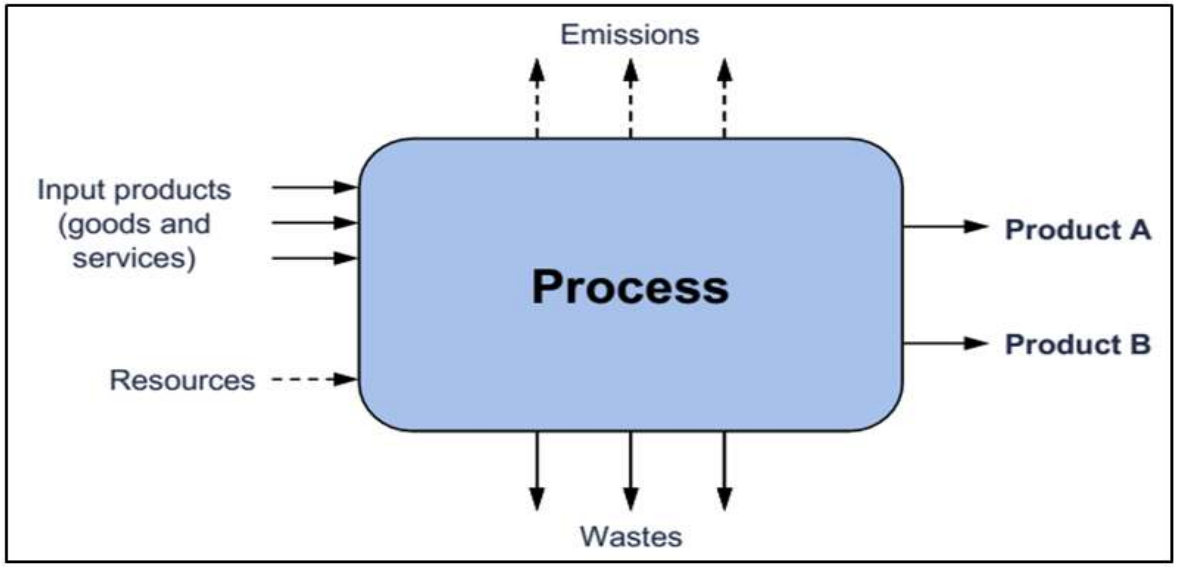
Structure d l’Inventaire du Cycle de Vie (ICV)

Example of LCI

Process inventory



Input flows:

	Definitions	***Examples***
Energy:	Various energy sources used by the process.	*oil, natural gas, biomass, …*
Chemicals:	Any material with a definite chemical composition.	*EtOH, citric acid, $NiCO_3$, sodium silicate, …*
Raw materials:	Unprocessed material, basic material that is used to produce goods, finished products, energy, or intermediate materials.	*crude oil, cotton, coal, raw biomass, iron ore,…*
Products:	Products used during the process.	*vehicles for transport, PVC pipe, inverter, …*

Output flows:

	Definitions	***Examples***
Product:	The aim of the process.	*1 kg of final product; 1kWh energy produced; …*
Emissions:	Emissions to air, to water, to soil.	*CO_2, NO_X, CH_4, COV, Suspended solids, heat,…*
Wastes:	All elements generate by the product excepted emissions and products.	*hard coal ash, inert material, plastic, …*

Inventaire des émissions et extractions

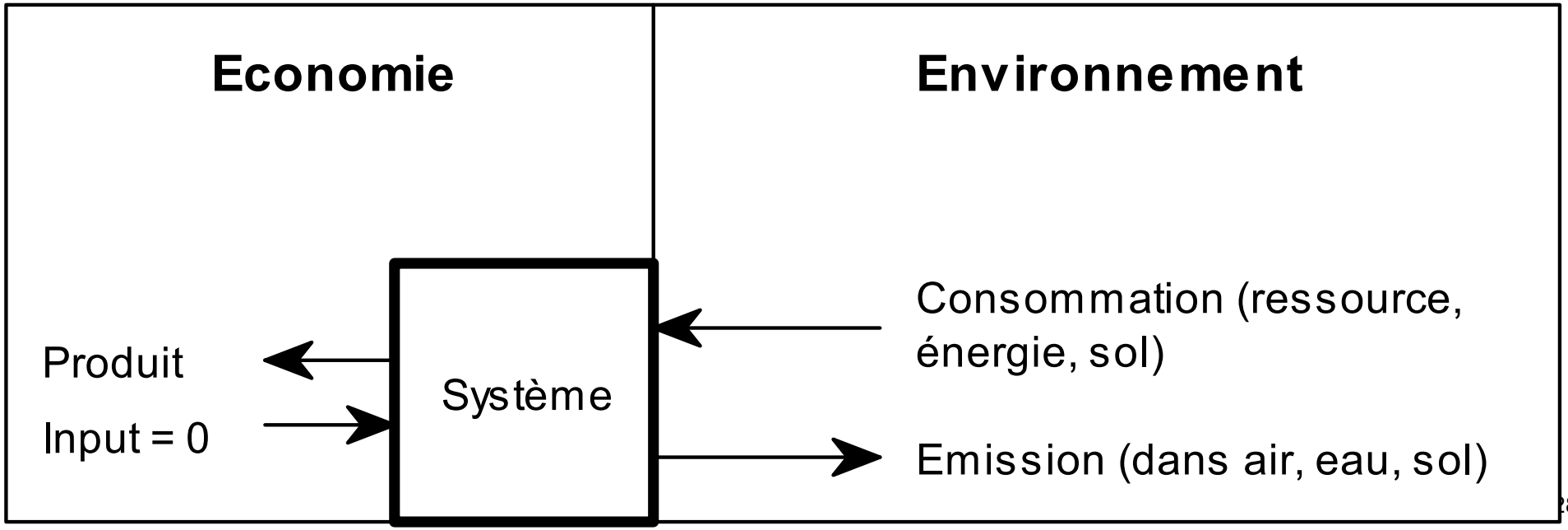
Il s'agit à présent de **quantifier les différents flux entrant et sortant du système**

Inventaire environnemental des flux

Principe général

L'inventaire des flux environnementaux est par définition la description quantitative des flux de matière, énergie, polluants qui traversent les limites du système.

Calculés à partir des modules de base,
à l'aide de facteurs d'émissions (bases de données).



