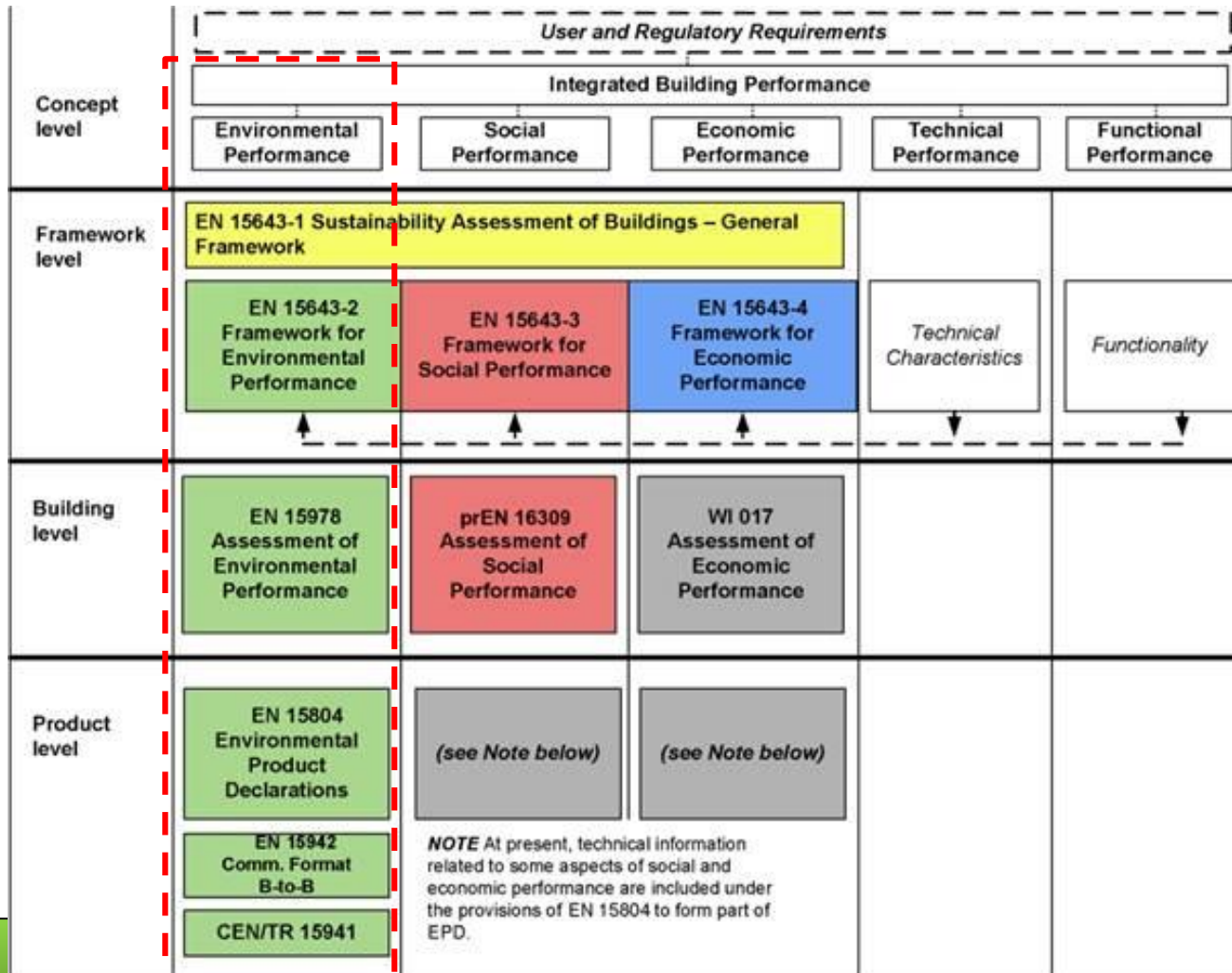


Contexte

- Mandat de la Commission Européen au comité CEN pour l'élaboration de méthodes normalisées horizontales pour l'évaluation de la performance environnementale intégrée de bâtiment

