

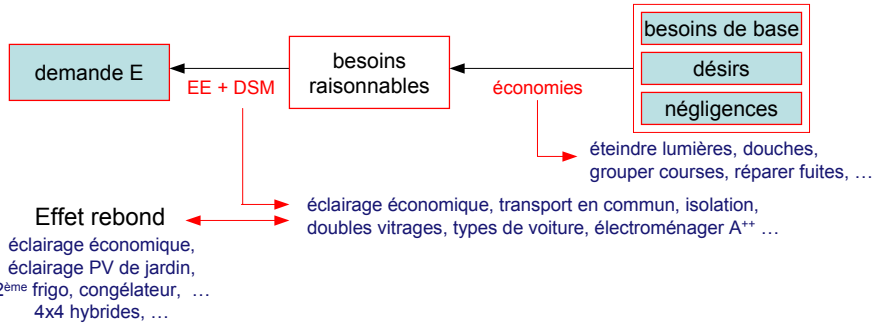
Flux d'Energie Grise

Flux d'Energie Grise

Equation fondamentale : Offre E = Demande E

↓
mix (dont SER)
EE transformation

↓
demande E ≠ besoins mobilité, confort, chaleur, luxe, ...



Namur, 4 mai 2006

ingawatt

Flux d'Energie Grise

Qu'est-ce que l'énergie grise ?

La somme des énergies "consommées",
"from the cradle to the grave",
pour pouvoir disposer d'un produit ou d'un service

Namur, 4 mai 2006

inagawatt
SOCIÉTÉ ANONYME

Flux d'Energie Grise

Qu'est-ce que l'énergie grise ?



Exemples :

$E_{\text{grise}}(\text{frigo}) = 835 \text{ kWh}$

$E_{\text{grise}}(\text{canette alu}) = 0,9 \text{ kWh}$

$E_{\text{grise}}(\text{essence}) = 0,28 \text{ kWh/kWh}$

$E_{\text{grise}}(\text{journal, 30p}) = 2,5 \text{ kWh}$

$E_{\text{grise}}(1\text{m}^3 \text{ d'eau}) = 1,7 \text{ kWh}$

$E_{\text{grise}}(\text{mouton, régional}) = 18 \text{ kWh/kg}$

$E_{\text{grise}}(\text{mouton, N-Z, frais}) = 80 \text{ kWh/kg}$

$E_{\text{grise}}(\text{mouton, N-Z, congelé}) = 28 \text{ kWh/kg}$



1 kWh = ± 2 km en voiture

Namur, 4 mai 2006

inagawatt
SOCIÉTÉ ANONYME

Flux d'Énergie Grise

Qu'est-ce que l'énergie grise ?

Exemples : $E_{\text{grise}}(100 \text{ feuilles A4}) = 8,1 \text{ kWh}$ (2400 kWh/étudiant)

$E_{\text{grise}}(\text{acier}) = 11 \text{ kWh/kg}$

$E_{\text{grise}}(\text{bois}) = 0,55 \text{ kWh/kg}$

$E_{\text{grise}}(\text{lamellé-collé}) = 2,8 \text{ kWh/kg}$

$E_{\text{grise}}(\text{PVC}) = 17,5 \text{ kWh/kg}$

$E_{\text{grise}}(\text{aluminium, 0\% recyclé}) = 52,8 \text{ kWh/kg}$

$E_{\text{grise}}(\text{aluminium, 100\% recyclé}) = 5,0 \text{ kWh/kg}$

$E_{\text{grise}}(\text{haricots BE}) = 1,0 \text{ kWh/kg}$

$E_{\text{grise}}(\text{haricots, Egypte}) = 12,6 \text{ kWh/kg}$

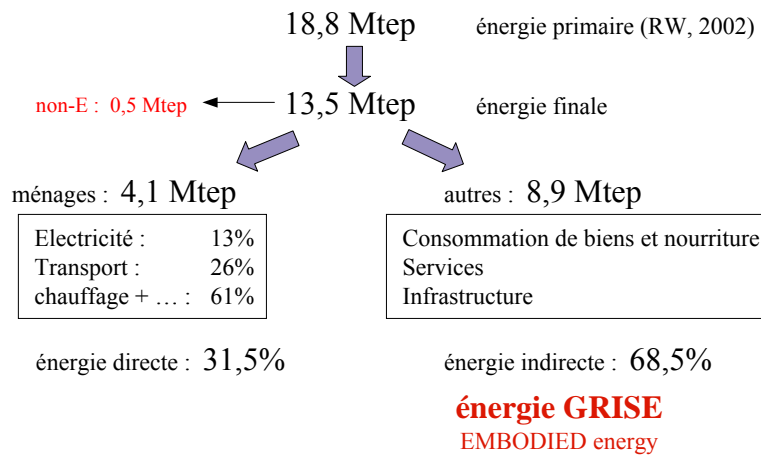
1 kWh = ± 2 km en voiture

Namur, 4 mai 2006

inagawatt

Flux d'Énergie Grise

C'est combien, l'énergie grise ?