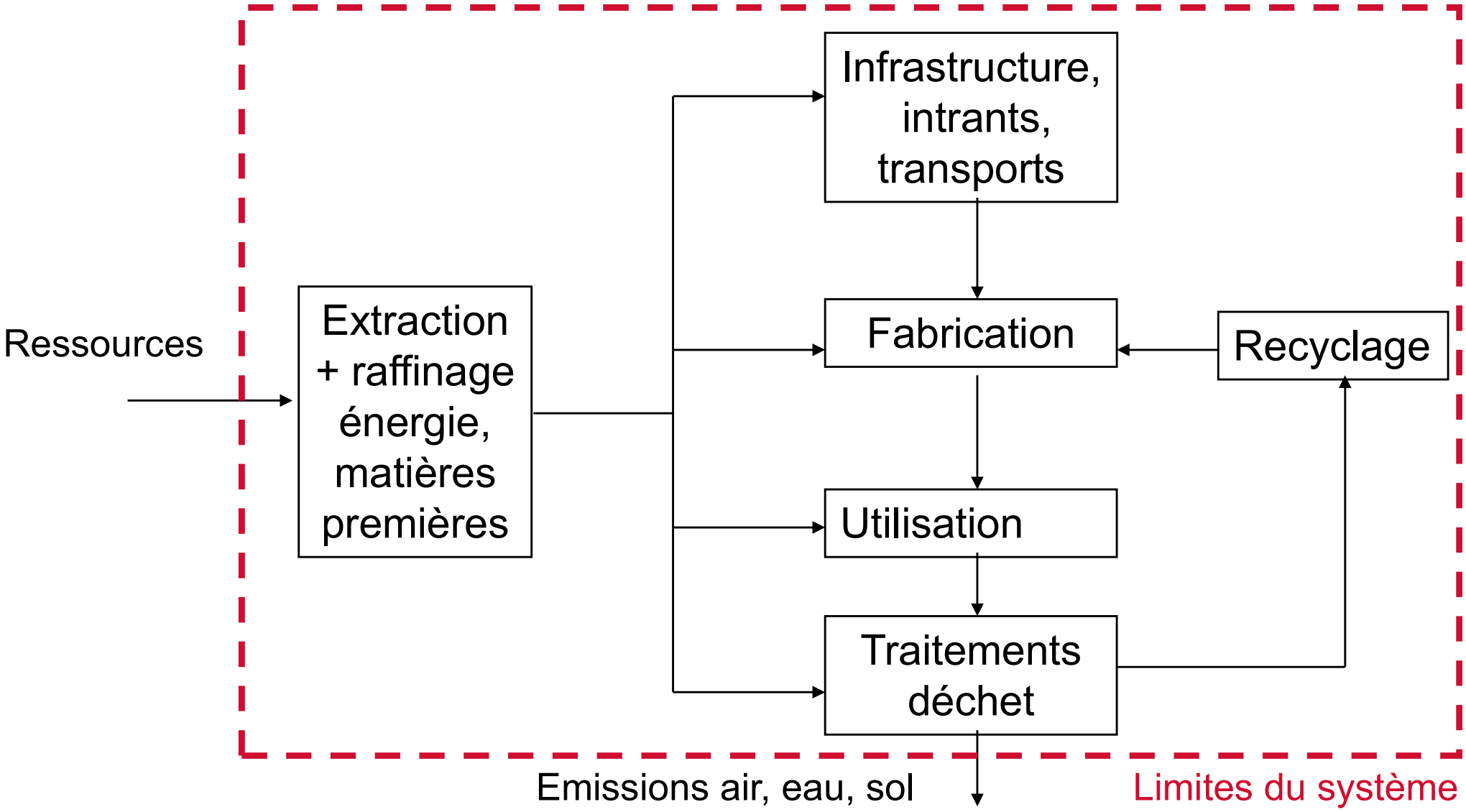
Flux de produits entrant et sortant -> les flux intermédiaires

Pour une unité de fonctionnelle, on quantifiera les flux de produits entrants et sortant du système

Flux de produits entrant: ensemble des flux matériels (matière première transformée, réactifs …) ou immatériels (transport, procédé, énergie …) utilisé pour réaliser l'UF

Flux de produits sortants: Ensemble des flux matériels (déchets solides, liquides …) sortant du système à la suite de la réalisation de l'UF

Arbre des procédés et principales étapes



Le traitement des déchets fait partie du système de production !

Flux élémentaires

Pour une unité de fonctionnelle, on quantifiera les flux élémentaires entrants et sortant du système

Flux élémentaires entrant: ensemble des consommations de ressources brutes extraites pour réaliser l'UF

Flux élémentaires sortants: ensemble des émissions brutes dans l'air, l'eau ou le sol sortant du système à la suite de la réalisation de l'UF

Bases de données d’Analyse du Cycle de Vie

Principaux formats de bases de données

- Ecoinvent (Ecospold)
- ELCD (ELCD-editor)
- Global Life Cycle Assessment Database (UNEP-SETAC Life Cycle Initiative) for Life Cycle Data format & exchange

Ecoinvent

Informations quantitatives (intrants/sortants de processus) et informations qualitatives (validité technologique, temporelle et géographique)

Thèmes :

- **L'approvisionnement en énergie**
- **Les matériaux et processus de construction**
- **Les produits chimiques**
- **Les détergents**
- **Les papiers graphiques**
- **Les services de traitement des déchets**
- **Les produits et processus agricoles**

etc

Ecoinvent – Données quantitatives

Flow data							steel, converter, low-alloyed, at plant, RER, [kg]
Exchanges							steel, converter, low-alloyed, at plant, RER, [kg]
From Nature							steel, converter, low-alloyed, at plant, RER, [kg]
Number	Name	Location	Infra	Mean value	Unit	Uncertainty type	SD95%
resource/ in water							
3905	Water, unspecified natural origin		no	0.0027	m3	lognormal	1.11
From Technosphere							steel, converter, low-alloyed, at plant, RER, [kg]
Number	Name	Location	Infra	Mean value	Unit	Uncertainty type	SD95%
chemicals/ inorganics							
301	oxygen, liquid, at plant	RER	no	0.0714	kg	lognormal	1.11
construction materials/ additives							
474	quicklime, in pieces, loose, at plant	CH	no	0.0425	kg	lognormal	1.11
construction materials/ others							
523	dolomite, at plant	RER	no	0.00275	kg	lognormal	1.11
electricity/ production mix							
664	electricity, medium voltage, production UCTE, at grid	UCTE	no	0.0219	kWh	lognormal	1.11
hard coal/ fuels							
832	hard coal coke, at plant	RER	no	0.00025	MJ	lognormal	1.11
metals/ extraction							
1065	blast oxygen furnace converter	RER	yes	1.33E-11	unit	lognormal	3.23
1095	ferrochromium, high-carbon, 68% Cr, at plant	GLO	no	0.0147	kg	lognormal	1.07