Structure CEN/TC350

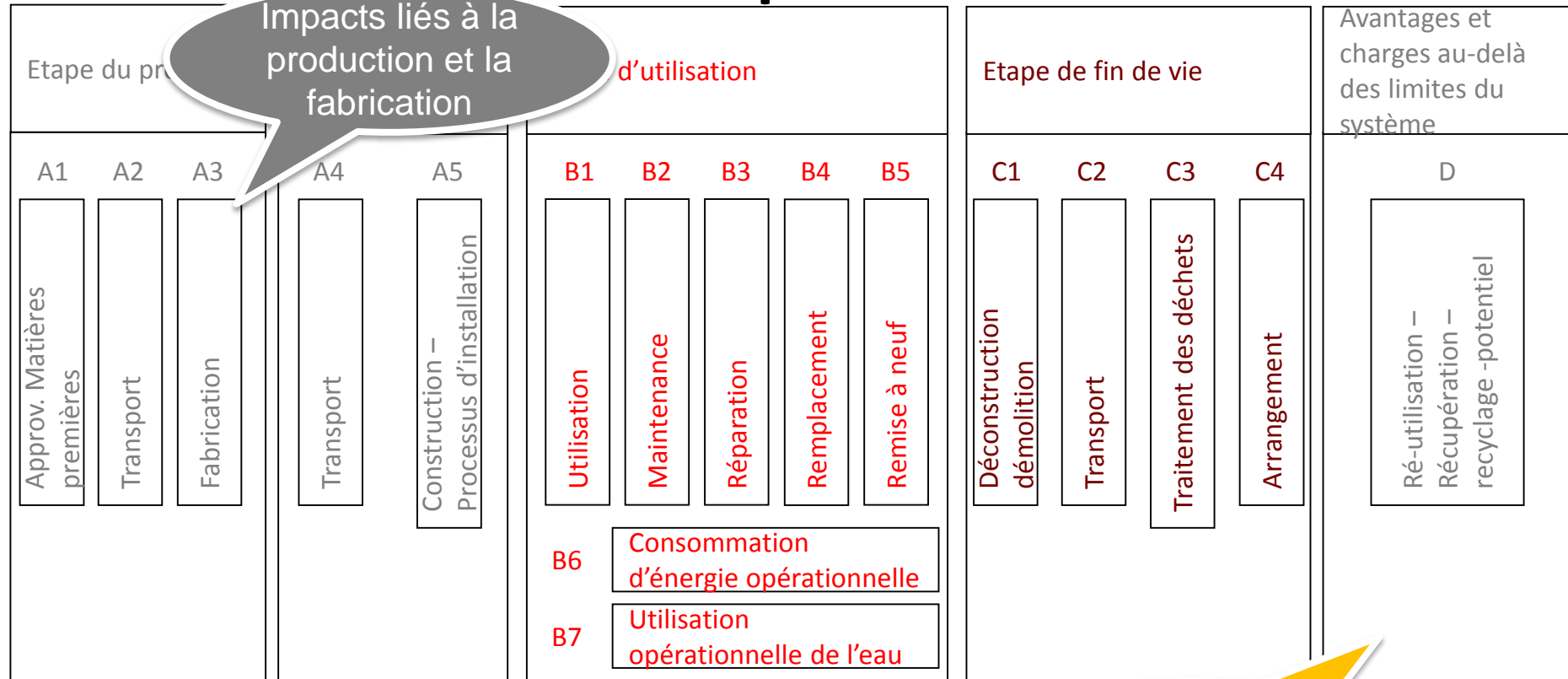
- 3 piliers, 4 niveaux





Concept clé: modularité

Impacts liés à la
production et la
fabrication



Obligatoire

EPD du berceau à la porte

Obligatoire

EPD du berceau à la porte avec option

Obligatoire

EPD du berceau à la tombe

Optionnelle

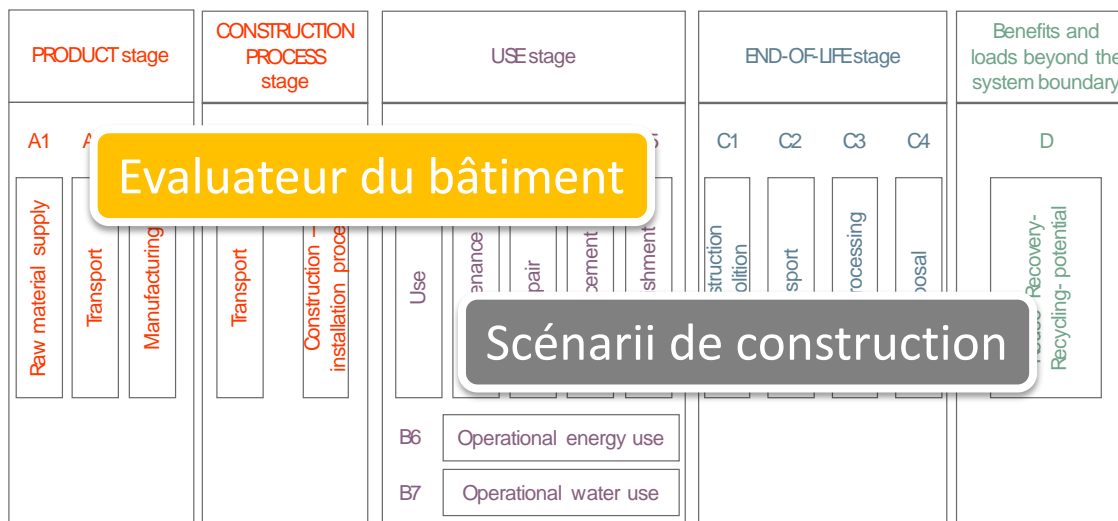
Avantages du
recyclage

Optionnelle

Modularité sur 2 niveaux



Niveau
bâtiment
EN 15978

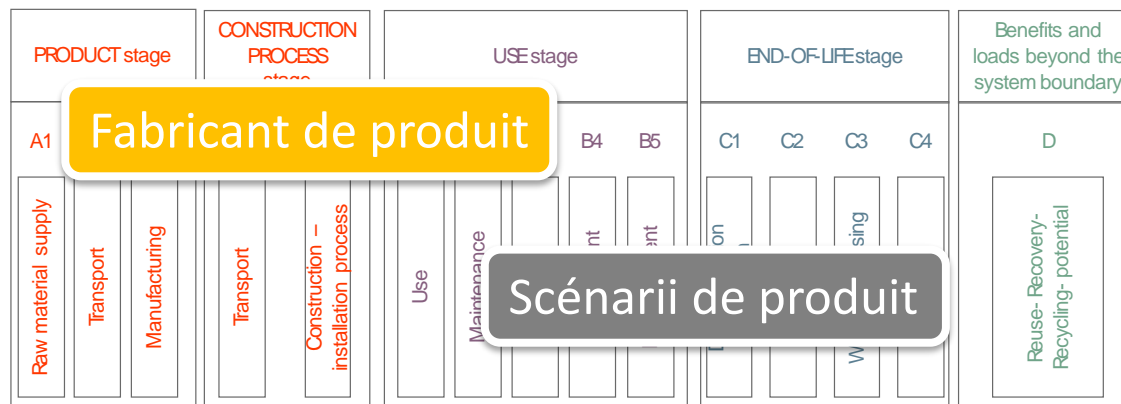


Evaluateur du bâtiment

Scénarii de construction



Niveau
produit
EN 15804



Fabricant de produit

Scénarii de produit

Transparence: pas d'agrégation entre les modules
Données des produits intégrés au niveau du bâtiment
Comparaison uniquement au niveau du bâtiment ou du système



LARGE VALORISATION ON SUSTAINABILITY OF STEEL STRUCTURES



Paramètres décrivant les impacts environnementaux

GWP [kgCO ₂ eq]	ODP [kgCF ₂ eq]	AP [kgSO ₂ eq]	EP [kgPO ₄ eq]	POCP [kgEtheneq]	APD-elements [kgSbeq]	ADP- combustibles fossiles [MJ NCV]
-------------------------------	-------------------------------	------------------------------	---------------------------	---------------------	--------------------------	---

Paramètres décrivant l'utilisation des ressources, de l'énergie primaire

Consommation d'énergie primaire renouvelable à l'exclusion des ressources d'énergie primaire renouvelables utilisées comme matières premières [MJ PCI]	Utilisation des ressources énergétiques renouvelables utilisées comme matières premières [MJ NCV]	La