

Conférence écoréseau

Les biocarburants :
des solutions durables ?

Ecobilans et
analyses de cycles de vie
des biocarburants

Contacts

Arnaud Dauriat

+41 (0)76 / 425 99 77

arnaud.dauriat@eners.ch

ENERS

Energy Concept



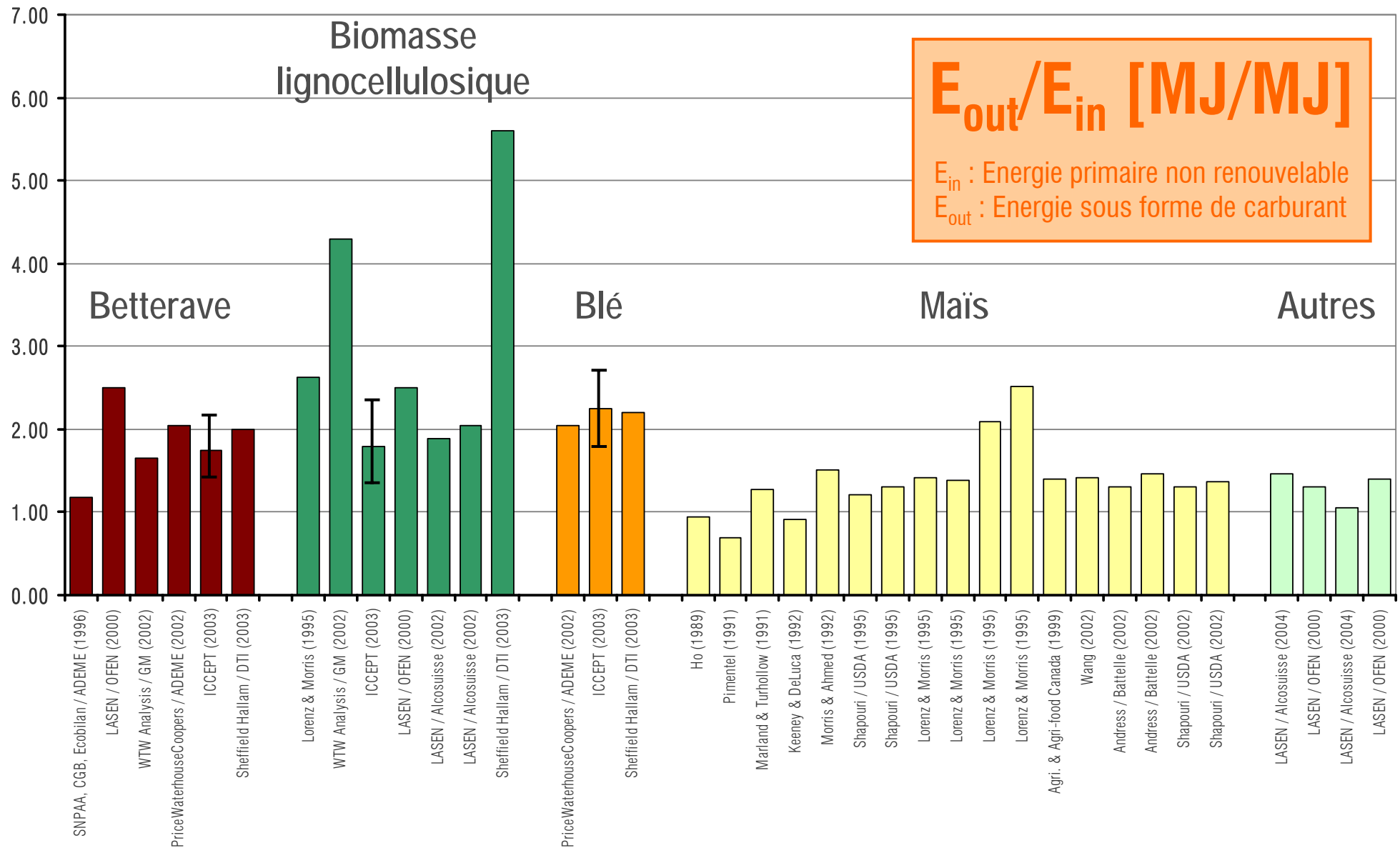
- **Ecobilan de biocarburants liquides**
 - Le bioéthanol
 - Le biodiesel
 - Bilan énergétique dans une ACV
- **L'analyse de cycle de vie / Les écobilans**
 - Définition, étapes d'une ACV
 - Système et fonction du système
 - Inventaire
 - Procédure d'allocation des charges environnementales
 - Méthodes d'allocation
 - Méthodes d'évaluation des impacts
- **Analyse critique des bilans**
- **Le rôle des écobilans**
- **La vision d'ENERS**