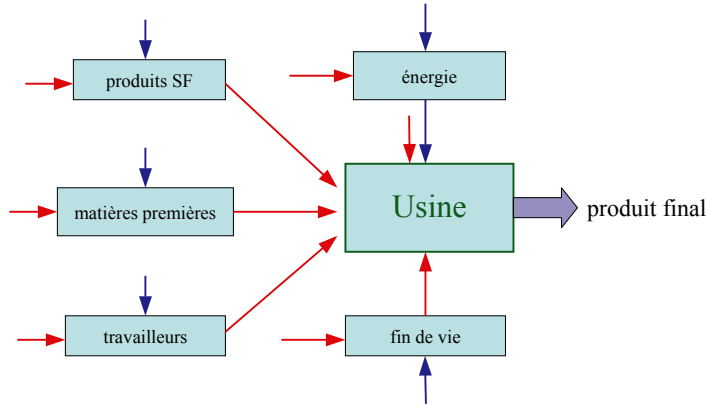


Namur, 4 mai 2006

inagawatt

Flux d'Energie Grise

1^{ère} méthode de calcul : Process Analysis

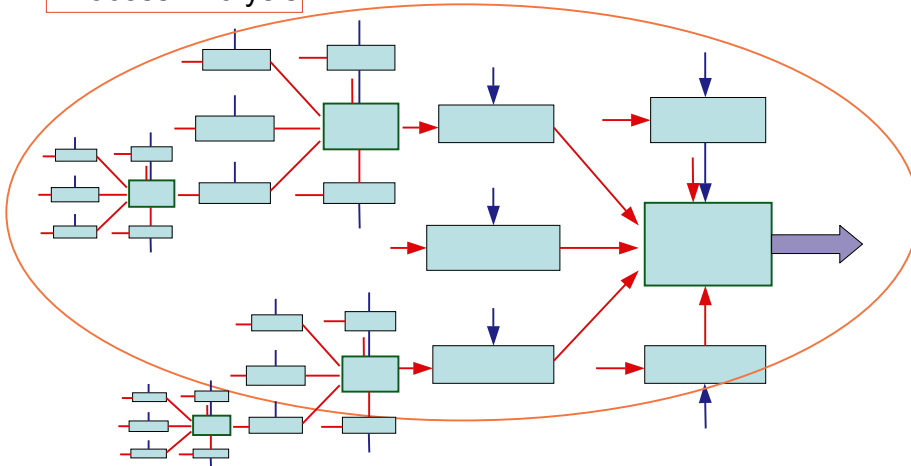


Namur, 4 mai 2006

inagawatt
INTEGRATION ASSOCIATION

Flux d'Energie Grise

Process Analysis



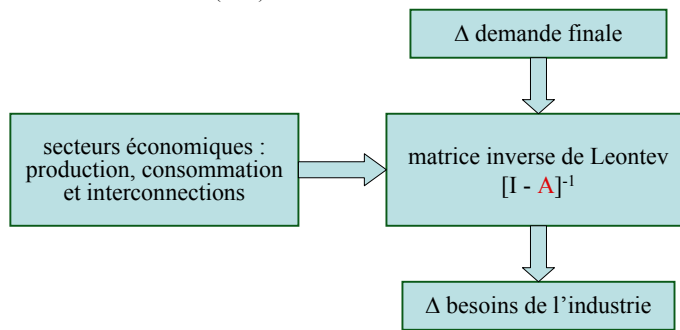
Namur, 4 mai 2006

inagawatt
INTEGRATION ASSOCIATION

Flux d'Énergie Grise

2^{nde} méthode de calcul : Input - Output

Wassily Leontev, 1906 - 1999
Nobel américain en économie (1973)