consommation totale d'énergie primaire renouvelable (énergie primaire et les ressources d'énergie primaire utilisées comme matières premières) [MJ PCI]	Consommation d'énergie primaire non renouvelable hors des ressources renouvelables d'énergie primaire non utilisées comme matières premières [MJ PCI]	Consommation de ressources énergétiques non renouvelables utilisées comme matières premières [MJ PCI]	La consommation totale d'énergie non renouvelable primaire (en énergie primaire et les ressources d'énergie primaire utilisées comme matières premières) [MJ PCI]
--	---	--	---	---	---

Paramètres décrivant la consommation des ressources, des matériaux et des combustibles secondaires, et l'utilisation de l'eau

Utilisation de matériaux secondaires [kg]	L'utilisation de combustibles secondaires renouvelables [MJ]	L'utilisation de combustibles secondaires non renouvelables [MJ]	Utilisation nette d'eau douce [m ³]
---	--	--	---

Autres informations environnementales décrivant les catégories de déchets

Autres informations environnementales décrivant les flux sortants

Déchets dangereux [kg]	Déchets non dangereux [kg]	Déchets radioactifs [kg]	Composants pour la réutilisation [kg]	Matériaux pour le recyclage [kg]	Matériaux pour la récupération d'énergie [kg]	Énergie exportée [MJ]
------------------------	----------------------------	--------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	---	-----------------------

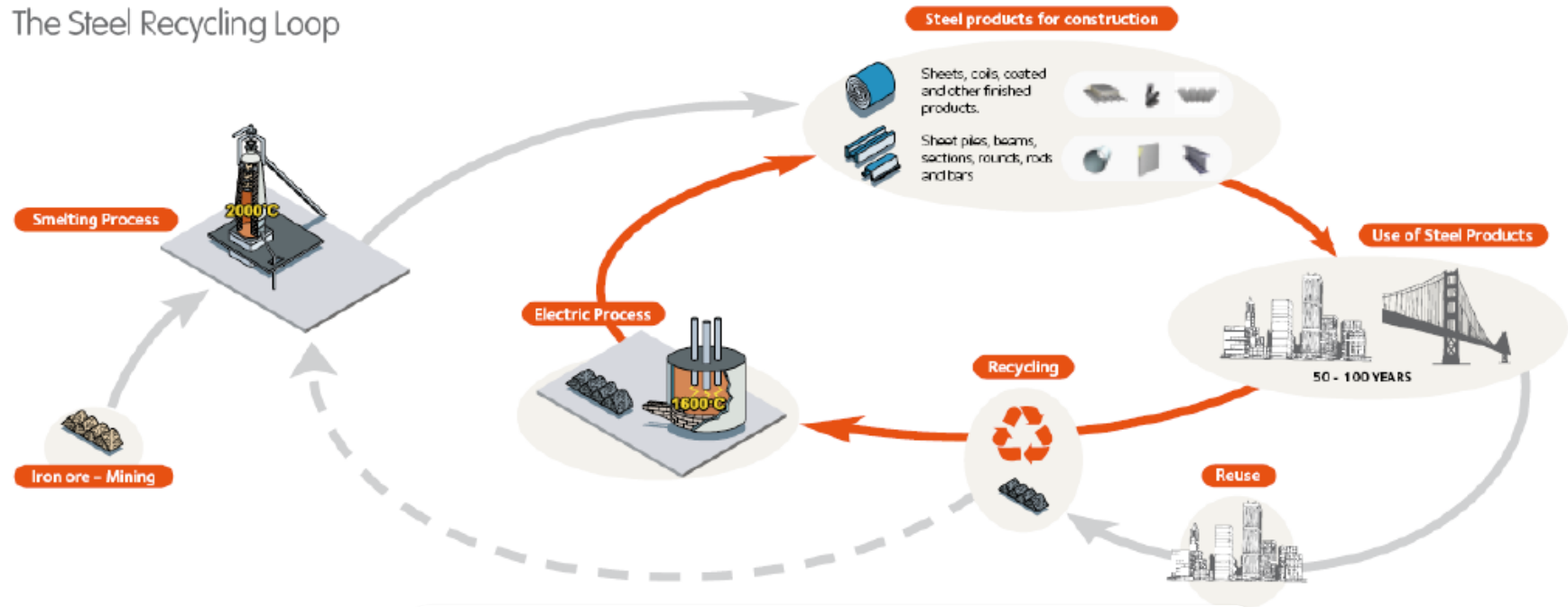
3) L'évaluation environnementale de l'acier



