

Bois torréfié : analyse du cycle de vie et perspectives.

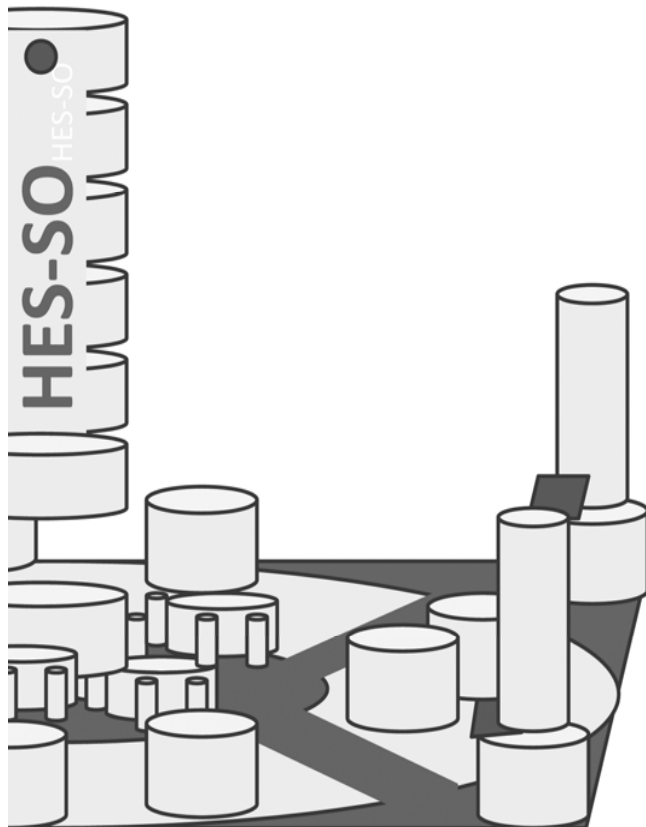
J-B.Michel / HES-SO / HEIG-VD / IGT - J.Richard / HES-SO / hepia

heig-**vd**

Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion
du Canton de Vaud

h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie
et d'architecture de Genève



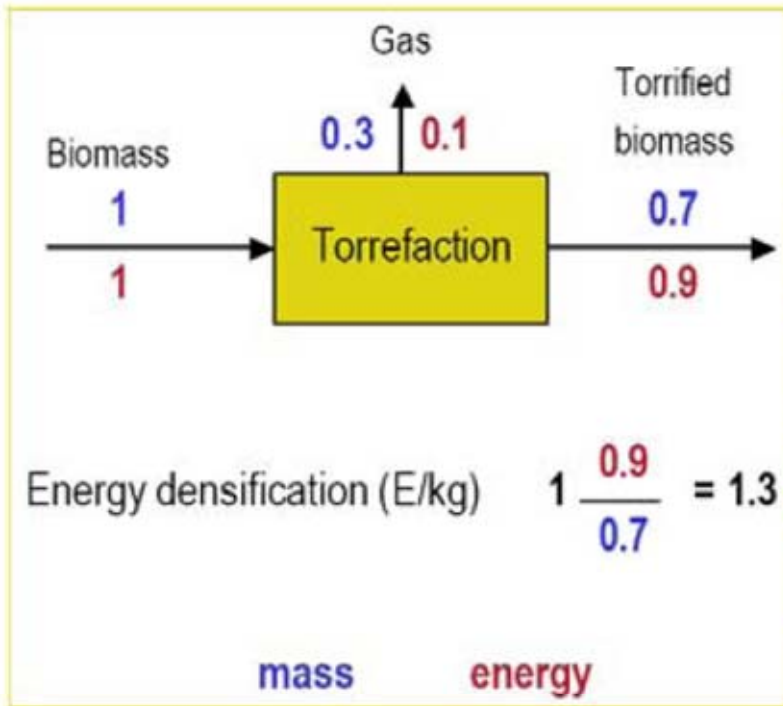
Hes·SO
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale
Fachhochschule Westschweiz
University of Applied Sciences
Western Switzerland

DOMAINE INGÉNIERIE ET ARCHITECTURE
SALON SUISSE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES
ET DES TECHNOLOGIES NOUVELLES
13-17 AVRIL 2011 | FORUM FRIBOURG