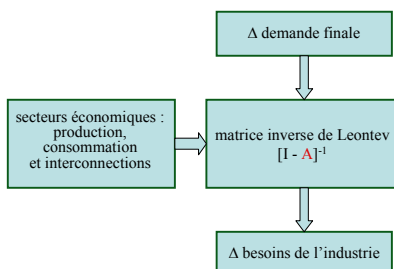
Namur, 4 mai 2006

inagawatt

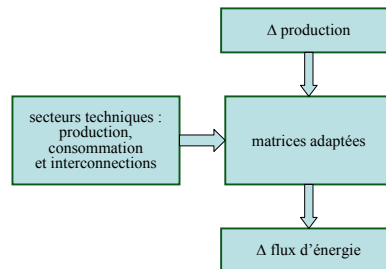
Flux d'Énergie Grise

2^{nde} méthode de calcul : Input - Output

Economie



Usine

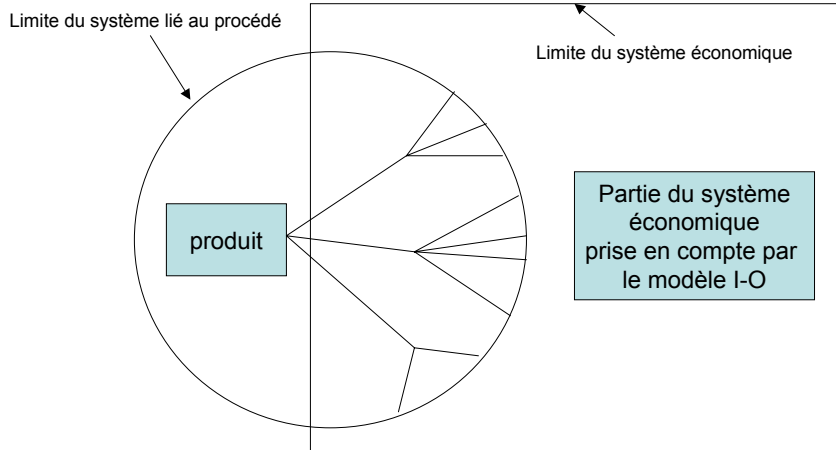


Namur, 4 mai 2006

inagawatt

Flux d'Énergie Grise

3^{ème} méthode de calcul : méthode hybride



Namur, 4 mai 2006

inagawatt
INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN ÉNERGIE

Flux d'Énergie Grise

Pourquoi étudier les flux d'énergie grise dans l'industrie ?

1. Déterminer E_{grise} :

- benchmarking (pâte à papier, granulés de bois, ...)
- temps de retour énergétique (éolienne, panneau solaire, ..)

2. On consomme de l'énergie "sans s'en rendre compte"

- ces consommations sont parfois majoritaires,
- ces consommations engendrent des émissions de GES.



comment les "gérer"

Namur, 4 mai 2006

inagawatt
INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN ÉNERGIE

Flux d'Énergie Grise

Plan de l'exposé

1. Qu'est-ce que l'énergie grise ?
2. C'est combien, l'énergie grise ?
3. Comment calculer l'énergie grise ?
4. Pourquoi étudier les flux d'énergie grise ?
5. Exemple Burgo - Ardennes
6. Énergie grise du bois
7. Complexité du problème
8. Énergie grise des aliments