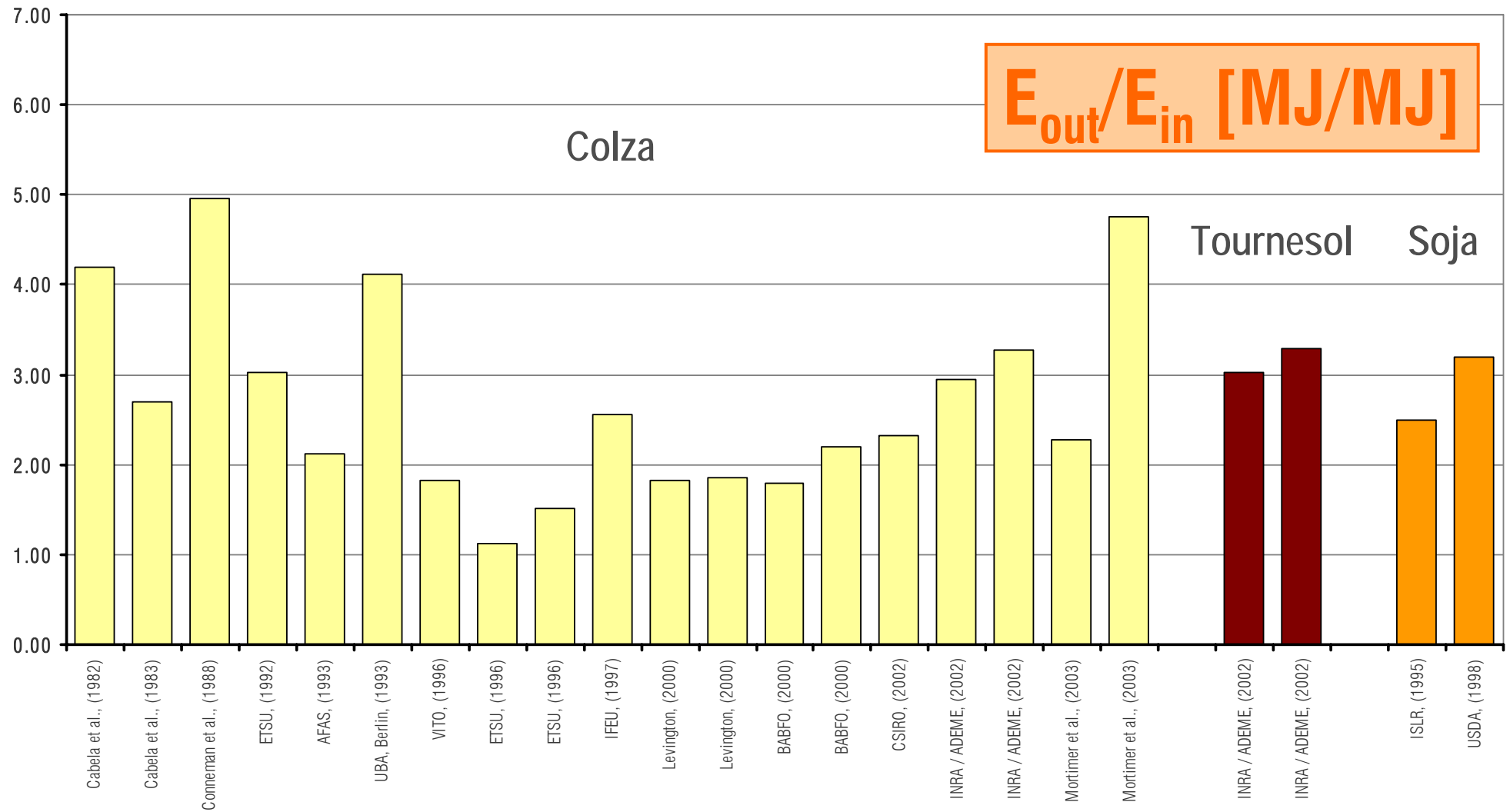
Bilan énergétique du bioéthanol

Matière première	Précisions	Référence	Année	Pays	Bilan énergétique
Betterave		SNPAA, CGB, Ecobilan / ADEME	1996	F	1.18
Betterave		LASEN / OFEN	2000	CH	2.50
Betterave		WTW Analysis / GM	2002	EU	1.65
Betterave		PriceWaterhouseCoopers / ADEME	2002	F	2.05
Betterave		ICCEPT	2003	UK	1.75
Betterave		Sheffield Hallam / DTI	2003	UK	2.00
Biomasse lignocellulosique		Lorenz & Morris	1995	US	2.62
Biomasse lignocellulosique		WTW Analysis / GM	2002	EU	4.30
Biomasse lignocellulosique		ICCEPT	2003	UK	1.80
Blé		PriceWaterhouseCoopers / ADEME	2002	F	2.05
Blé		ICCEPT	2003	UK	2.25
Blé		Sheffield Hallam / DTI	2003	UK	2.20
Déchets de bois	Modèle	LASEN / Alcosuisse	2002	CH	2.04
Herbe	Pilote	LASEN / OFEN	2000	CH	2.50
Herbe	Pilote	LASEN / Alcosuisse	2002	CH	1.88
Mais		Ho	1989	US	0.95
Mais		Pimentel	1991	US	0.69
Mais		Marland & Turhollow	1991	US	1.28
Mais		Keeney & DeLuca	1992	US	0.92
Mais		Morris & Ahmed	1992	US	1.51
Mais	Wet process	Shapouri / USDA	1995	US	1.21
Mais	Dry process	Shapouri / USDA	1995	US	1.30
Mais		Lorenz & Morris	1995	US	1.42
Mais	Moyenne	Lorenz & Morris	1995	US	1.38
Mais	Best of industry, 2010	Lorenz & Morris	1995	US	2.09
Mais	Stat-of-the-art, 2015	Lorenz & Morris	1995	US	2.51
Mais		Agri. & Agri-food Canada	1999	US	1.40
Mais		Wang	2002	US	1.42
Mais		Andress / Battelle	2002	US	1.31
Mais		Andress / Battelle	2002	US	1.47
Mais	Wet process	Shapouri / USDA	2002	US	1.30
Mais	Dry process	Shapouri / USDA	2002	US	1.37
Mélasses	Projet commercial	LASEN / Alcosuisse	2004	CH	1.47
Paille		Sheffield Hallam / DTI	2003	UK	5.60
Petit-lait	Laboratoire	LASEN / OFEN	2000	CH	1.30
Triticale	Projet commercial	LASEN / Alcosuisse	2004	CH	1.05
Vieux papier	Laboratoire	LASEN / OFEN	2000	CH	1.40