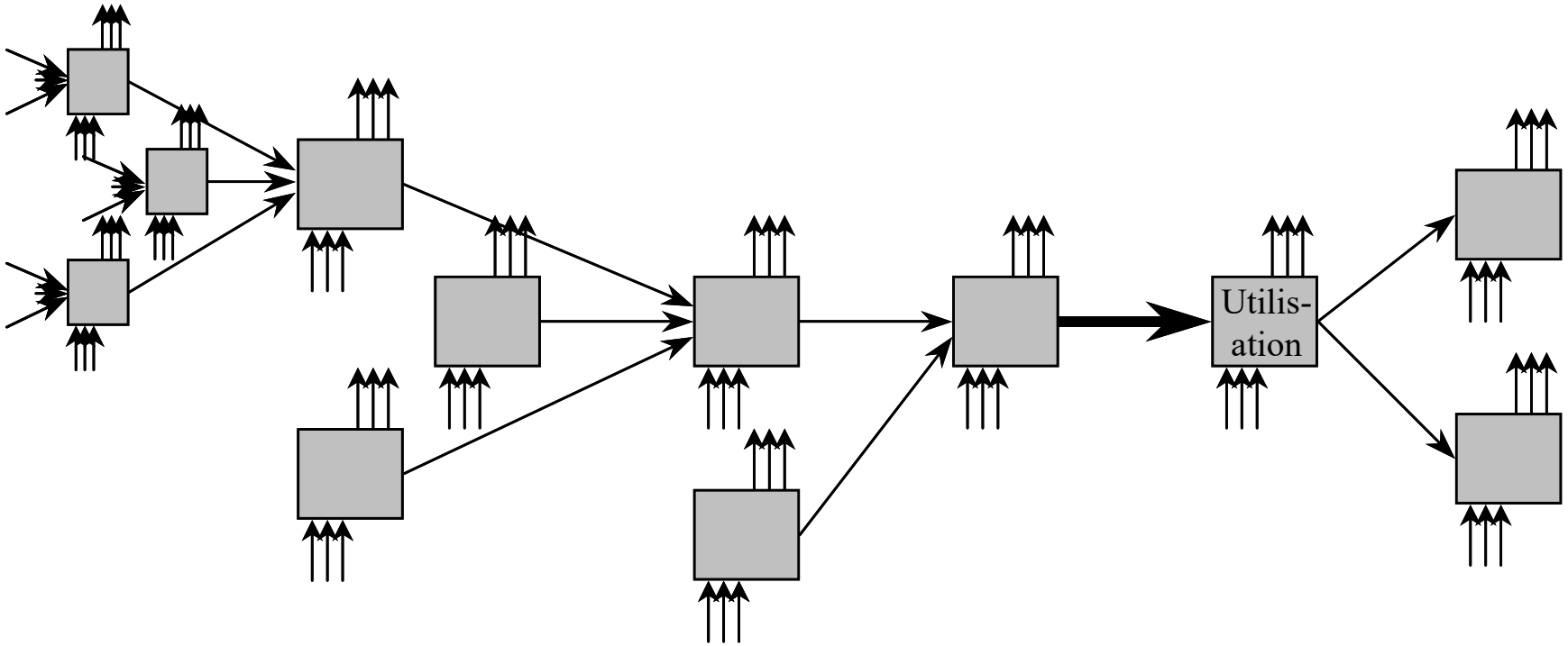
Ecoinvent – Métadonnées

Meta information		electricity, medium voltage, production UCTE, at grid, UCTE, [kWh]
Process information		electricity, medium voltage, production UCTE, at grid, UCTE, [kWh]
Reference function		electricity, medium voltage, production UCTE, at grid, UCTE, [kWh]
name	electricity, medium voltage, production UCTE, at grid	
localName	Strom, Mittelspannung, Produktion UCTE, ab Netz	
infrastructureProcess	no	
unit	kWh	
category	electricity	
subCategory	supply mix	
localCategory	Elektrizität	
localSubCategory	Versorgungsmix	
amount	1	
includedProcesses	crade to busbar emissions, including construction, operation and dismantling of power plants	
infrastructureIncluded	yes	
datasetRelatesToProduct	yes	
Geography		electricity, medium voltage, production UCTE, at grid, UCTE, [kWh]
location	UCTE	
Technology		electricity, medium voltage, production UCTE, at grid, UCTE, [kWh]
text	average power plant technologies	
Time period		electricity, medium voltage, production UCTE, at grid, UCTE, [kWh]
dataValidForEntirePeriod	yes	
startYear	1990	
endYear	1995	

Internet

Ecoinvent – Calcul des données

Problématique : arbre des procédés sans fin



-> approche matricielle

Ecoinvent – Calcul des données

Modèle = technosphère (système économique)
+ écosphère (système écologique)

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} a_{11} \dots a_{1m} \\ \dots \quad \dots \dots \\ a_{m1} \dots a_{mm} \end{pmatrix} \quad \mathbf{B} = \begin{pmatrix} b_{11} \dots b_{1m} \\ \dots \dots \dots \\ b_{n1} \dots b_{nm} \end{pmatrix}$$

aij = flux intermédiaire d'intrant provenant du processus économique *i* nécessaire au processus *j*

bkj = flux élémentaire de substance *k* extraite de l'environnement ou émise dans l'environnement par processus *j*

Ecoinvent – Calcul des données

$$\boldsymbol{b} = \mathbf{E} \cdot \boldsymbol{p} = \mathbf{B}\,(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\,\boldsymbol{p}$$

p : inventaire de production, demande

E : matrice des facteurs d'émissions et d'extractions consolidée (S dans ecoinvent):
A: matrice technologique: ce dont on a besoin pour fabriquer un produit donné
$(I-A)^{-1}=1+A+A^2+A^3+...$ $1+x+x^2+x^3+...=1/(1-x)$

B : inventaire des émis. et extract. directes

Format de données d'inventaire

- ISO 14 048: Format des bases de données d'inventaire

- Format Ecospold

- Format Ecoeditor

- Format ILCD-editor

Contrôle des données d'inventaire par revue d'expert:

-Pas couvert par ISO

- Expert accrédités par l'UE

Qualité des données

Critères de définition de la qualité des données

- Fiabilité des données, qui dépend de la méthode de mesure et des procédures de vérification ;

- Représentativité des données, qui dépend du nombre d'entreprises considérées sur une période de temps suffisante ;

-Corrélations géographiques, temporelles et technologiques, à savoir si les données utilisées couvrent le lieu, la période et la technologie du procédé étudié.

- Deux approches différentes : Pedigree matrix (Ecoinvent), Data Quality Ratio (ILCD).

Pedigree matrix

Méthode retenue par ecoinvent pour calculer le niveau de qualité des données (Weidema 1999)

- Approche empirique semi-quantitative
- Six paramètres définis selon 5 score
- Calcul statistique de la variance de la données

-Limites:

- Pas nécessairement représentatif de la variance statistique.
- Pas de calcul = pas de variance

Critères d'évaluation de la pédigree matrix

Indicator score	1	2	3	4	5 (default)
Reliability	Verified[3] data based on measurements[4]	Verified data partly based on assumptions ***or*** non-verified data based on measurements	Non-verified data partly based on qualified estimates	Qualified estimate (e.g. by industrial expert)	Non-qualified estimate
Completeness	Representative data from all sites relevant for the market considered, over an adequate period to even out normal fluctuations	Representative data from >50% of the sites relevant for the market considered, over an adequate period to even out normal fluctuations	Representative data from only some sites (<<50%) relevant for the market considered ***or*** >50% of sites but from shorter periods	Representative data from only one site relevant for the market considered ***or*** some sites but from shorter periods	Representativeness unknown or data from a small number of sites ***and*** from shorter periods
Temporal correlation	Less than 3 years of difference to the time period of the dataset	Less than 6 years of difference to the time period of the dataset	Less than 10 years of difference to the time period of the dataset	Less than 15 years of difference to the time period of the dataset	Age of data unknown or more than 15 years of difference to the time period of the dataset
Geographical correlation	Data from area under study	Average data from larger area in which the area under study is included	Data from area with similar production conditions	Data from area with slightly similar production conditions	Data from unknown ***or*** distinctly different area (North America instead of Middle East, OECD-Europe instead of Russia)
Further technological correlation	Data from enterprises, processes and materials under study	Data from processes and materials under study (i.e. identical technology) but from different enterprises	Data from processes and materials under study but from different technology	Data on related processes or materials	Data on related processes on laboratory scale ***or*** from different technology