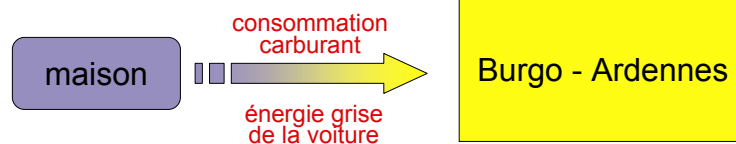
Namur, 4 mai 2006

[Inagawatt]
INNOVATION ÉNERGÉTIQUE

Flux d'Énergie Grise

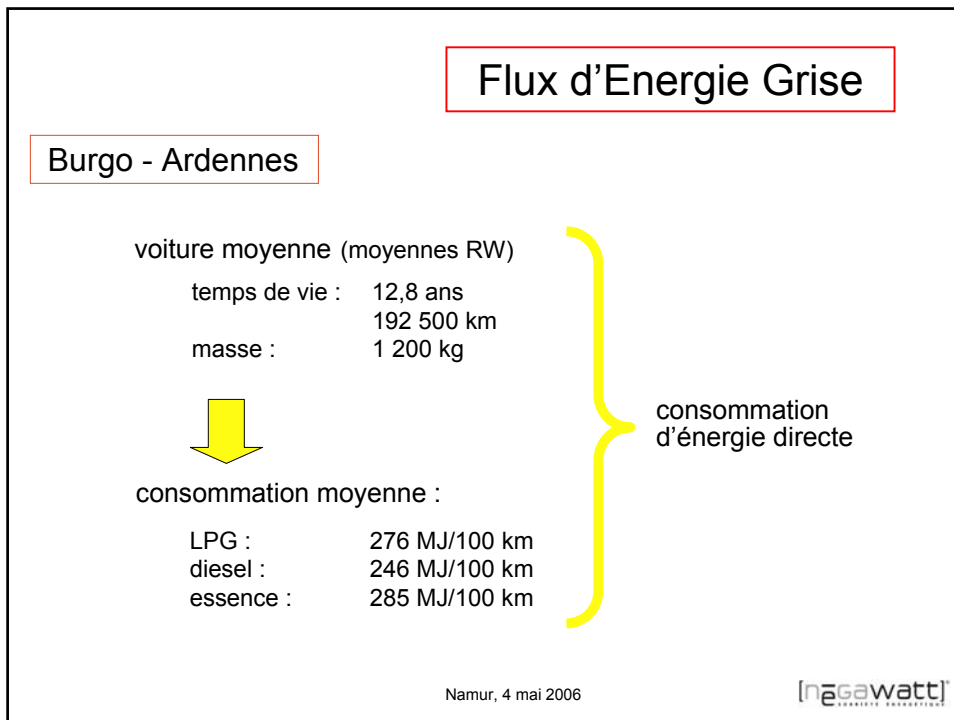
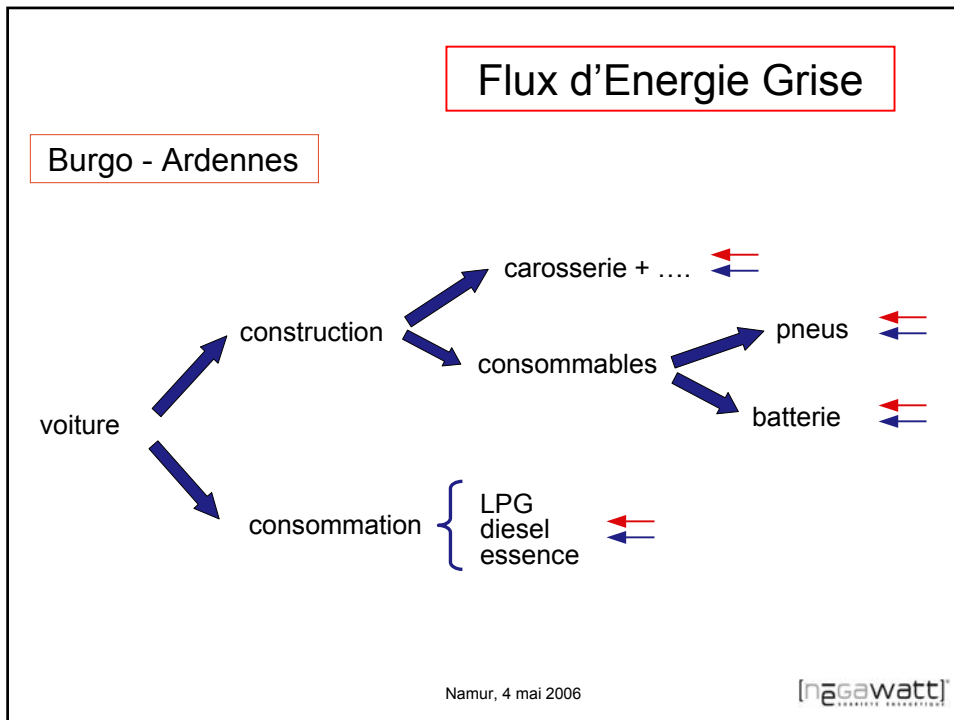
Burgo - Ardennes

Burgo - Ardennes : 500 travailleurs, 356 voitures personnelles



Namur, 4 mai 2006

[Inagawatt]
INNOVATION ÉNERGÉTIQUE



Flux d'Energie Grise

Burgo - Ardennes

énergie grise d'une voiture (méthode par process analysis)

matériaux :

matériaux	moy. masse kg	coefficient MJ/kg	E grise GJ
acier	216	23	5,0
tôle	492	33	16,2
fonte	77	16	1,2
aluminium	96	99	9,5
caoutchouc	67	78	5,2
verre	35	15	0,5
textiles	11	127	1,4
plastiques	112	71	8,0
....