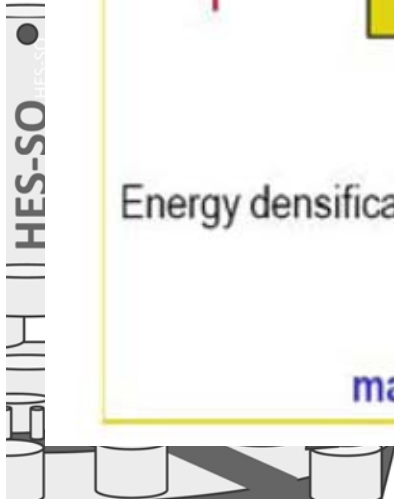
Torréfaction: “BO₂-technology” en 2 mots:



Torrefaction for biomass upgrading *general process description*



- Temperature: 200-300 °C
- Pressure: near atmospheric
- Absence of oxygen
- Product: solid fuel
- Particle size < 4 cm thickness
- Residence time 10 to 90 min
- Heating rate: <50 °C/min



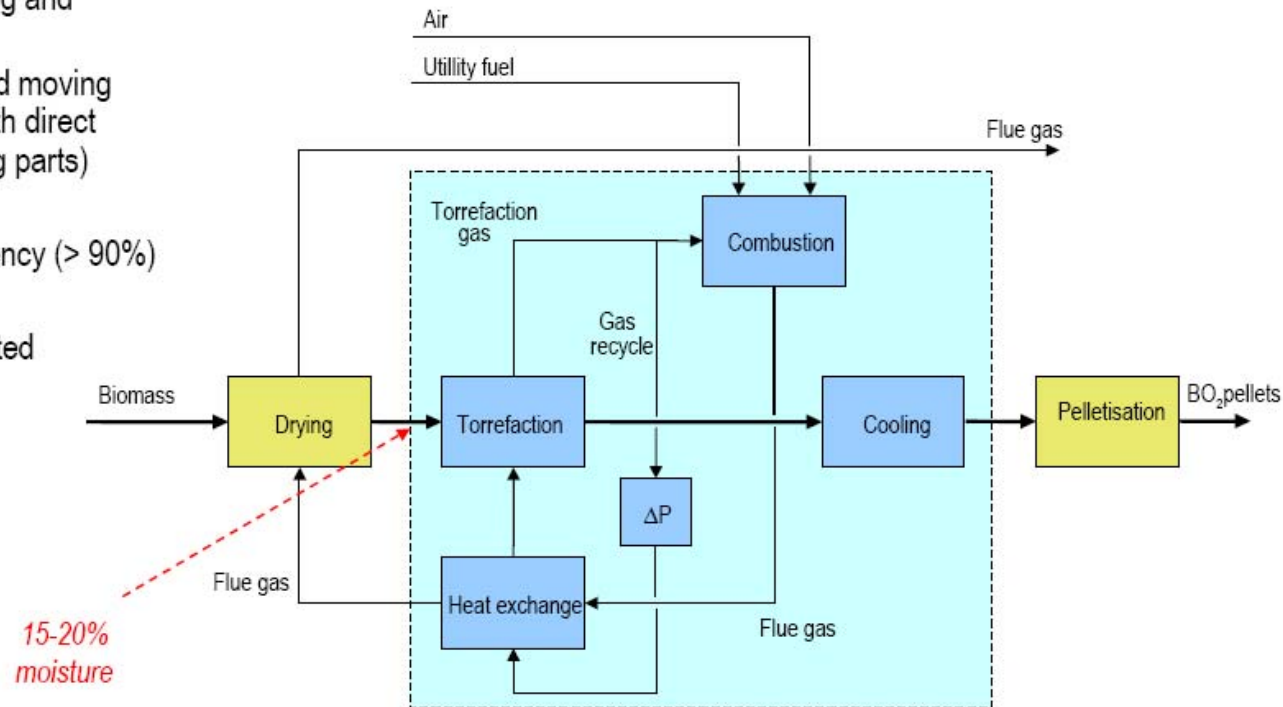
Torréfaction: “BO₂-technology” en 2 mots:



BO₂-technology

Features:

- Conventional drying and pelletisation
- Compact dedicated moving bed technology with direct heating (no moving parts)
- Heat integration
- High energy efficiency (> 90%)
- Cost effective
- IP is patent protected



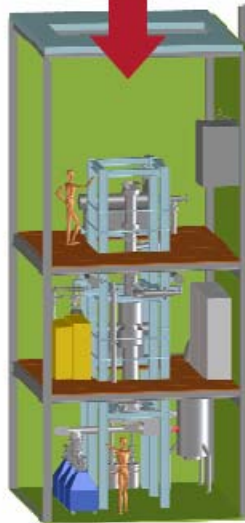
Torréfaction: “BO₂-technology” en 2 mots:



Pre-drying



Feeding



Torrefaction pilot-plant (50-100 kg/h)