Bilan énergétique de l'éthanol

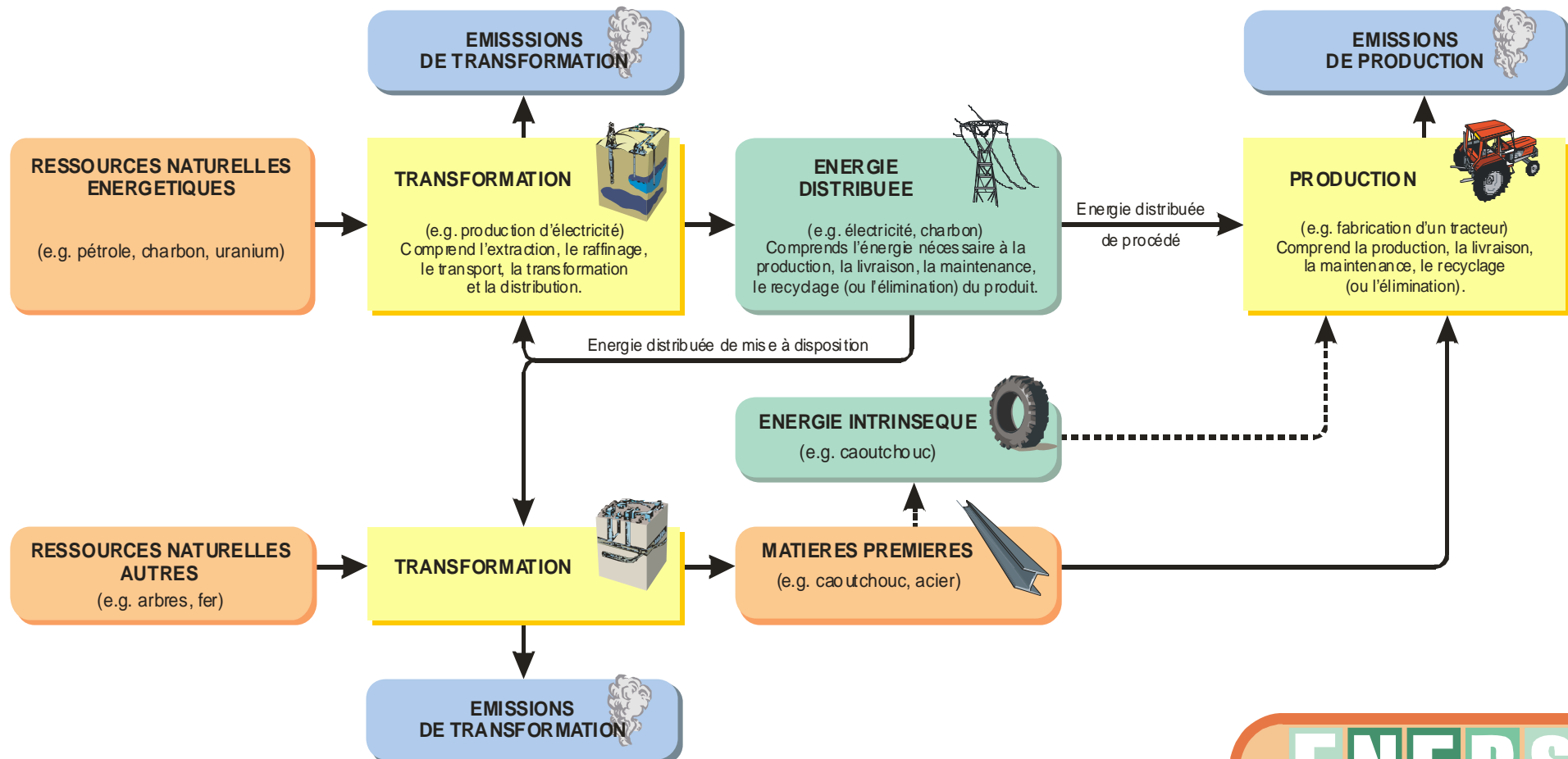


Bilan énergétique de l'éthanol



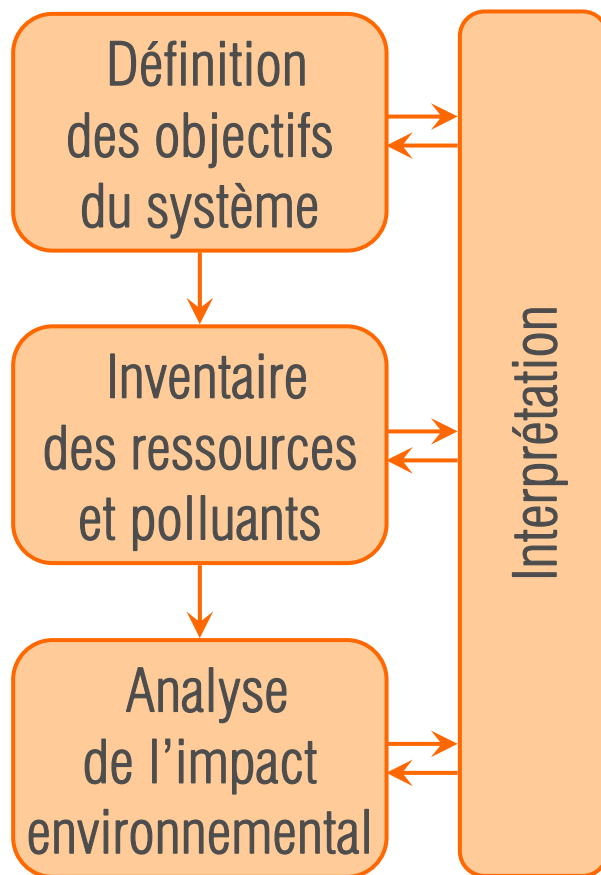
Bilan énergétique dans une ACV

- Le bilan énergétique au sens de l'ACV comprend les éléments suivants :
 - L'énergie distribuée de procédé est l'énergie distribuée nécessaire à la production, à la mise à disposition, à l'entretien, à l'élimination (respectivement au recyclage) de l'intrant considéré.
 - L'énergie intrinsèque peut être assimilée au contenu énergétique d'un produit.



- **Définition**

L'**analyse de cycle de vie (ACV)** ou **écobilan** évalue l'impact environnemental d'un produit, d'un procédé ou d'un système en relation avec une fonction particulière.



Elle permet :

- de comparer des produits ou systèmes existants
- de faire ressortir les potentiels d'amélioration
- d'aider à développer de nouveaux produits.

C'est avant tout un outil visant à :

- comparer la charge environnementale de différents produits,
- comparer les étapes de production d'un même produit.

La **norme ISO 14040 LCA** définit les 4 étapes suivantes :

- la définition des objectifs et du système
- l'inventaire des ressources consommées et des émissions
- l'analyse de l'impact environnemental
- l'interprétation

Systeme et fonction du systeme

Mc Donald's

Chaine de production
agronomique

Transport

Conditionnement
centralisé des aliments

Chaîne de production
de la vaisselle plastique

Cuisson

Nettoyage, chauffage,
éclairage du restaurant

Gestion des déchets

Restaurant conventionnel

Chaine de production
agronomique

Transport

Vaisselle solide
à nettoyer

Conditionnement des
aliments, cuisson

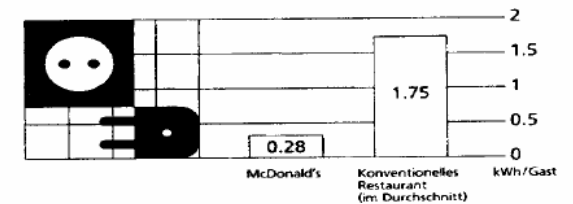
Nettoyage, chauffage,
éclairage du restaurant

Gestion des déchets

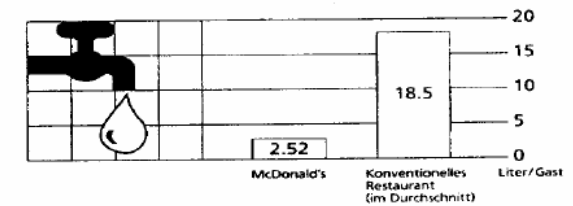
McDonald'sTM ist umweltbewusst!

Der Beweis:

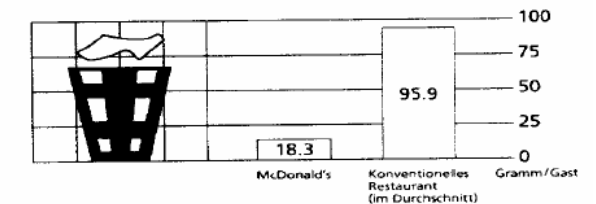
6 × weniger Energie!



7 × weniger Wasser!



5 × weniger Abfall!



Das beweist die Öko-Analyse

Die Öko-Analyse der Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich, vergleicht ein McDonald's Familienrestaurant in bezug auf Energie- und Wasserverbrauch sowie auf Abfall mit einem konventionellen Restaurant. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass das Gastronomie-Konzept von McDonald's umweltfreundlicher ist.

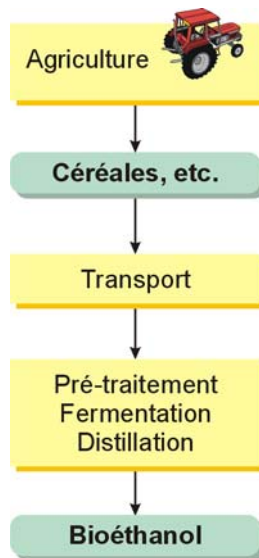
Verlangen Sie die ausführliche Öko-Analyse bei:
McDonald's Restaurants (Suisse) SA, Abteilung für Umweltschutz,
Centre McDonald's /Case postale, 1023 Crissier.

McDonald's Restaurants in Baden, Basel, Bern, Biel, Crissier, Freiburg, Genf, Lausanne, Luzern, Sion, Zürich.

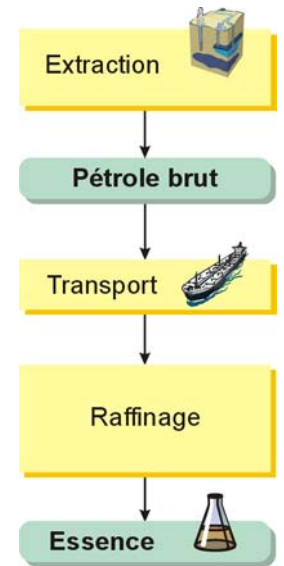


ENERS

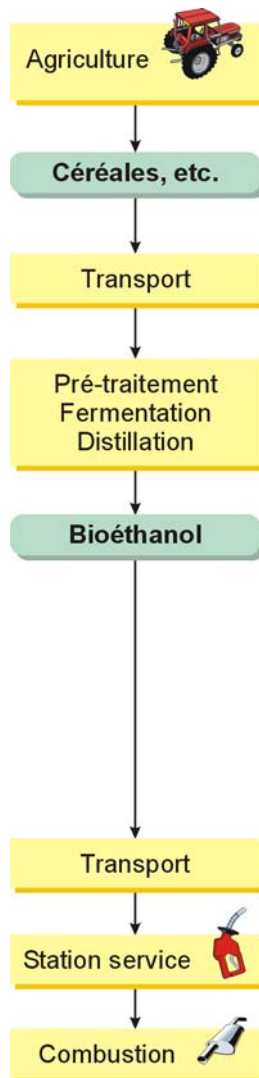
Systeme et fonction du systeme



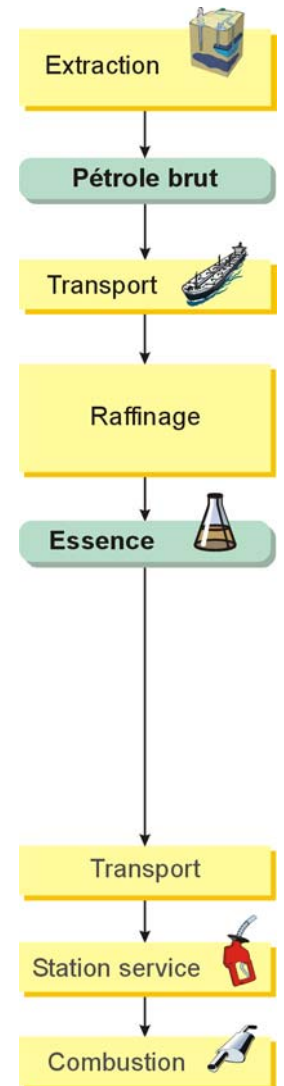
1 litre, 1MJ ?