total matériaux :

52,0 GJ

assemblage :

4,8 GJ

} 56,8 GJ

Namur, 4 mai 2006

inagawatt
INNOVATION ÉNERGÉTIQUE

Flux d'Energie Grise

Burgo - Ardennes

Résultats :

contenu énergétique	LPG GJ/pc	diesel GJ/pc	essenc e GJ/pc	moyenne	%
consommation	531	474	549	518	65,2
production carburant	96	85	99	93	11,7
matériaux	52	52	52	52	6,5
assemblage + amont	10	10	10	10	1,3
pneus	121	121	121	121	15,2
batterie	1	1	1	1	0,1
total	811	743	832	795	100,0

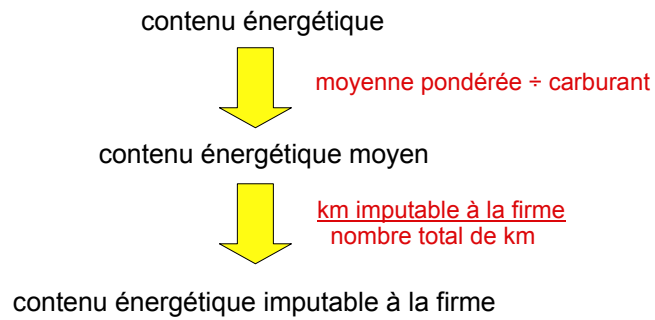
Namur, 4 mai 2006

inagawatt
INNOVATION ÉNERGÉTIQUE

Flux d'Energie Grise

Burgo - Ardennes

Resultats :



Namur, 4 mai 2006

inagawatt
SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE

Flux d'Energie Grise

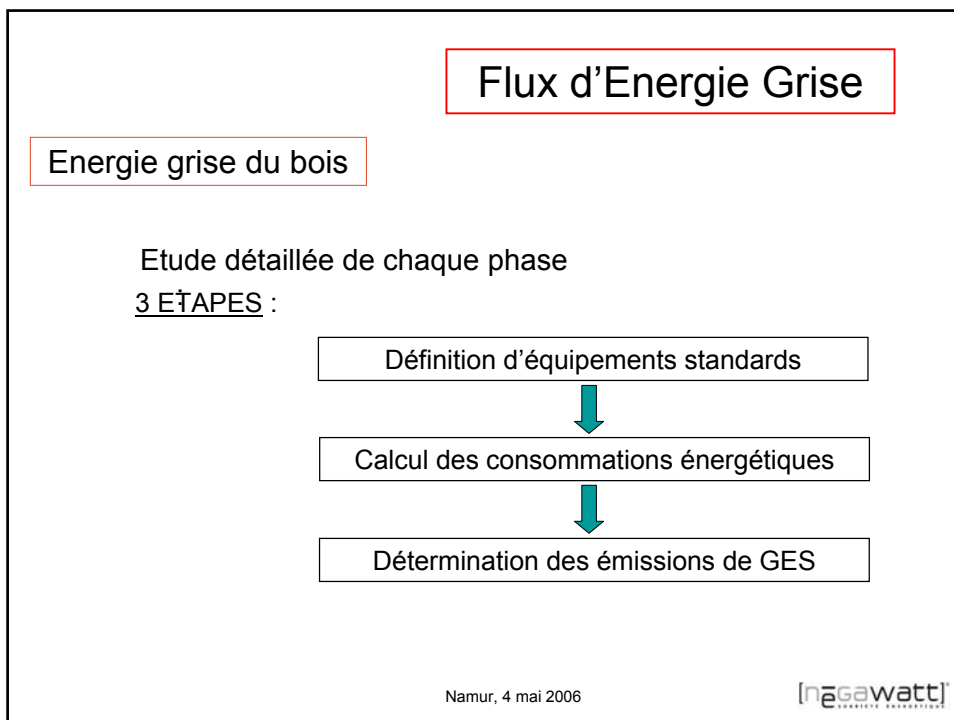
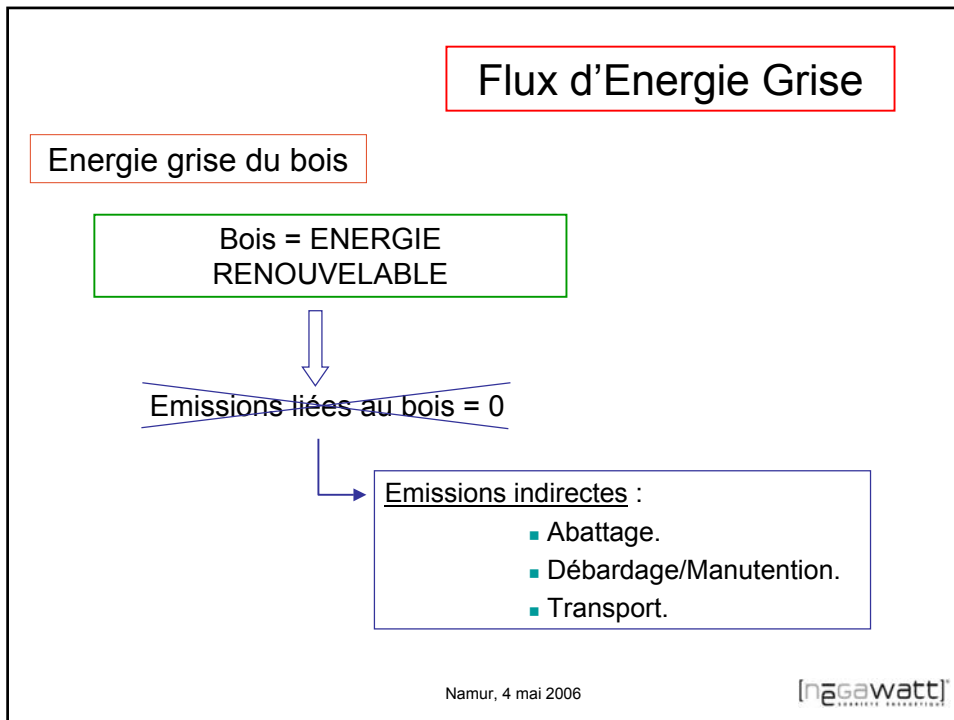
Burgo - Ardennes