Production d'acier

- Deux principales voies pour un même produit: l'acier
 - Voie BF/ BOF (principalement primaire)
 - Voie EAF (principalement secondaire)

The Steel Recycling Loop



2 voies = 1 produit



LARGE VALORISATION ON SUSTAINABILITY OF STEEL STRUCTURES

La demande d'acier p.r. à l'offre de ferraille

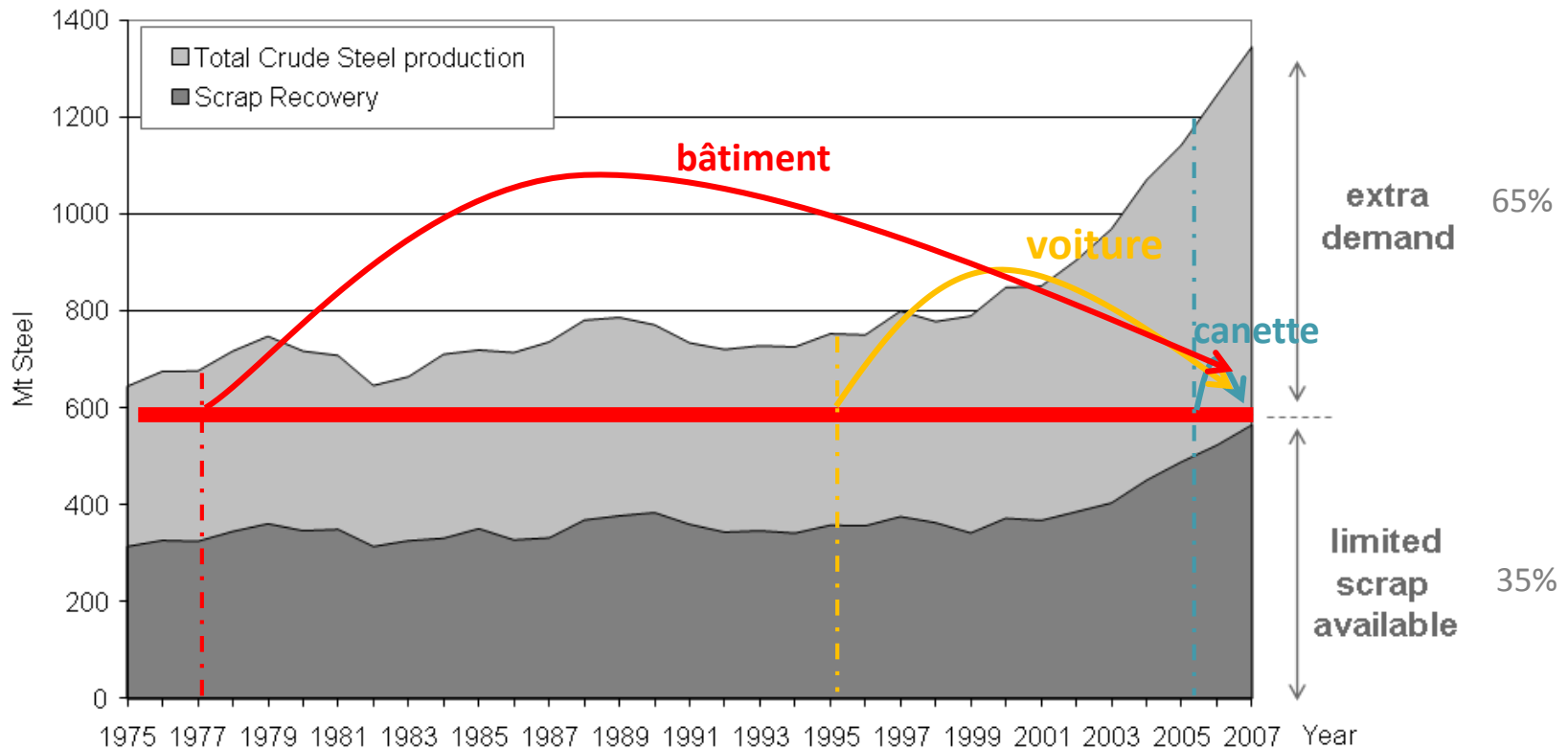
Augmentat
ion de la
demande
d'acier



Manque de
disponibilit
é de la
ferraille



Pourcentage
de production
primaire
toujours élevé





LARGE VALORISATION ON SUSTAINABILITY OF STEEL STRUCTURES

La production d'acier par procédé et région, 2007

	Production million metric tons	Oxygen %	Electric %	Open hearth %	Other %	Total %
Austria	7.6	90.7	9.3	-	-	100.0
Belgium	10.7	66.8	33.2	-	-	100.0
Bulgaria	1.9	53.8	46.2	-	-	100.0
Czech Republic	7.1	90.6	9.4	-	-	100.0
Finland	4.4	70.4	29.6	-	-	100.0
France	19.2	61.3	38.7	-	-	100.0
Germany	48.6	69.1	30.9	-	-	100.0
Greece	2.6	-	100.0	-	-	100.0
Hungary	2.2	77.6	22.4	-	-	100.0
Italy	31.5	36.7	63.3	-	-	100.0
Latvia (e)	0.6	-	0.4	99.6	-	100.0
Luxembourg	2.9	-	100.0	-	-	100.0
Netherlands	7.4	97.8	2.2	-	-	100.0
Poland	10.6	58.3	41.7	-	-	100.0
Portugal (e)	1.4	-	100.0	-	-	100.0
Romania	6.3	69.6	30.4	-	-	100.0
Slovak Republic	5.1	92.3	7.7	-	-	100.0
Slovenia	0.6	-	100.0	-	-	100.0
Spain	19.0	22.1	77.9	-	-	100.0
Sweden	5.7	66.1	33.9	-	-	100.0
United Kingdom	14.3	78.8	21.2	-	-	100.0