Facteurs d'incertitude par défaut

Indicator score	1	2	3	4	5
Reliability	1.00	1.05	1.10	1.20	1.50
Completeness	1.00	1.02	1.05	1.10	1.20
Temporal correlation	1.00	1.03	1.10	1.20	1.50
Geographical correlation	1.00	1.01	1.02	–	1.10
Further technological correlation	1.00	–	1.20	1.50	2.00
Sample size	1.00	1.02	1.05	1.10	1.20

Ces facteurs ont été développés par Weidema (1996) et sont appliqués à la matrice qualité pour ecoinvent V1 et V2

Facteurs d'incertitude empiriques

Indicator score	1	2	3	4	5
Reliability	1	1,54*	1,61	1,69	(n.a.)
Completeness	1	1,03	1,04	1,08	(n.a.)
Temporal correlation	1	1,03	1,10	1,19	1,29
Geographical correlation	1	1,04	1,08	1,11	(n.a.)
Further technological correlation	1	1,18	1,65	2,08	2,80

Développés par Green delta (2013) et utilisés pour ecoinvent v3

Calcul selon la pedigree matrix

Variance (intervalle de confiance de 95%) :

$$SD_{95} = \exp^{\sqrt{\ln(U_1)^2+\ln(U_2)^2+\ln(U_3)^2+\ln(U_4)^2+\ln(U_5)^2+\ln(U_6)^2+\ln(U_b)^2}}$$

U_1 incertitude sur la fiabilité,
U_2 incertitude sur l'exhaustivité,
U_3 incertitude sur la corrélation temporelle,
U_4 incertitude sur la corrélation géographique,
U_5 incertitude sur la corrélation technologique,
U_6 incertitude sur la taille de l'échantillon,
U_b incertitude de base.

Incertitude de base

Input / output group	c	p	a
Demand of:			
Thermal energy, electricity, semi-finished products, working material, waste treatment services	1.05	1.05	1.05
Transport services (tkm)	2.00	2.00	2.00
Infrastructure	3.00	3.00	3.00
Resources:			
Primary energy carriers, metals, salts	1.05	1.05	1.05
Land use, occupation	1.50	1.50	1.50
Land use, transformation	2.00	2.00	2.00
Pollutants emitted to air:			
CO_2	1.05	1.05	
SO_2	1.05		
NMVOC total	1.50		
NO_X, N_2O	1.50		1.40
CH_4, NH_3	1.50		1.20
Individual hydrocarbons	1.50	2.00	

Extrait du tableau des incertitudes de bases d'ecoinvent.
c: processus de combustion, p: emissions des processus industriels, a: émissions agricoles

Cas d'étude pour une pièce automobile

Pour un processus nécessitant une quantité d'aluminium, avec données sur la quantité d'aluminium suivantes :

- vérifiées et basées sur des mesures (fiabilité = 1),
- représentatives d'un petit nombre d'entreprises et pour la période temporelle adéquate (exhaustivité = 2),
- obtenues moins de 3 ans avant l'étude (corrélation temporelle = 1),
- zone géographique ayant des conditions similaires aux conditions de l'étude de cas (corrélation géographique = 4),
- correspondant au type d'aluminium voulu (corrélation technologique = 1)
- à partir d'un échantillon de taille inconnue (taille de l'échantillon = 5)
- incertitude de base (matériaux, Frischnecht 2003) = 1,05

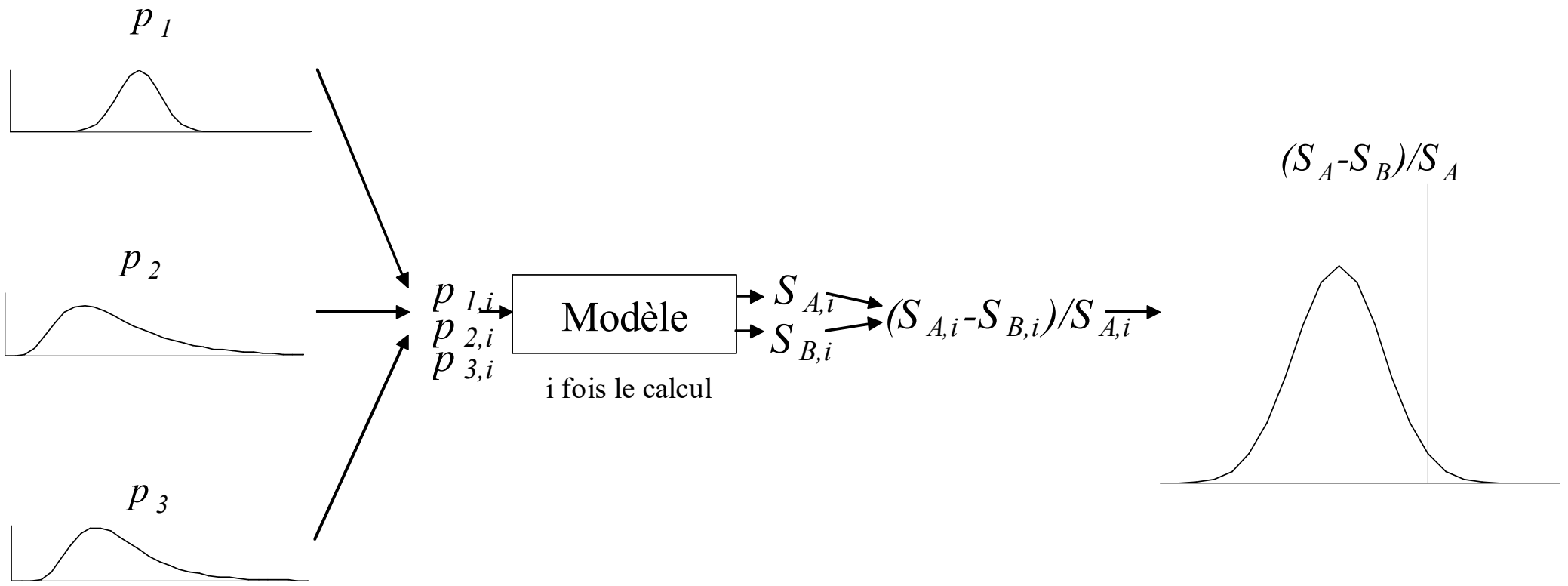
Selon facteurs d'incertitudes par défaut :

$$SD_{95} = \exp\sqrt{\ln(1{,}00)^2 + \ln(1{,}02)^2 + \ln(1{,}00)^2 + \ln(1{,}02)^2 + \ln(1.00)^2 + \ln(1{,}20)^2 + \ln(1{,}05)^2} = 1{,}21$$