Resultats :

	GJ/an
500 travailleurs 356 voitures	
consommation	9 119
production carburant	1 641
matériaux	916
assemblage	168
pneus	2113
batterie	24
total	13 982

Namur, 4 mai 2006

inagawatt
SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE



Flux d'Energie Grise

Energie grise du bois

Abattage :

Hypothèses : abattage par tronçonneuse

- productivité : 6 m³/h
- consommation : 2 litres/h (mélange)

EMISSIONS :

0,756 kg de CO₂ par m³ de bois abattu



densité bois = 806,4 kg/m³

0,94 kg de CO₂ par tonne de bois abattu

Namur, 4 mai 2006

inagawatt
INNOVATION DURABLE

Flux d'Energie Grise

Energie grise du bois

Débardage/manutention :

Hypothèses : débardage par tracteurs/porteurs

- tracteurs : 7 m³/h ; 6 litres/h
- porteurs : 17 m³/h ; 10 litres/h

EMISSIONS :

1,99 kg de CO₂ par m³ de bois abattu



densité bois = 806,4 kg/m³

2,75 kg de CO₂ par tonne de bois abattu

Namur, 4 mai 2006

inagawatt
INNOVATION DURABLE

Flux d'Énergie Grise

Énergie grise du bois

Transport :

Hypothèses : semi-remorque

- chargement : 25 tonnes (15 t à vide)
- consommation : 35 litres/100 km
- trajet moyen : 120 km

EMISSIONS :

	Consommation	Construction	Total
kg CO ₂ /km	0,94	0,13	1,07
kg CO ₂ /t	4,51	0,60	5,11
%	88%	12%	100%

Namur, 4 mai 2006

inagawatt
INNOVATION ÉNERGÉTIQUE

Flux d'Énergie Grise

Énergie grise du bois

Récapitulatif des émissions

	Abattage	Débard./manutention	Transport	Total
kg CO ₂ /t	0,94	2,75	5,11	8,80
%	11%	31%	58%	100%

Si prise en compte des « consommations amont »,
nouvelle répartition :