Experimental combustion facility



- Hoval Biolyt boiler, 50 kW output
- Continuous recording of all operational parameters



Analyse du cycle de vie du procédé BO₂ :

ACV – les grandes lignes:

- Objectifs et champ de l'étude
- Limites du Système
- Unité Fonctionnelle
- Modélisation cycle de vie
- Inventaire
- Evaluations des impacts
- Interprétation des résultats



Analyse du cycle de vie du procédé BO₂ :

Objectif et champ de l'étude :

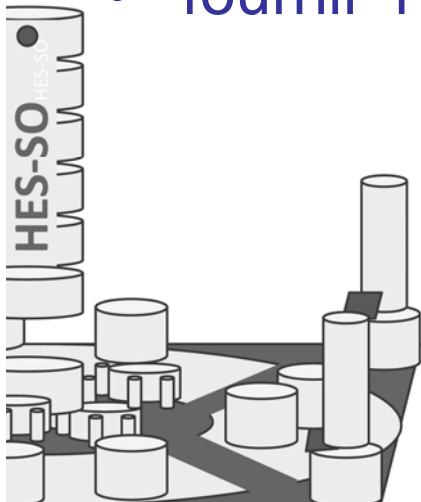
- comparer granulés torréfiés BO₂ aux granulés classiques

Limites du Système:

- de la forêt à la production de chaleur domestique

Unité Fonctionnelle:

- fournir 1MJ thermique (P chaudière = 45 kW)



Analyse du cycle de vie du procédé BO₂:

Modélisation cycle de vie

- récolte de données, mesure des efficacités énergétiques, mesures des gaz de combustion
- BD ECOINVENT V2.1

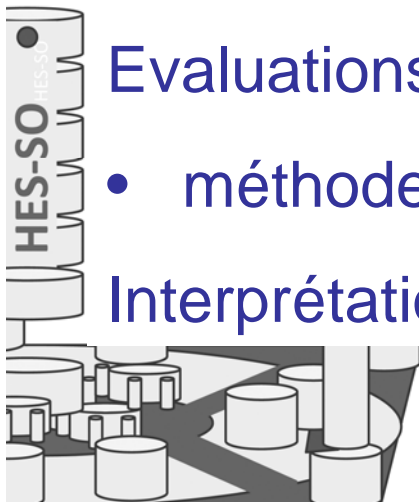
Inventaire

- réalisé à l'aide du logiciel Simapro

Evaluations des impacts

- méthode IMPACT 2002+

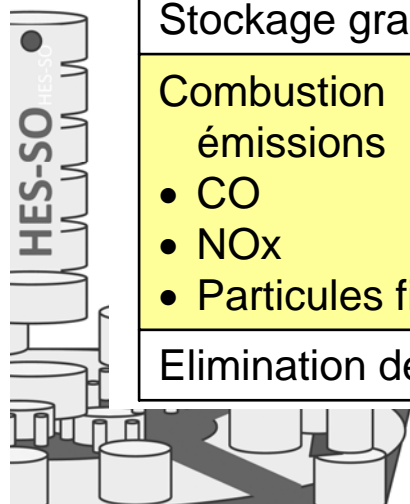
Interprétation des résultats





Liste des processus élémentaires

Scénario I (Granulés classiques)	Scénario II (Granulés BO₂:)
Bûcheronnage	Bûcheronnage
Séchage à l'air libre (sous abris)	Séchage à l'air libre (sous abris)
Transport de la forêt au centre de mise en forme granulé classique	Transport de la forêt au centre de torréfaction BO ₂
Mise en forme granulés classique : <ul style="list-style-type: none">• Séchage• Broyage	Mise en forme granulés BO ₂ : <ul style="list-style-type: none">• Séchage• Torréfaction• Broyage
Transport usine->utilisateur	Transport usine->utilisateur
Stockage granulés classique	Stockage granulés BO ₂
Combustion & production de chaleur – émissions <ul style="list-style-type: none">• CO• NO_x• Particules fines	Combustion & production de chaleur - émissions <ul style="list-style-type: none">• CO• NO_x• Particules fines
Elimination des cendres	Elimination des cendres



Liste des processus élémentaires

Descriptif du cycle de vie est donné ici par la liste des processus élémentaires qui le constitue, il va de la forêt sur pied aux cendres et fumées issues de la combustion. Ce qui définit donc aussi les limites du système.

Pour une première approche de l'ACV on modélise la partie sur fond jaune à l'aide des documents ECN et autres sources.