European Union (27)	209.5	59.6	40.2	0.3	-	100.0
Turkey	25.8	24.8	75.2	-	-	100.0
Others	4.1	26.4	63.6	-	-	100.0
Other Europe	29.8	26.4	73.6	-	-	100.0
Russia	72.4	56.9	26.6	16.4	-	100.0
Ukraine	42.8	51.4	3.8	44.8	-	100.0
Other CIS	9.5	50.3	41.7	8.0	-	100.0
CIS	124.7	54.5	26.0	25.5	-	100.0

	Production million metric tons	Oxygen %	Electric %	Open hearth %	Other %	Total %
Canada	15.6	59.2	40.8	-	-	100.0
Mexico	17.6	26.0	74.0	-	-	100.0
United States	98.2	41.1	58.9	-	-	100.0
NAFTA	131.3	41.2	58.8	-	-	100.0
Argentina	5.4	48.1	51.9	-	-	100.0
Brazil	33.8	75.9	24.1	-	-	100.0
Chile	1.7	72.5	27.5	-	-	100.0
Venezuela	5.0	-	100.0	-	-	100.0
Others	3.4	22.4	77.6	-	-	100.0
Central and South America	49.3	61.3	38.7	-	-	100.0
Egypt (e)	6.2	16.1	83.9	-	-	100.0
South Africa	9.1	49.7	50.3	-	-	100.0
Other Africa	3.3	38.9	61.1	-	-	100.0
Africa	18.7	36.5	63.5	-	-	100.0
Iran (e)	10.1	22.7	77.3	-	-	100.0
Saudi Arabia	4.6	-	100.0	-	-	100.0
Other Middle East	1.4	-	100.0	-	-	100.0
Middle East	16.1	14.1	85.9	-	-	100.0
China (e)	489.2	89.9	10.1	-	0.0	100.0
India (e)	53.1	39.9	58.2	1.9	-	100.0
Japan	120.2	74.2	25.8	-	-	100.0
South Korea	51.6	53.4	46.6	-	-	100.0
Taiwan, China	20.9	52.1	47.9	-	-	100.0
Other Asia	19.1	-	100.0	-	-	100.0
Asia	754.1	78.1	21.7	0.1	0.0	100.0
Australia	7.9	80.8	19.2	-	-	100.0
New Zealand	0.8	72.5	27.5	-	-	100.0
World	1,342.4	66.3	31.2	2.5	0.0	100.0

(e): estimate

European Union (27)