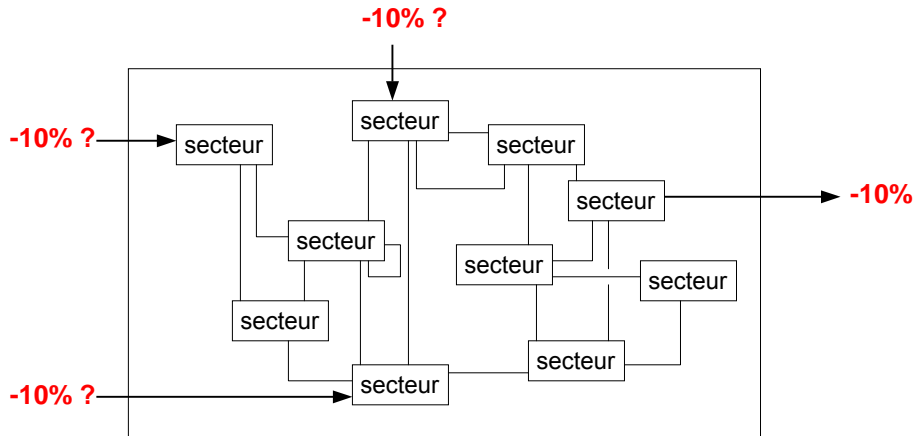
- 45 % abattage/débardage
- 55 % transport