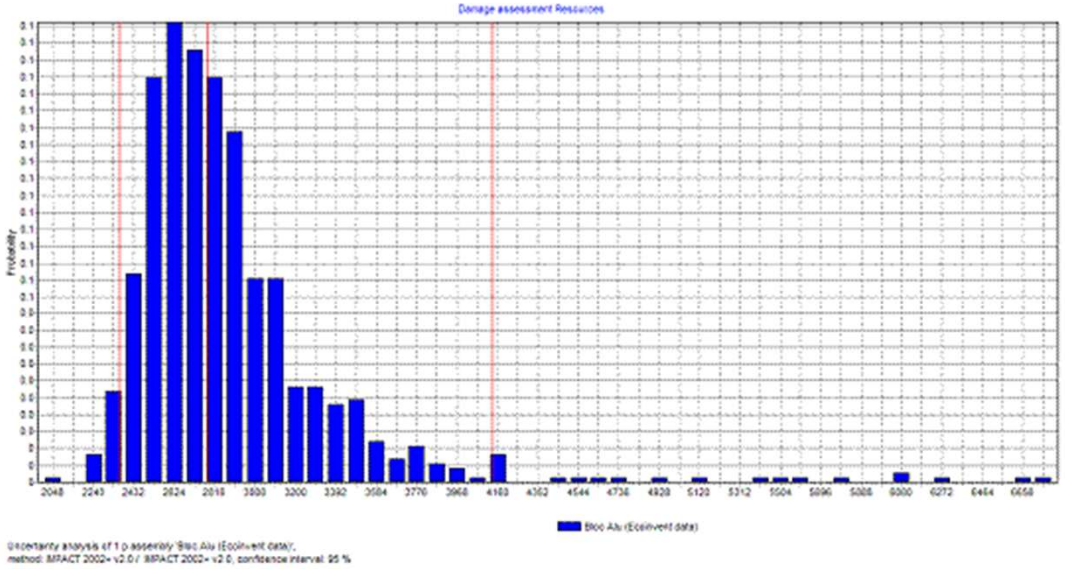
SD_{95} (sans dimension) ne dépend pas de la quantité d'aluminium requise.

Incertitudes

Significativité de la différence entre deux scénarios : analyse de Monte Carlo



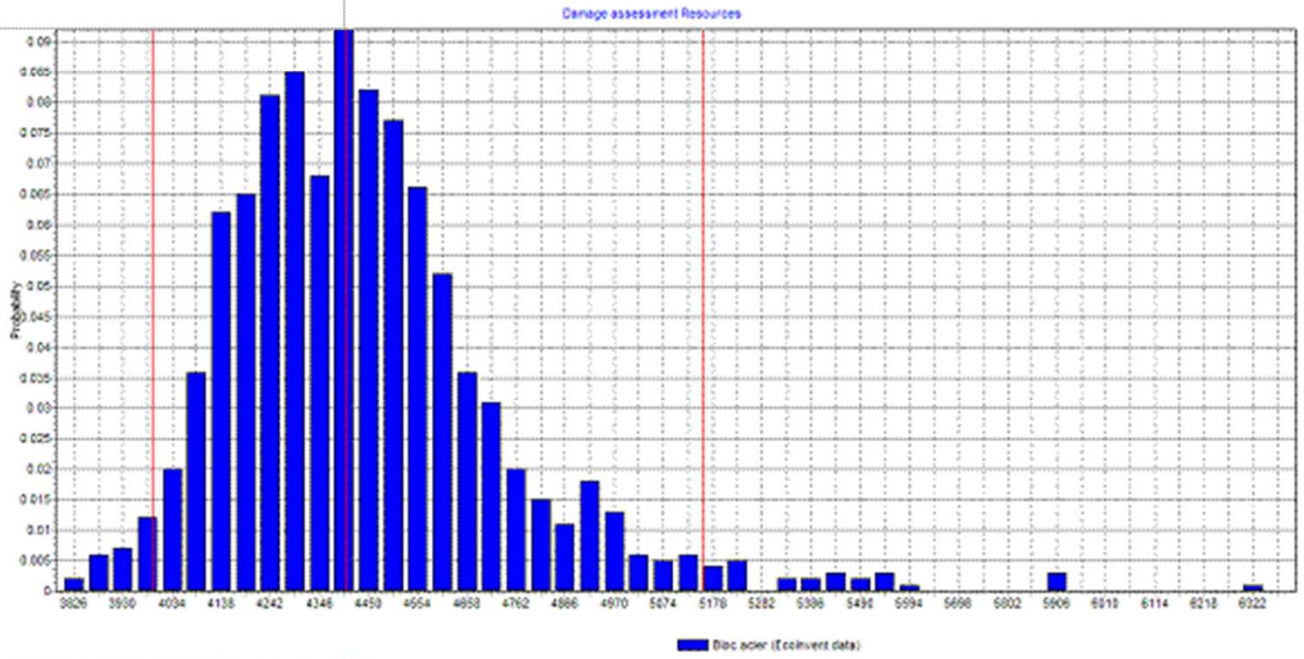
Exemple évaluation incertitudes bloc avant



Uncertainty analysis of 1 p assembly 'Bloc Alu (Ecoinvent data)';
method: IMPACT 2002+ v2.0 / IMPACT 2002+ v2.0, confidence interval: 95 %