Pour la partie amont du cycle de vie on se base sur des copeaux de bois répertoriés dans ECOINVENT. Bien que les granulés classiques ou torréfiés soient issus de bois de peuplier, nous avons pris une base de copeaux scandinaves. Les données comprennent l'écorçage du bois et la production supplémentaire de bois scié, les copeaux et la sciure de bois dans une scierie scandinaves. Le transport des bois de la route forestière à la scierie est inclus.

Mise en forme :

Au sujet de la mise en forme les cas granulés classiques ou BO2-technology:

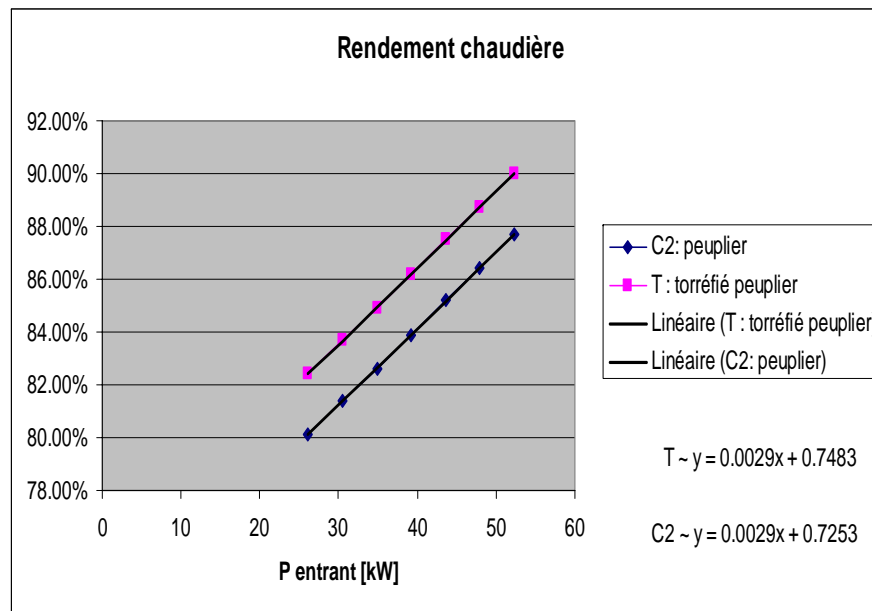
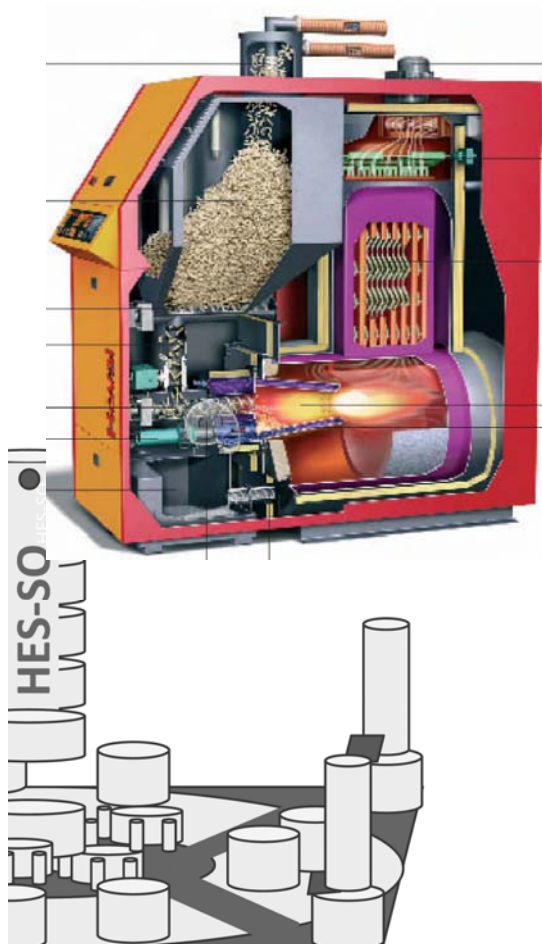
Le séchage naturel n'engendre pas de dépenses d'énergie supplémentaire.

Le séchage à l'aide de la combustion d'une partie de la biomasse entrante n'engendre pas de dépenses d'énergie non renouvelable supplémentaire.

La torréfaction, si bien maîtrisée, ne nécessite pas d'apport d'énergie extérieur ou fossile.

Seul le broyage utilise dans les deux cas un apport d'énergie électrique.