Systeme et fonction du systeme

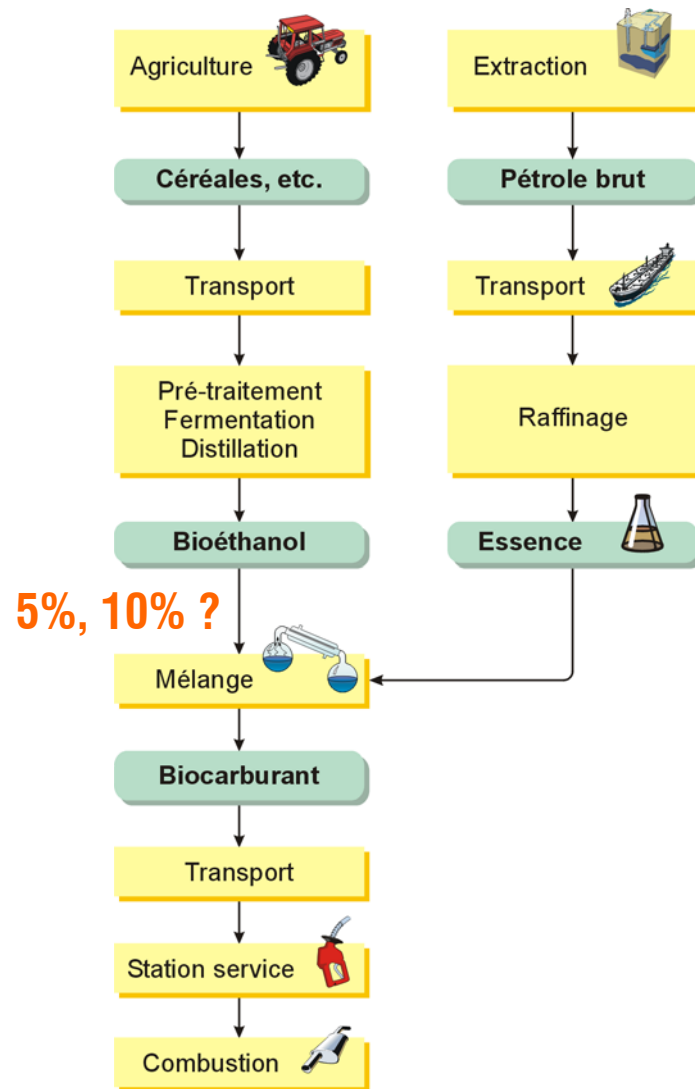


1 litre, 1MJ, 100 km ?

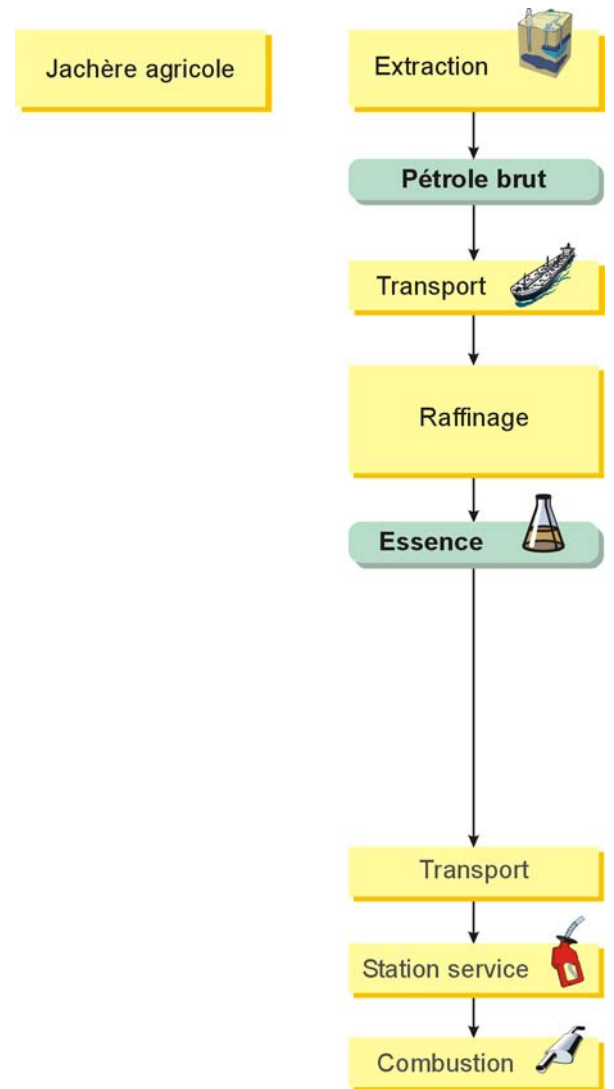


ENERS

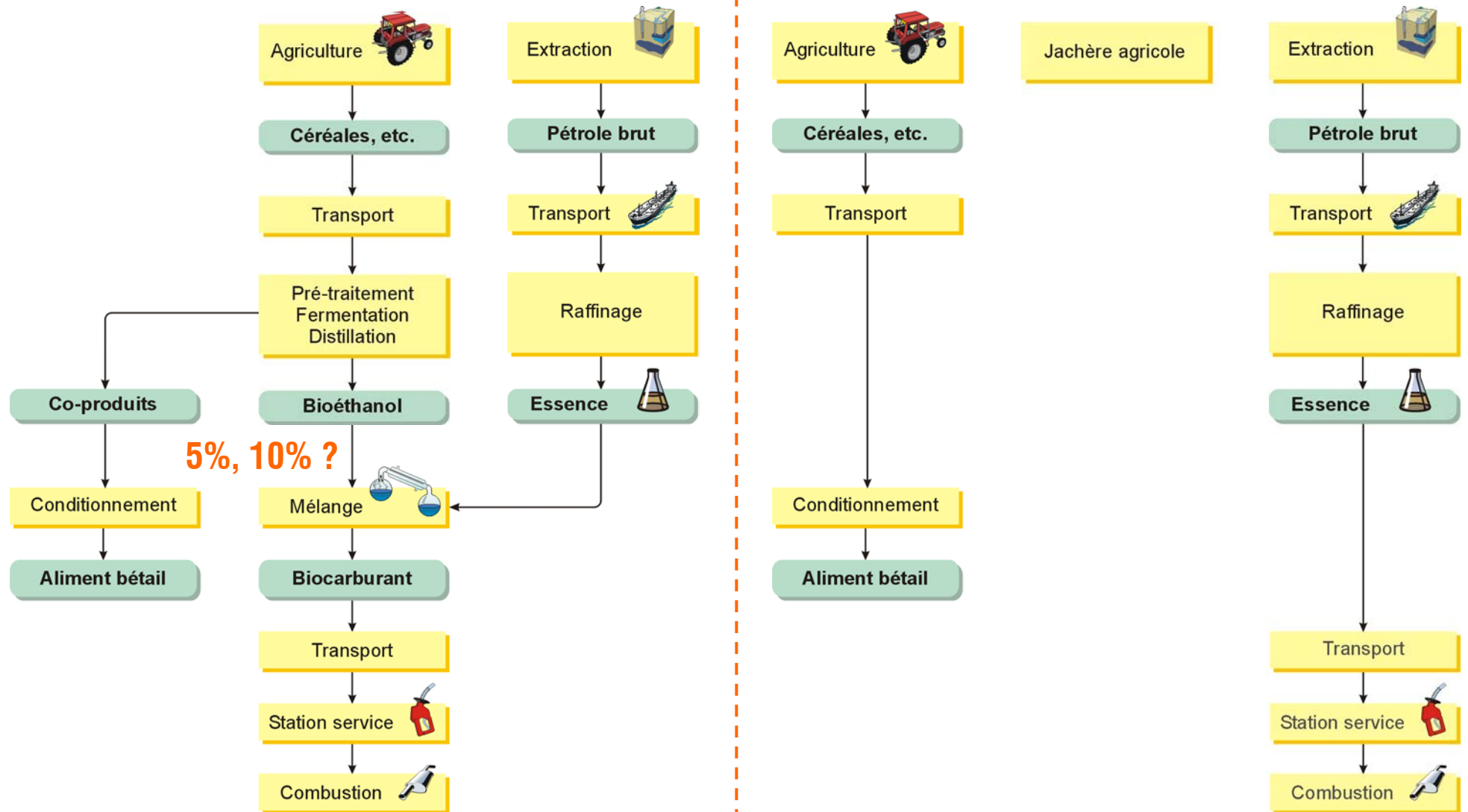
Systeme et fonction du systeme



1 litre, 1MJ, 100 km ?