Namur, 4 mai 2006

inagawatt
INNOVATION ÉNERGÉTIQUE

Flux d'Energie Grise

Rendre compte de la non-proportionnalité du système

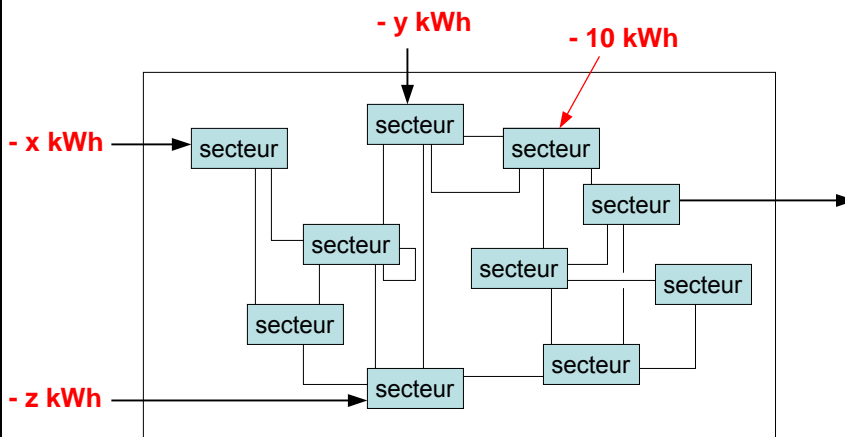


Namur, 4 mai 2006

Inagawatt

Flux d'Energie Grise

Rendre compte de la non-proportionnalité du système

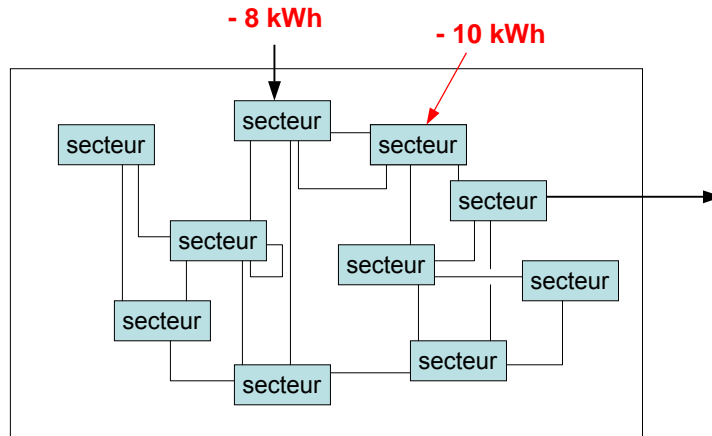


Namur, 4 mai 2006

Inagawatt

Flux d'Énergie Grise

Rendre compte de la non-proportionnalité du système

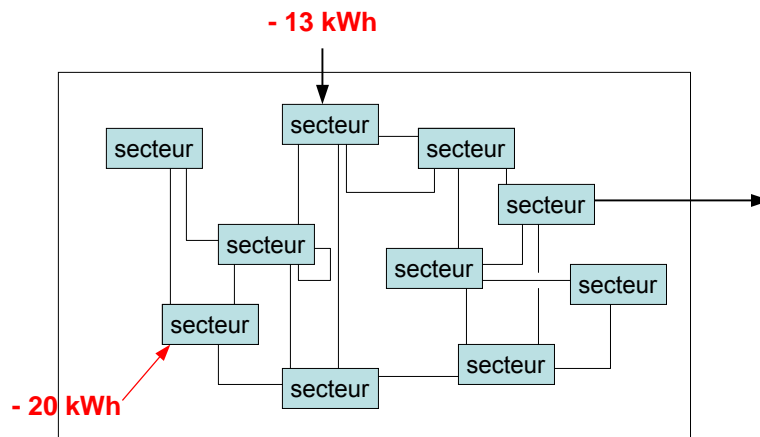


Namur, 4 mai 2006

Inagawatt

Flux d'Énergie Grise

Rendre compte de la non-proportionnalité du système

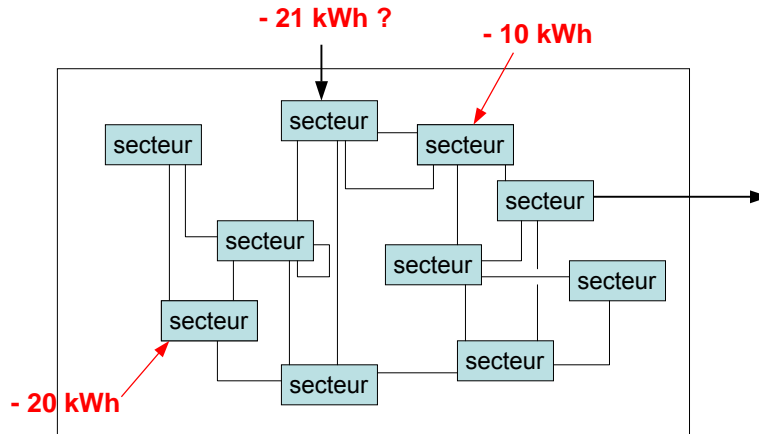


Namur, 4 mai 2006

Inagawatt

Flux d'Énergie Grise

Rendre compte de la non-proportionnalité du système



Namur, 4 mai 2006

Inagawatt

Flux d'Énergie Grise

Énergie grise et Alimentation

	quantité kg	v. nutritive kWh/kg	E grise kWh/kg	CO ₂ g C _{eq} /kg	E grise/ v. nutritive	CO ₂ / v. nutritive
Pain	83	2,98	14,7	170	4,9	57,2
Pâtes	83	1,28	14,7	170	11,5	133
Riz	83	1,28	14,7	170	11,5	133
Bœuf	13	1,72	15,1	681	8,8	395
Veau	3	1,87	40,3	1 816	21,6	974
Mouton	5	2,42	/	/	/	/
Porc	156	2,87	2,94	200	1,0	70
Lait	548	0,74	0,82	37,1	1,1	50
Beurre	26	8,74	8,22	371	0,94	42
Fromage pâte crue	31	2,31	22,3	1002	9,6	434
Fromage pâte cuite	52	4,38	9,40	424	2,1	97
Yaourts	274	0,54	5,13	231	9,5	429
Poulets	156	1,88	2,23	152	1,1	81
Canard	5	2,19	3,29	224	1,5	102
Œufs	44	2,16	1,65	112	0,77	52
Poisson	75	1,58	7,47	509	4,7	322

± 8700 kWh et ± 300 kgCO₂

O. Habran, HEBP

Namur, 4 mai 2006

Inagawatt

Flux d'Energie Grise

Energie grise et Alimentation



Poulet Hawaï ou le choix du consommateur

5 types de riz blanc, 4 types d'ananas, 5 types de crème, 2 sortes d'huile, 3 sortes de poulets, 3 types de poivre, 3 types de vin et 3 types

	valeur minimale	valeur maximale
Transport (km)	15 837	60 768
Rejet CO ₂ (kg)	0,18	3,1
CO ₂ emballage (kg)	0,10	0,38
CO ₂ transport (kg)	0,08	2,71
Déchets (g)	137	633
Déchets non recyclables (g)	9	56
Prix (€)	3,35	8,51
Valeur nutritionnelle (kcal)	442	1128

CRIOC

Namur, 4 mai 2006

negawatt
SOCIÉTÉ ANONYME

Flux d'Energie Grise

Nous contacter



**REVEILLEZ
LE NEGALO
QUI SOMMEILLE
EN VOUS !**

www.negawatt.be

Olivier Habran : olivier.habran@hebp.be
Ralph Lescroart : ralph.lescroart@hebp.be

Namur, 4 mai 2006

negawatt
SOCIÉTÉ ANONYME