Chaine des processus pour fournir 1MJ thermique (à une puissance de 45kW)



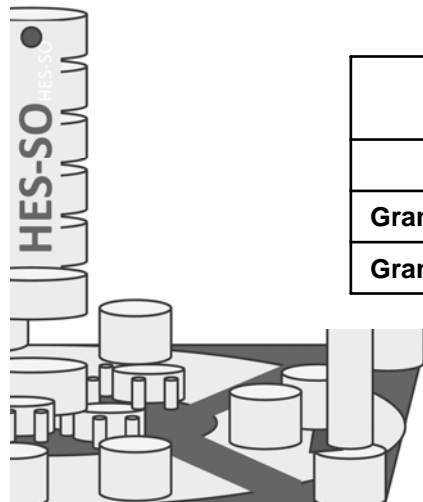
	NO/MJ-out	CO/MJ-out	Particules/MG-out
	[g/MJ]	[g/MJ]	mg/MJ
Granulés classiques	0.087	0.206	67.9
Granulées Torréfiés	0.086	0.050	24.9

Mesures HEIG-VD / IGT

Chaine des processus pour fournir 1MJ thermique



Transport
 $m = 87\%$

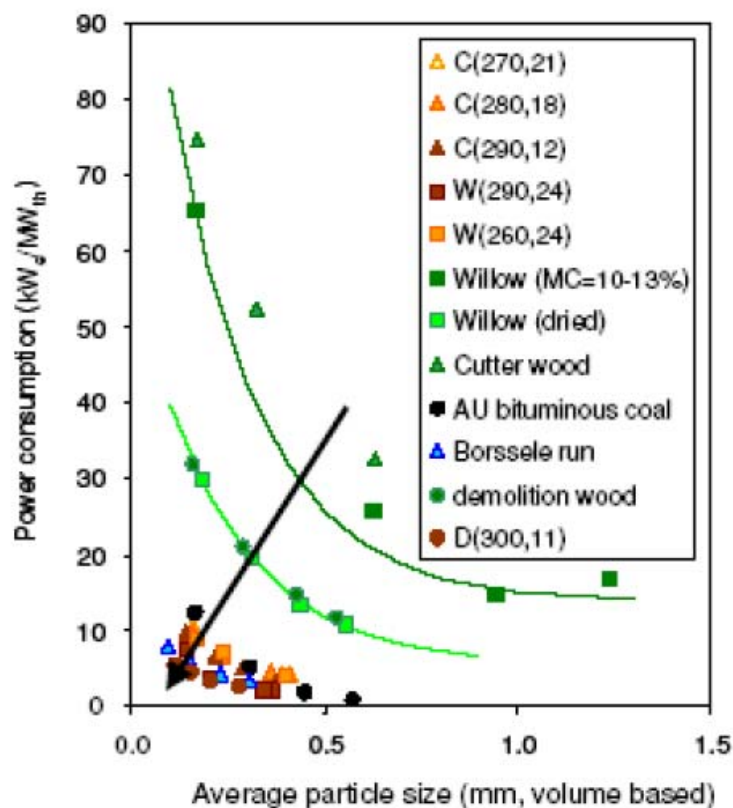


	masse-in/MJ-out
	[kg/MJ]
Granulés classiques	0.0686
Granulées Torréfiés	0.0598

Transport
 $m = 100\%$



Chaine des processus pour fournir 1MJ thermique



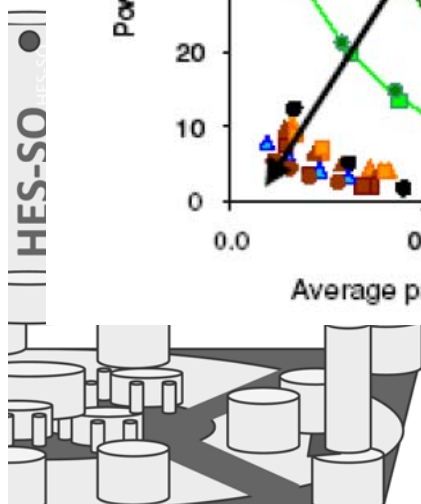