115.6

55% - 45%

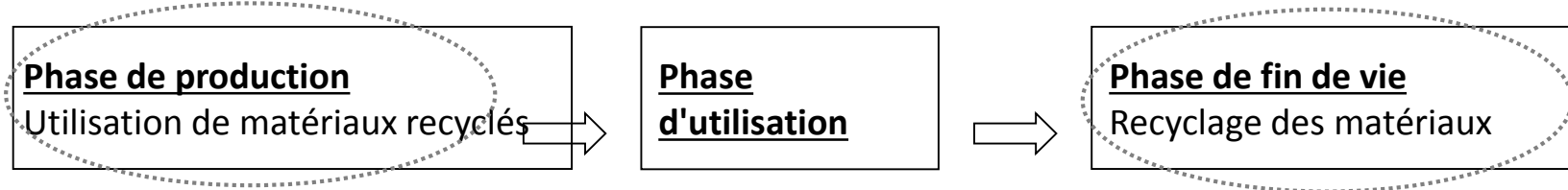
World

481.9

35% - 65%

Recyclage en ACV: un enjeu clé pour l'acier

• Contenu recyclé vs. taux de recyclage en fin de vie



Contenu recyclé

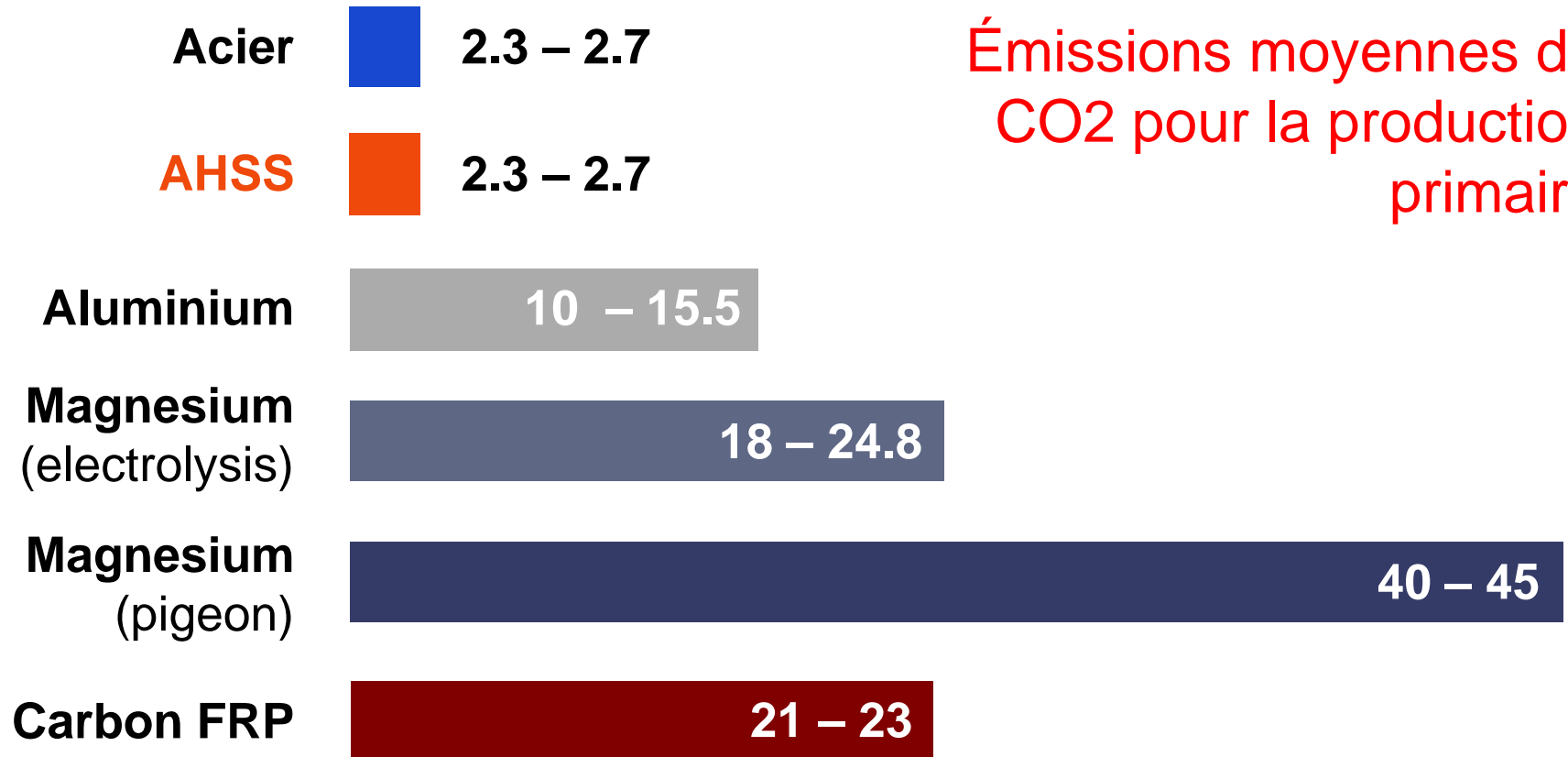
- Focus sur le **produit**
- Considération du recyclage passé des matériaux
- Supporté par des matériaux ayant un **nombre limité de cycles de recyclage et un taux de recyclage faible** (polymères, béton, ...)

Taux de recyclage

- Echelle du **matériau**
- Prise en compte des avantages environnementaux du **recyclage futur**
- Soutenu par les industries des **métaux** : aborder l'avenir des produits est plus importante

Les émissions de CO2 de plusieurs matériaux

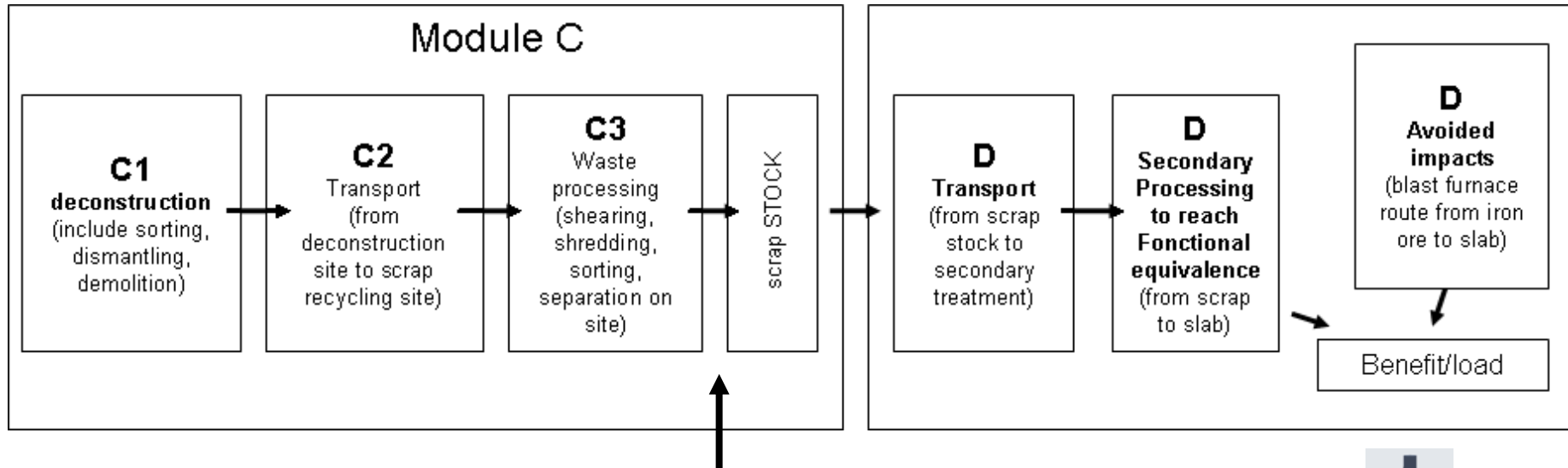
Émissions moyennes de
CO2 pour la production
primaire