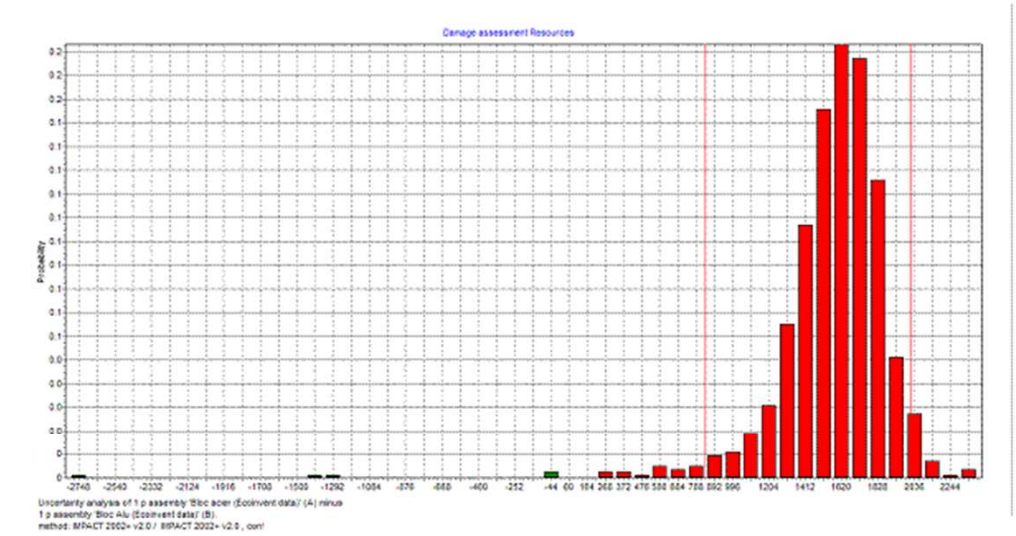
Bloc alu

Bloc acier



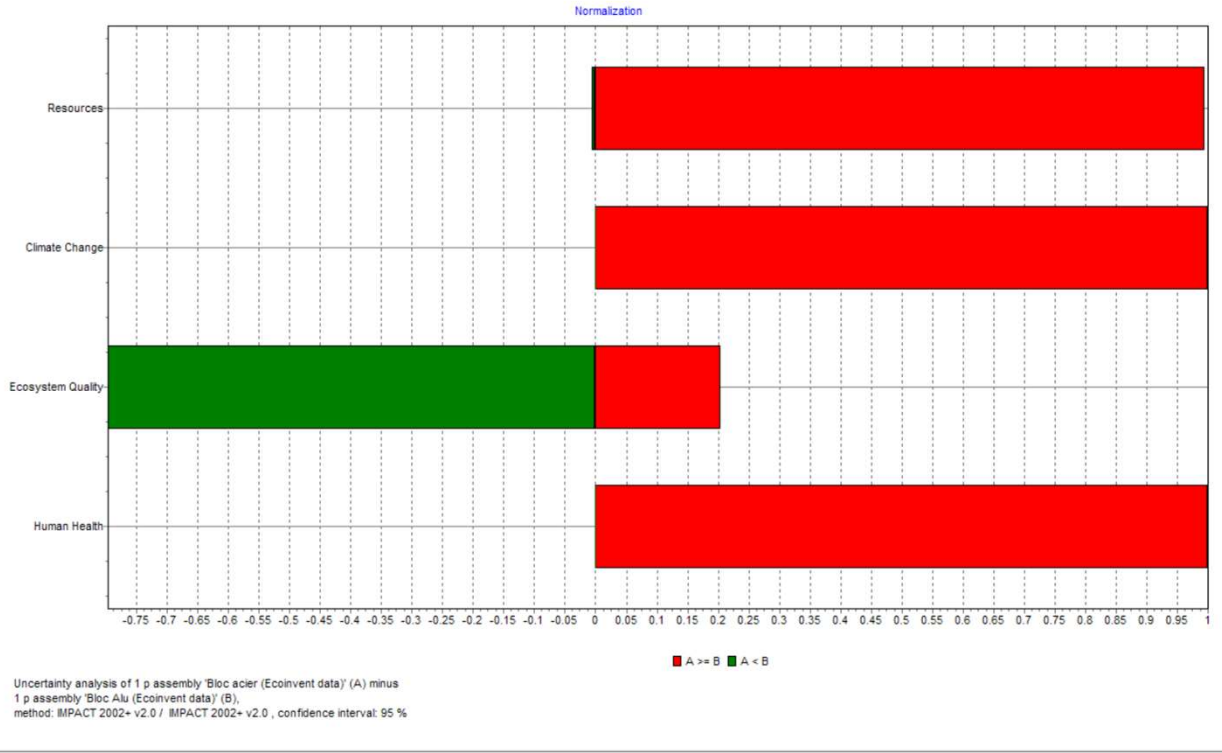
Uncertainty analysis of 1 p assembly 'Bloc acier (Ecoinvent data)';
method: IMPACT 2002+ v2.0 / IMPACT 2002+ v2.0, confidence interval: 95 %

Exemple évaluation incertitudes bloc avant



Bloc acier - alu

Bloc acier



DQR (Data Quality Rating)

Méthode retenue par l'ILCD pour calculer le niveau de qualité des données (PEF-OEF, Commission Européenne 2013)

-Système de présélection des données

- Tous les inventaires peuvent être évalués

- Six paramètres sont qualifiés selon le contexte industriel et validés dans le cadre d'une revue d'expert

- Calcul d'un indice de qualité (DQR)

-Limite:

- Pas de calcul d'incertitude

Exigence de qualité des donnés selon le PEF

Minimum requirements	Completeness Methodological appropriateness and consistency[68]
Data quality criteria (scored)	Technological Representativeness[69] (TeR) Geographical Representativeness[70] (GeR) Time-related Representativeness[71] (TiR) Precision[72] (P)
Documentation	Compliant with the ILCD format and with additional requirements on the metadata information available in the Guide for EF compliant datasets[73]
Nomenclature	Compliant with the ILCD nomenclature structure (use of EF reference elementary flows for IT compatible inventories; see detailed requirements in Section 4.3)
Review	Review by 'Qualified reviewer' Separate review report

Référence: COMMISSION RECOMMENDATION (EU) 2021/2279 of 15 December 2021 on the use of the Environmental Footprint methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations

Quality rating

Quality level	Quality rating	
Very good	1	Measured/calculated and verified
Good	2	Measured/calculated/literature and plausibility checked by reviewer
Fair	3	Measured/calculated/literature and plausibility not checked by reviewer OR Qualified estimate based on calculations plausibility checked by reviewer
Poor	4	Qualified estimate based on calculations, plausibility not checked by reviewer
Very poor	5	Rough estimate with known deficits

Data Quality Rating (DQR)

$$\mathbf{DQR} = \frac{\mathbf{TeR+GeR+TiR+P}}{\mathbf{4}}$$

- DQR: Data Quality Rating of the dataset
- TeR: Technological Representativeness
- GR: Geographical Representativeness
- TiR: Time-related Representativeness
- P: Precision/uncertainty;