Broyage

E = 16%



Broyage

E = 100%



Chaine des processus pour fournir 1MJ thermique

E = 111%

Plaquettes




E = 100%

Torréfaction

autotherme

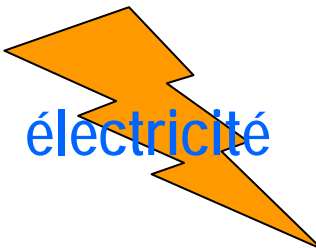
Broyage
E = 16%



Transport
m = 87%


Combustion
r = 89%

électricité




NO,CO,
Particules fines

Broyage
E = 100%

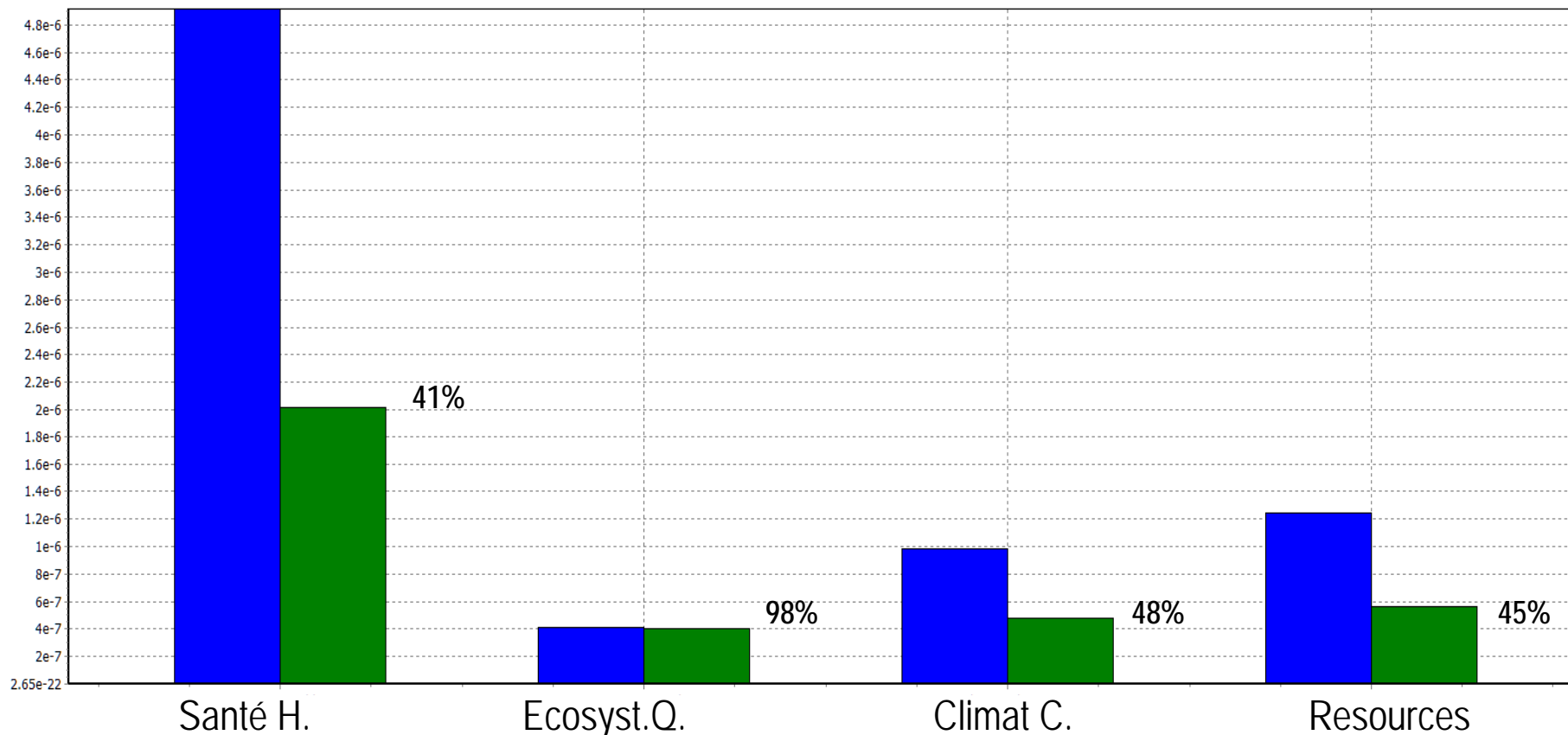


Transport
m = 100%

Combustion
r = 87%


Impacts Normalisés

(Méthode IMPACT 2002+)



Comparing 1 p '1MJ-Heat-C2' with 1 p '1MJ-Heat-Top';
 Method: IMPACT 2002+ v2.1 / IMPACT 2002+ v2.1 / Normalisation