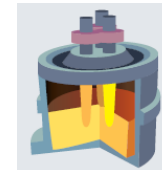
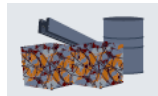
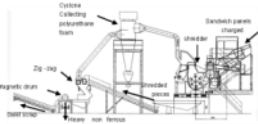


Focus sur le module D

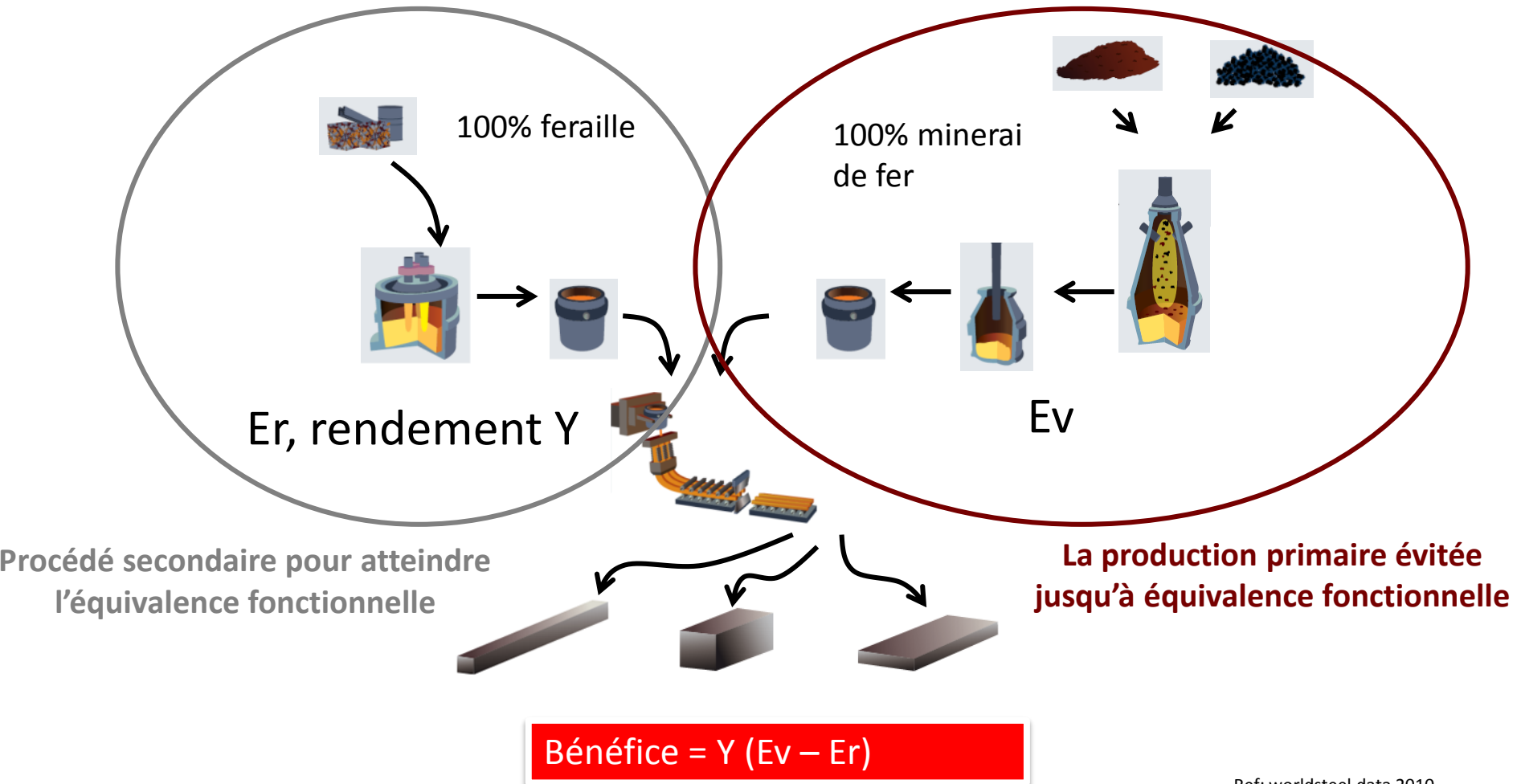
Module D: frontières



Fin de statut de déchet



Module D: Exemple de calcul avec l'acier



Module D: Bénéfices nets et charges

RC = contenu recyclé,
 RR = taux de recyclage en fin de vie,
 Ev = Impacts de la production primaire de matériau
 Er = Impacts de la production secondaire de matériau
 Ev' = Impacts de la production primaire de matériau substitué
 Er' = Impacts de la production secondaire de matériau substitué

$$\text{Bénéfice net} = \underbrace{RR(Ev' - Er')}_{\text{Bénéfice potentiel total du recyclage du stock collecté}} - \underbrace{RC(Ev - Er)}_{\text{Réduit par le bénéfice déjà pris en compte en amont, afin obtenir un bénéfice net}}$$