Systeme et fonction du systeme

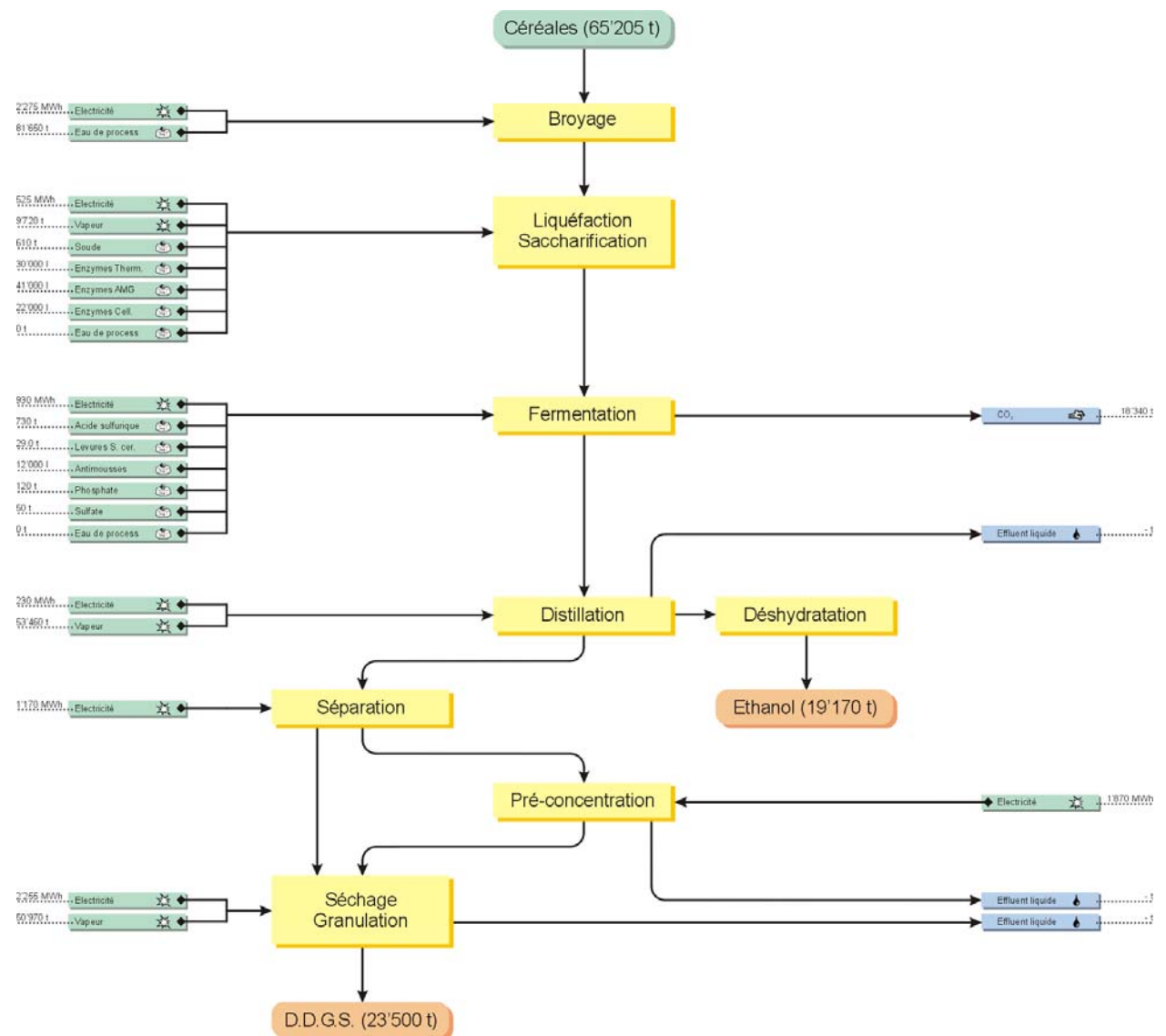


5%, 10% ?

1 litre, 1MJ, 100 km ?

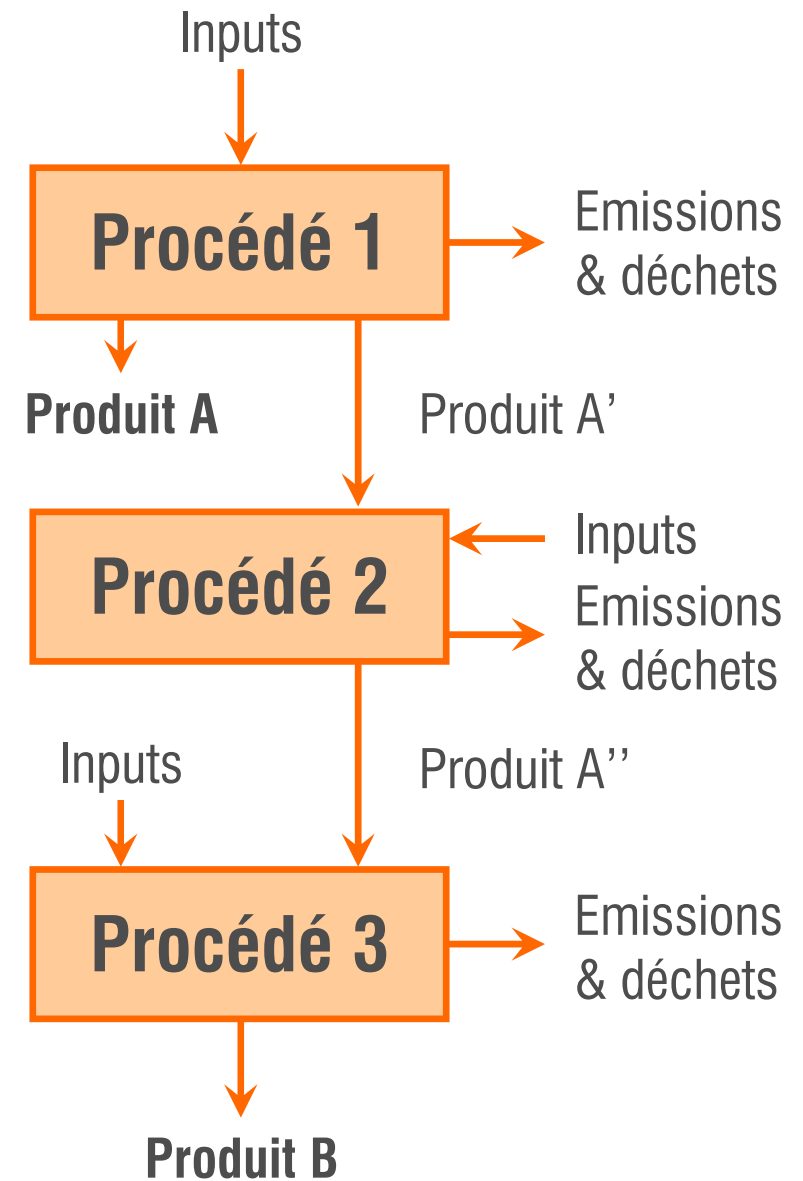
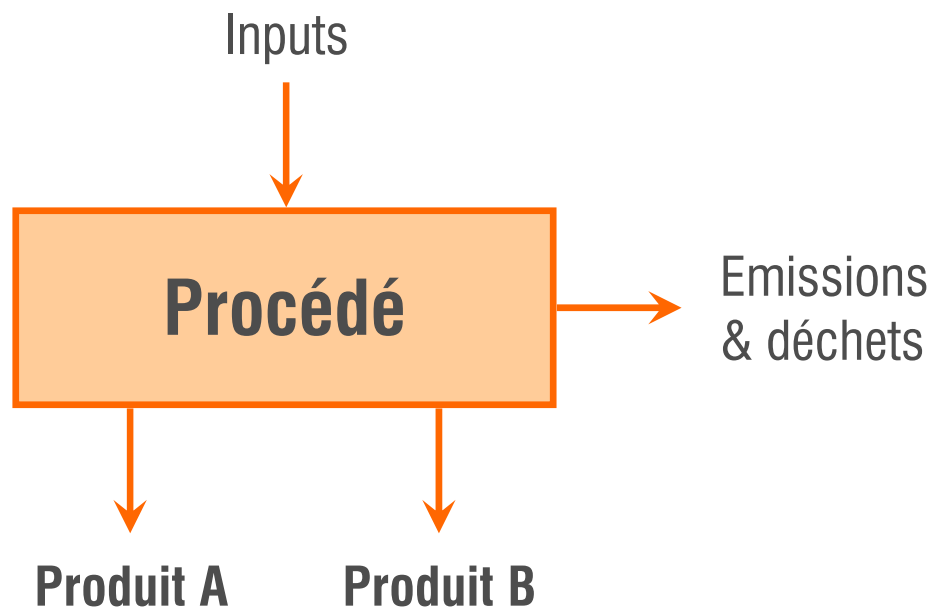
Procédure