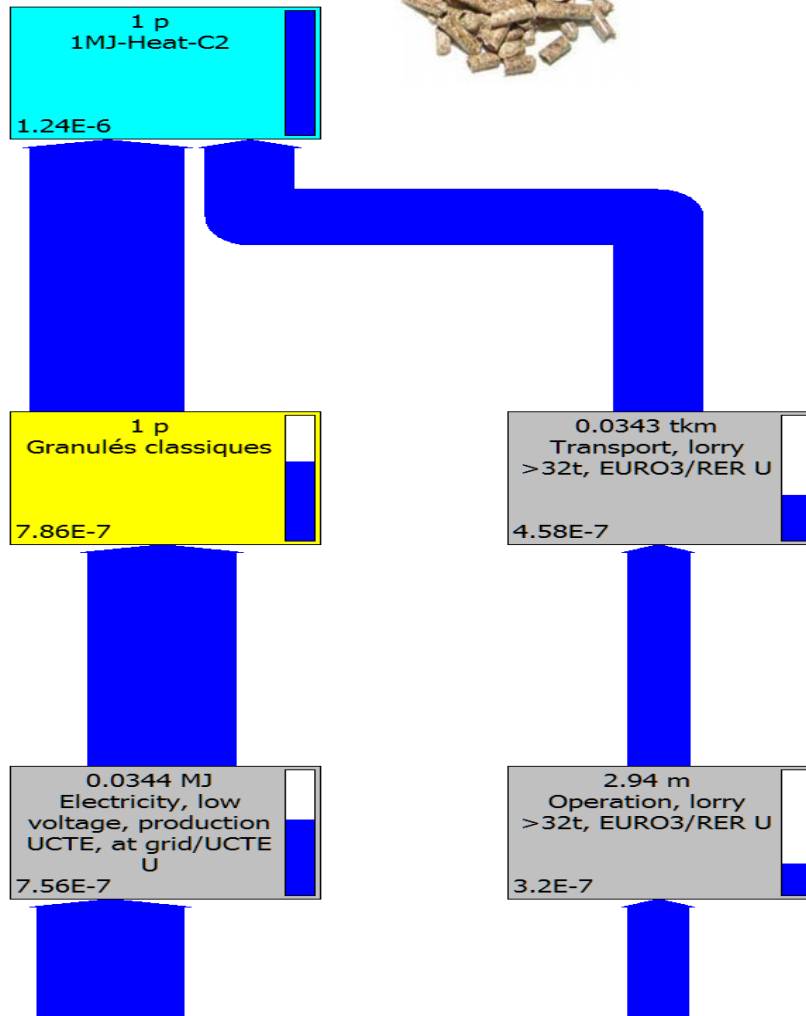
1MJ-Heat-C2 
 Granulés Classiques¹⁵

1MJ-Heat-Top 
 Granulés torréfiés BO₂

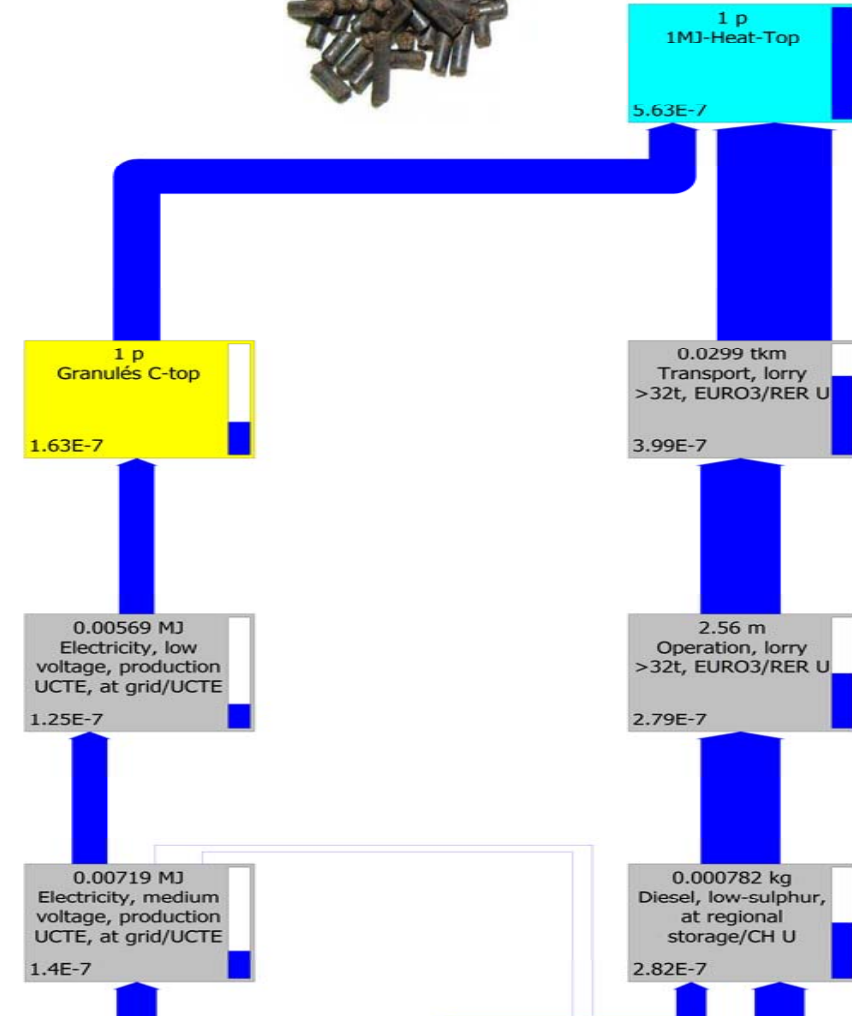
Contribution des processus aux impacts

« Resources »