Qualité générale des DQR

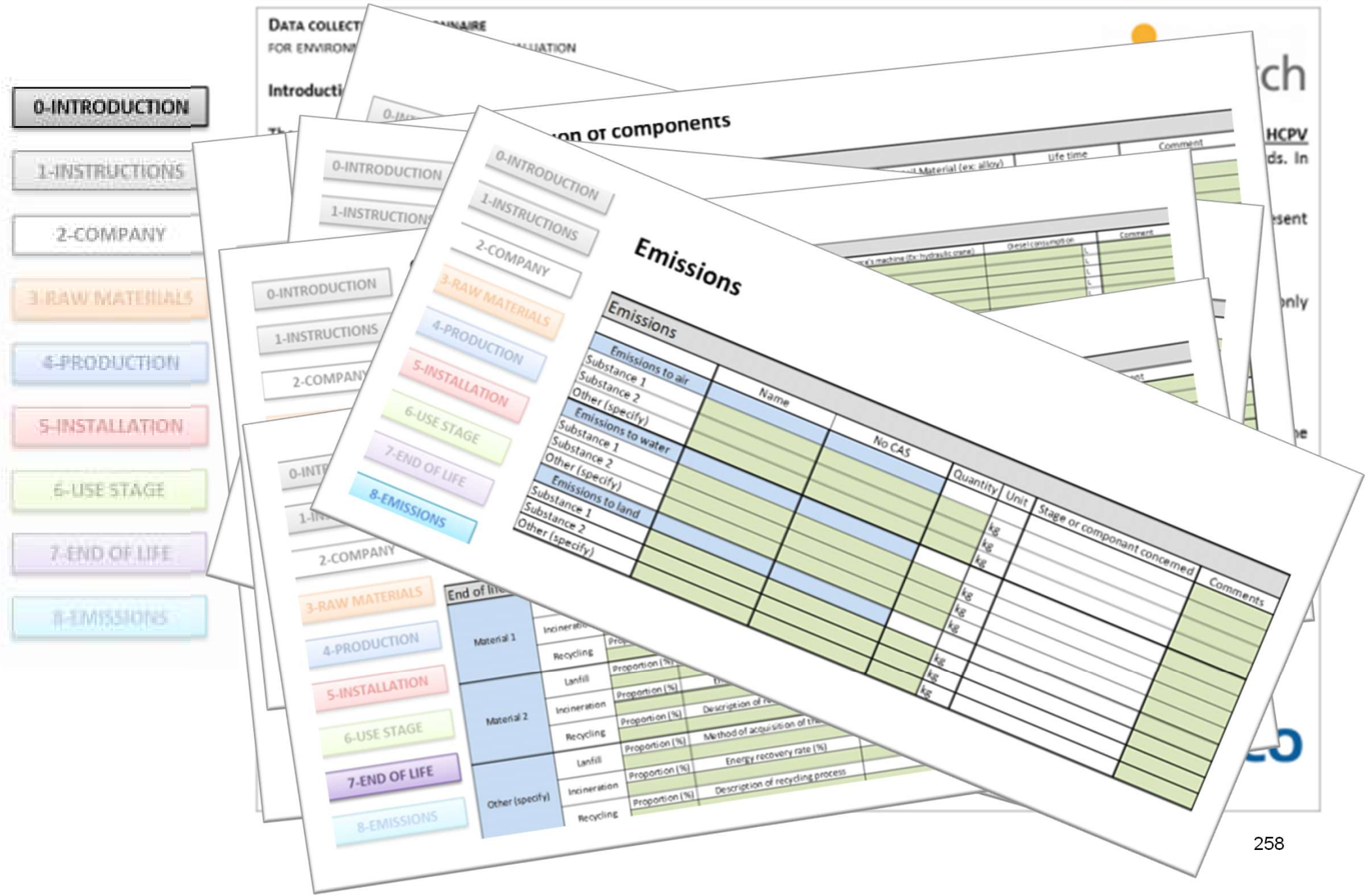
Overall DQR	Overall data quality level
DQR ≤ 1.5	‘Excellent quality‘
1.5 < DQR ≤ 2.0	‘Very good quality‘
2.0 < DQR ≤ 3.0	‘Good quality‘
3 < DQR ≤ 4.0	‘Fair quality‘
DQR >4	‘Poor quality‘

La «Data Need Matrix» (DNM)

Situation 1: the process is run by the company conducting the PEF study.
Situation 2: the process is not run by the company conducting the PEF study, but this company has access to (company-) specific information. 3.
Situation 3: the process is not run by the company conducting the PEF study and this company does not have access to (company-) specific information.

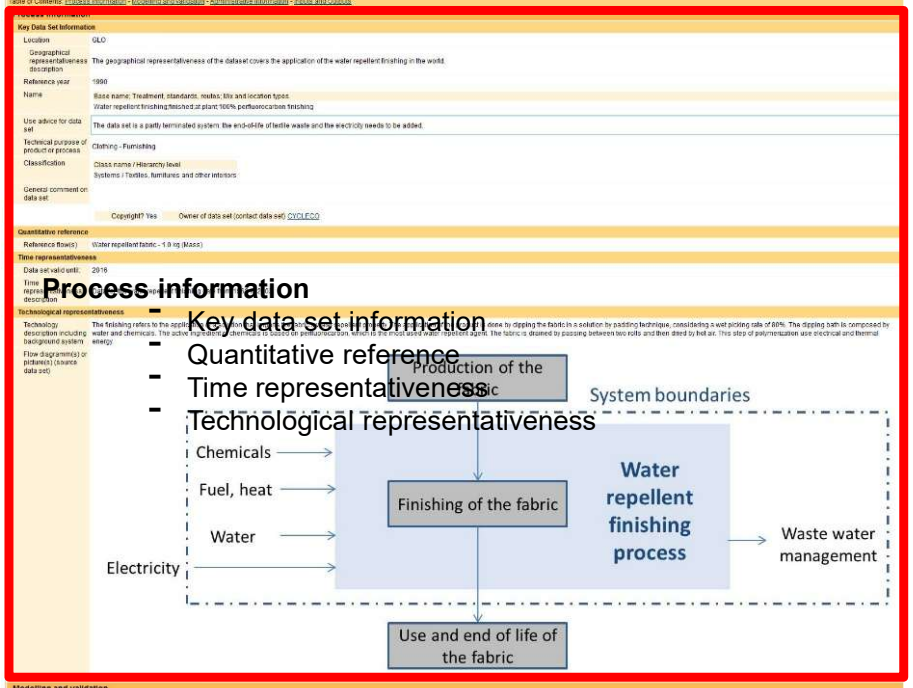
		Data requirements
Situation 1: process run by the company	**Option 1**	Provide company-specific data (both activity data and direct emissions) and create a company-specific dataset (DQR≤1.5). Calculate DQR of the dataset following the rules in Section 4.6.5.2.
Situation 2: process not run by the company but with access to company-specific information	**Option 1**	Provide company-specific data and create a company-specific dataset (DQR≤1.5). Calculate DQR of the dataset following the rules in Section 4.6.5.2.
	Option 2	Use an EF compliant secondary dataset and apply company-specific activity data for transport (distance), and substitute the sub-processes used for electricity mix and transport with supply-chain specific EF compliant datasets (DQR≤3.0). Recalculate DQR of the dataset used (see Section 4.6.5.6).
Situation 3: process not run by the company and without access to company-specific information	**Option 1**	Use an EF compliant secondary dataset in aggregated form (DQR≤3.0). Recalculate DQR of the dataset if the process is most-relevant (see Section 4.6.5.7).