- Identification des **ressources** consommées à chaque étape du procédé
- Identification des **émissions** directement liées au procédé
- Identification du **produit principal** et des éventuels **co-produits**
- Allocation des charges environnementales entre les différents outputs, à savoir le produit principal et les co-produits



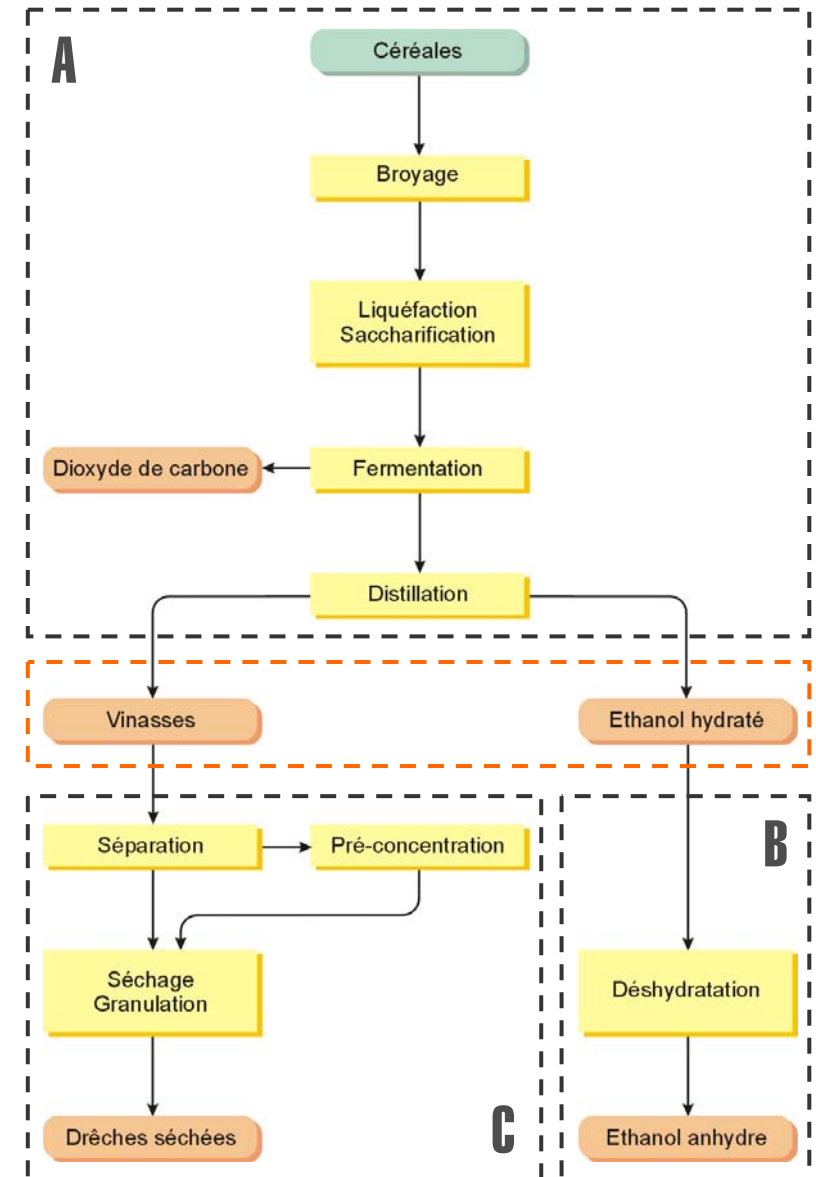
Il existe différentes méthodes d'allocation :

- selon le contenu énergétique des différents outputs
- selon la masse
- selon la valeur économique
- selon le bilan de carbone (CO₂ seulement)
- par extension du système



Méthodes d'allocation

Méthodes d'allocation		Cons. d'énergie [MJ _p /l]	Allocations		Bilan de l'éthanol E _{out} /E _{in}
			Ethanol [%]	Vinasses [%]	
Sans allocation	A	19.35	100	0	0.70
	B	1.93	100	0	
	C	8.95	100	0	
Valeur économique	A	19.35	95	5	1.08 (0.83)
	B	1.93	100	0	
	C	8.95	0	100	
Contenu énergétique		19.35	61	39	1.54
		1.93	100	0	
		8.95	0	100	
Extension du système	A	19.35	81	19	1.21
	B	1.93	100	0	
	C	8.95	0	100	
Masse	A	19.35	12	88	5.01 (1.56)
	B	1.93	100	0	
	C	8.95	0	100	



Méthodes d'allocations

Shapouri et al. / United States Department of Agriculture / Agricultural Economic Report Number 721 (1995)

Méthodes d'allocation		Allocations		Cons. d'énergie [Btu/gal]	Bilan énergétique E_{out}/E_{in}
		Ethanol [%]	Co-products [%]		
Contenu énergétique	Wet mill	57	43	50'082	1.68
	Dry mill	61	39	49'027	1.71
Valeur économique	Wet mill	70	30	60'687	1.38
	Dry mill	76	24	60'202	1.39
Extension du système	Wet mill	81	19	69'660	1.21
	Dry mill	82	18	64'671	1.30
Poids	Wet mill	48	52	42'740	1.96
	Dry mill	49	51	40'087	2.09

Shapouri et al. / United States Department of Agriculture / Agricultural Economic Report Number 813 (2002)

Méthode d'allocation		Allocations		Cons. d'énergie [Btu/gal]	Bilan énergétique E_{out}/E_{in}
		Ethanol [%]	Co-products [%]		
Contenu énergétique	Wet mill	57	43	46'000	1.83
	Dry mill	61	39	46'032	1.82
Valeur économique	Wet mill	70	30	56'129	1.50
	Dry mill	76	24	56'961	1.47
Extension du système	Wet mill	81	19	64'699	2.15
	Dry mill	82	18	61'332	2.25
Poids	Wet mill	48	52	38'987	1.30
	Dry mill	49	51	37'289	1.37