Bénéfice potentiel total du recyclage du stock collecté

Réduit par le bénéfice déjà pris en compte en amont, afin obtenir un bénéfice net

Application à des profilés en acier

Module A= moyenne de production = 1,15 tCO₂eq



$$\text{Module D} = (RR - RC) * Y * (E_v - E_r) = (0,95 - 0,85) * 1,6 = 0,15 \text{ tCO}_2\text{eq}$$

$$\text{GWP section} = 1,15 - 0,15 = 1,00 \text{ tCO}_2\text{eq}$$



Module D

- Dans le module D, la notion de cycle de vie est respectée et la dimension temporelle est intégrée
- Le module D est une incitation claire pour le recyclage, la réutilisation ou la récupération d'énergie
 - Quelle est la valeur de mes déchets en fin de vie?
- Le module D est applicable pour tous les matériaux
- Questions
 - Optionnelle (problème de comparaison)
 - Besoin d'un peu de pratique et de préciser les règles

Conclusions

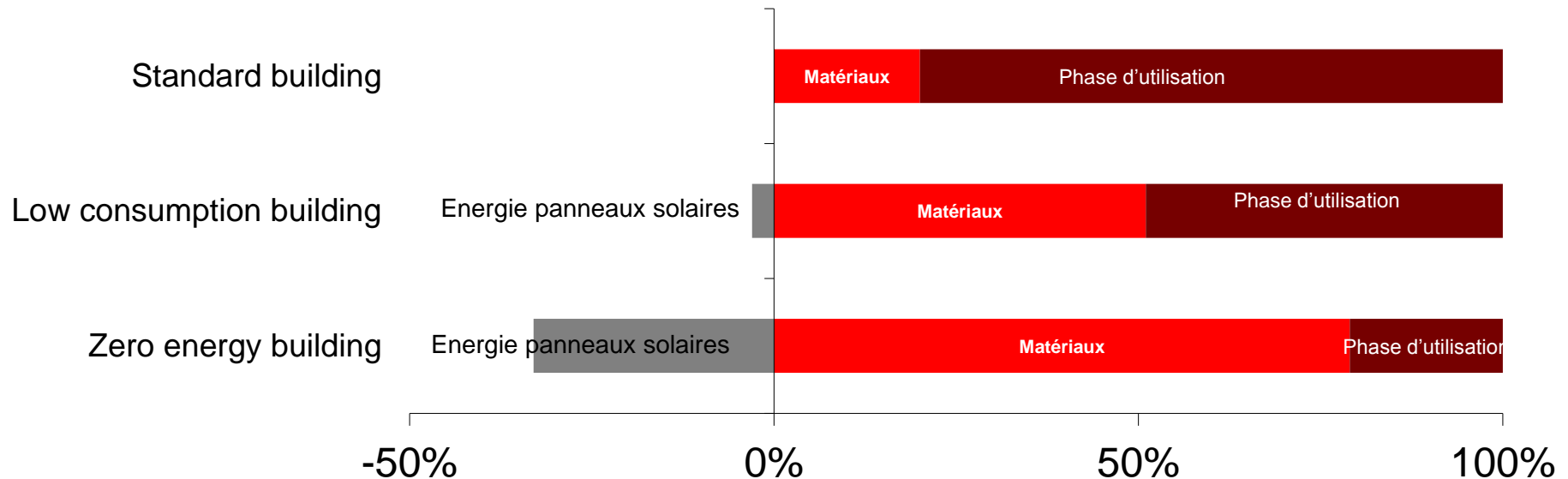
• Parts des impacts

– AUJOURD'HUI

- Impact globalement lié à la phase d'utilisation (~ 80% du total des impacts du cycle de vie)
- Efforts politiques axés sur l'efficacité énergétique des bâtiments
- Développement de constructions à énergie passive ou positive

– DEMAIN

- La part des matériaux augmente de par l'augmentation des matériaux d'isolation.
- Mesurer pour réduire: EPDs de plus en plus demandés dans les offres et les systèmes de certification.
- Efficacité des ressources dans le but de réduire les déchets.



Conclusions

- L'Analyse du Cycle de Vie est le bon outil pour l'évaluation environnementale des bâtiments
 - Le focus sur la phase d'utilisation ne suffit plus.
 - La fin de vie du bâtiment doit aussi être évaluée: la réutilisation et le recyclage récompensés (module D).
 - Le dioxyde de carbone n'est pas le seul polluant: une évaluation complète des impacts environnementaux est nécessaire.
- Le pilier social est à venir: au-delà des indicateurs de l'ACV
 - Nous passons 90% de notre temps dans des bâtiments: qualité de l'air / confort / acoustique doivent être traités également
 - Échelle urbaine vs. échelle du bâtiment