Summary of previous presentation:
Data collection questionnaire



ILCD - Data Format

Name of the process

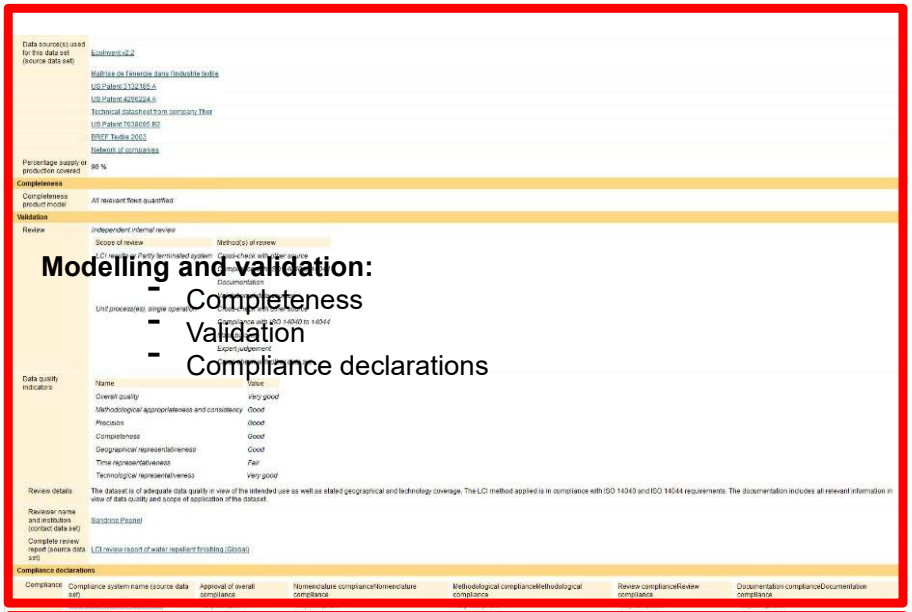


Process information

- Key data set information
- Quantitative reference
- Time representativeness
- Technological representativeness

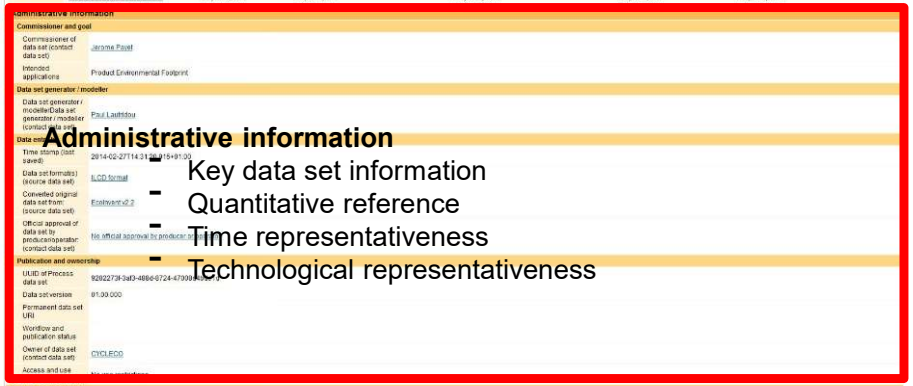
Modelling and validation

- LCI method and allocation
- Data sources, treatment and representativeness



Modelling and validation:

- Completeness
- Validation
- Compliance declarations

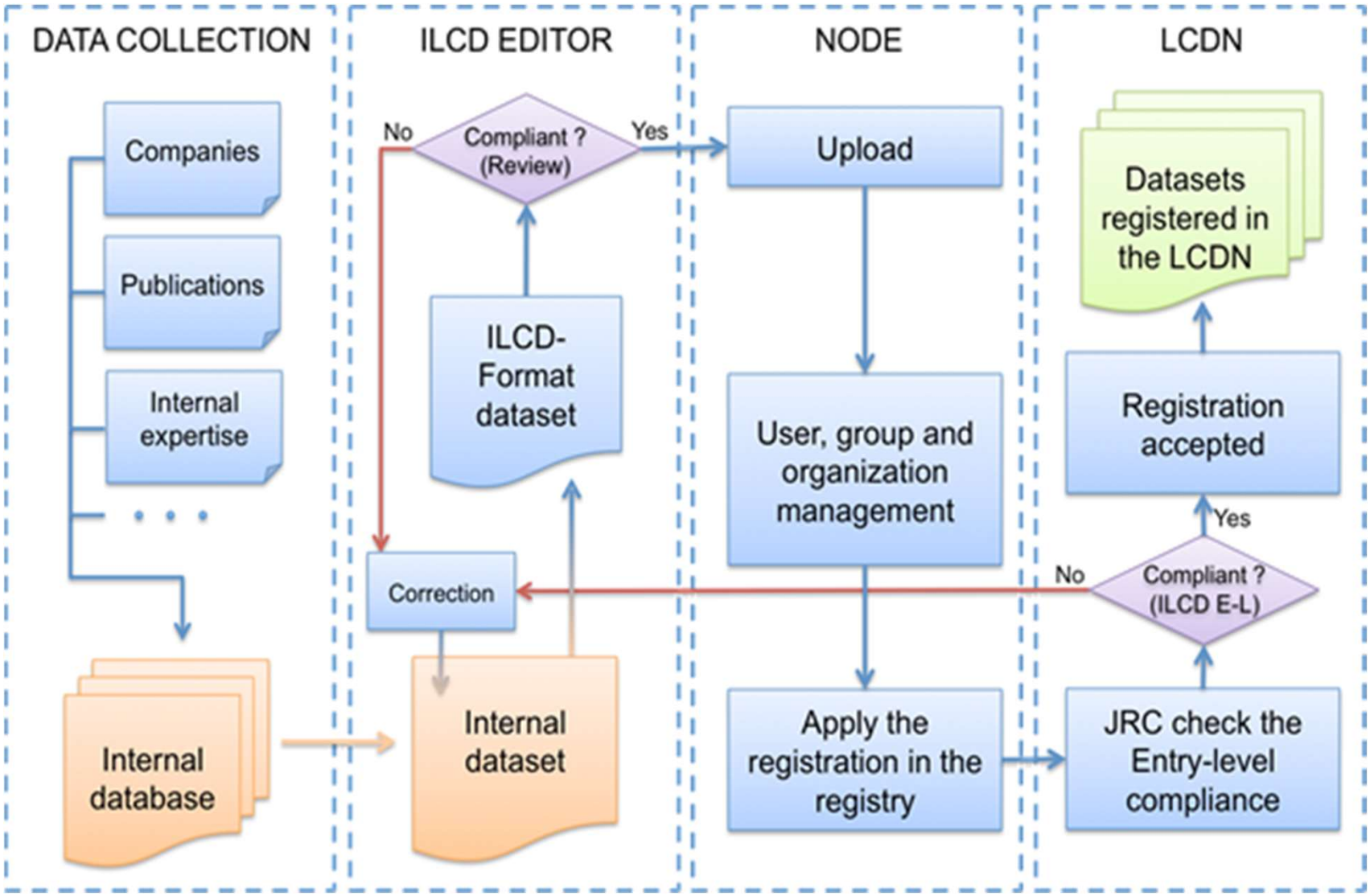


Administrative information

- Key data set information
- Quantitative reference
- Time representativeness
- Technological representativeness

Inputs and Outputs

LCDN – ILCD editor & Node



[ILCD Data Network, 2012] Dataset conversion and registration process

Points important concernant la fiabilité des Inventaires du cycle de vie

- Détail des flux de produits entrant et sortant
- Transparence des hypothèses
- Transparence dans la définition du périmètre et des règles d'allocation
- Niveau élevé de revue d'expert et de communication au public

Dans tous les cas il s'agit de trouver le meilleur compromis entre la confidentialité et la transparence