- **Méthodes d'analyse de cycle de vie**

- Volumes critiques
- CML 2001 (ex- 92) & IVAM
- IMPACT 2002+ (ex- CST95)
- Ecoindicateur 99 (ex- 95)
- Ecopoints 97 (mise à jour ?)
- EPS 99
- Cumulative energy demand
- IPCC 2001
- Ecological scarcity

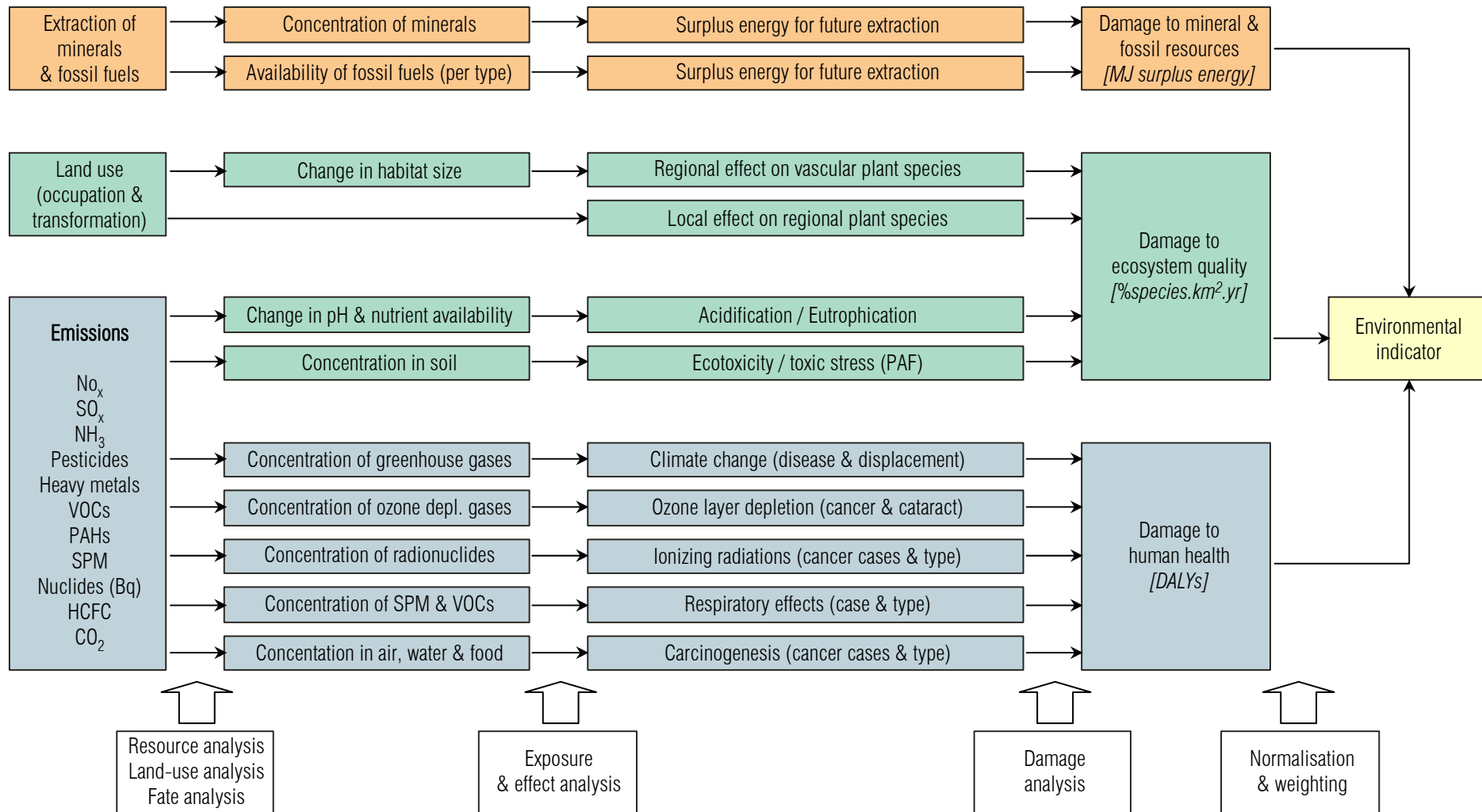
- **Caractéristiques des méthodes / Différenciation des méthodes**

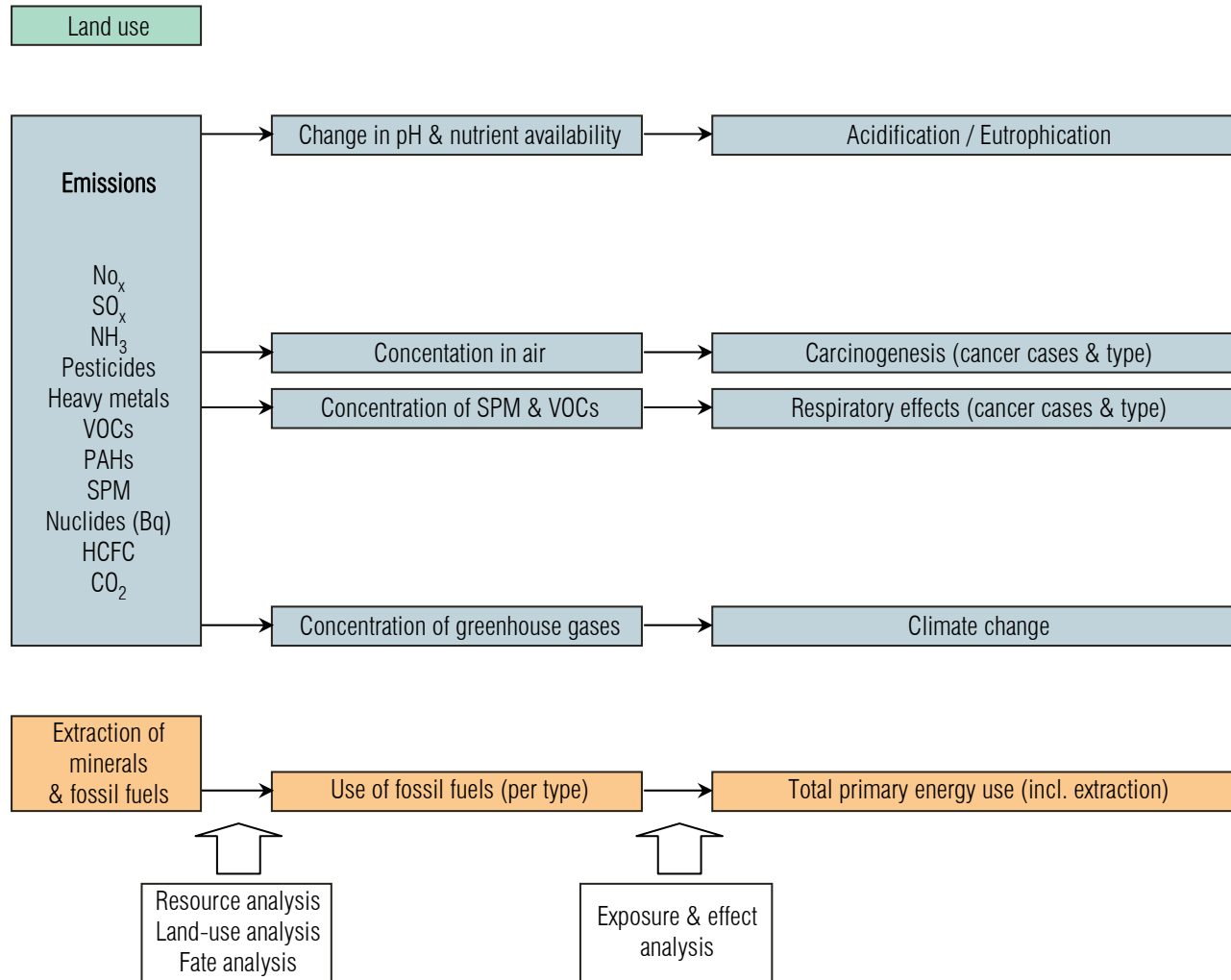
- Critères d'impact envisagés
- Principes d'évaluation des impacts (political targets, damage oriented, fate of pollutants)
- Nombre de polluants envisagés
- Méthodes orientées effets / Méthodes orientées dommages
- Aggrégation, normalisation, pondération

Méthodes d'ACV

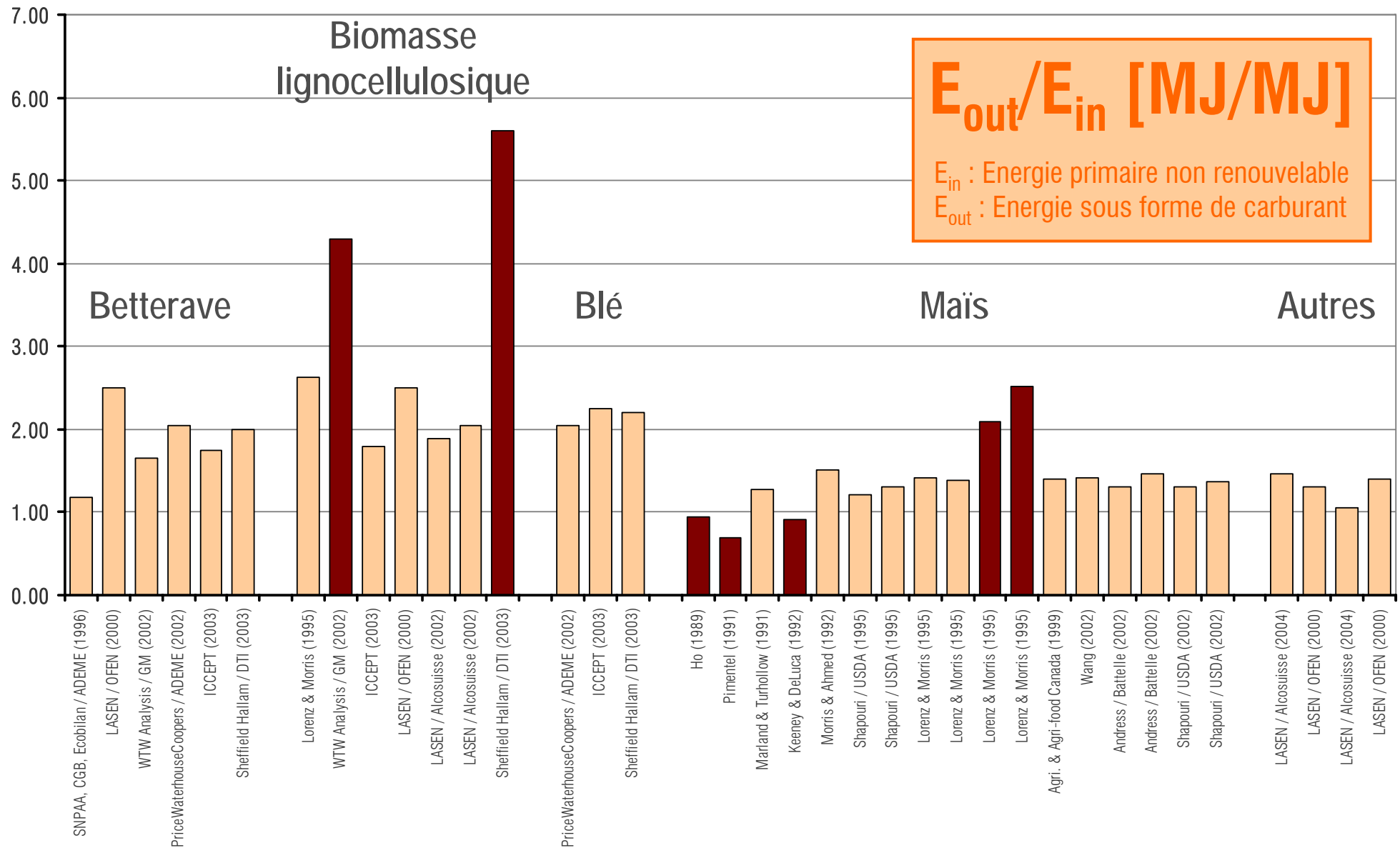
Methode	Principes	Midpoint or endpoint	Resources & land use	Toxics	Normalisation & weighting	Pollutants considered
Critical volumes	Divide emissions by critical concentration in air/water/soil	-	-	No fate, invalid	-	> 300
CML '92	Problem oriented but without fate	Midpoint	Reserve based	No fate, invalid	Normalisation No weighting	300
CML & IVAM 2001	CML Guide summarizes state-of-the-art	Midpoint	Reserve based	Fate based on EUSES	Normalisation	200 toxics
IMPACT 2002 (ex-CST'95)	Damage oriented Based on EI99 with new toxics, energy & GWPs	Damage & endpoints	Energy to close life cycle	DALYs for carcinogens & non-carcinogens	No sense for toxicity Directly endpoints	500 toxics
EcoIndicator '99 (ex-EI'95)	First really damage oriented	Damage & endpoints	Biodiversity Energy (not convincing)	Fate based on EUSES DALYs for carcinogens & resp.	Normalisation Weighting (20%, 40%, 40%)	150-200
EcoPoints '97 (Müller, Weng)	Based on political targets compared to present flows	Political targets Ecopoints	More politically oriented	Implicit (emission limits)	Direct weight on political targets	47 + 47 greenhouse & ozone
EPS '99 (Steen)	First damage & monetary based	ELU Env. Loads Units	Coefficients valid ?	YOLL based on RfD	Willingness to pay	200

Eco-Indicateurs 99 (ex-EI95)





Bilan énergétique de l'éthanol



Déterminants de variabilité

	Définition du système	Inventaire	Evaluation des impacts	Méthodologie
Rendements (agriculture, extraction, conversion)		X		
Echelle temporelle		X		
Localisation géographique (culture, climat, ressources)		X		X
Technique agricole (niveau de mécanisation, fertilisation)		X		
Performance de l'industrie des fertilisants			X	X
Nature de la matière première (culture dédiée, déchets)	X	X	X	X
Type de matière première (sucre, amidon, lignocellulosique)		X		
Acheminement de la matière première (distances, moyens)	X	X		
Structure du système énergétique (électricité, agents)	X		X	
Fiabilité de la base de données			X	X
Nature de l'étude (partialité, comparatif, bibliographie)		X	X	X
Fiabilité et cohérence des données (sources)		X	X	X
Méthode d'évaluation des impacts			X	X
Méthode d'allocation des charges environnementales		X		X
Nature de l'installation décrite (commerciale, pilote, modèle)		X		
Définition du système (du berceau à la tombe, système restreint)	X	X		

- **Rôle des ACV pour les filières de biocarburants**
 - Etablir l'intérêt des biocarburants d'un point de vue environnemental
 - Au-delà du bilan énergétique, les économies de pétrole brut
 - Au-delà du bilan de CO₂, les économies d'émissions de gaz à effet de serre
- **L'analyse de cycle de vie, un outil pour l'aide à la décision**
 - La réduction des impacts sur l'environnement a un prix. Compte tenu des conditions cadres actuelles, les biocarburants ne sont pas viables économiquement sans les subventions et/ou la détaxe qui leur sont accordées, donc sans une intervention des gouvernements.
 - En intégrant une **dimension économique**, il est possible d'établir la rentabilité d'une filière renouvelable donnée en termes d'économie de CO₂ ou d'économie d'énergie fossile.
- **Commentaire d'ordre général sur les ACV**
 - Aggrégation des impacts : entre convivialité et pertinence
 - Une évaluation critique des résultats est essentielle
 - Manque de transparence

ENERS Energy Concept Sàrl

Av. Saint-Paul, 11
CH-1004 Lausanne
Suisse

Case Postale 56
CH-1015 Lausanne
Suisse

www.eners.ch