Granulés Classiques

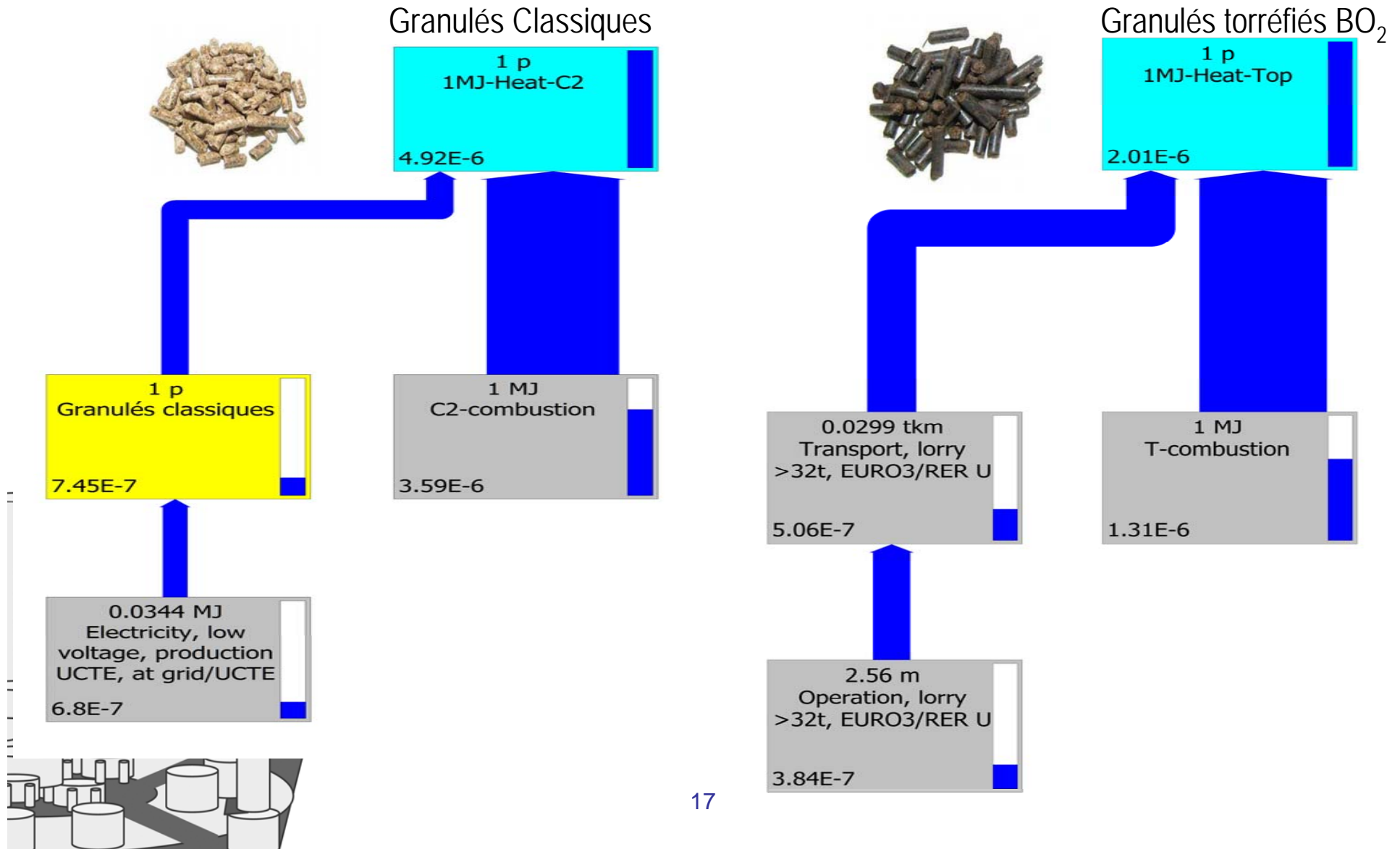


Granulés torréfiés BO₂



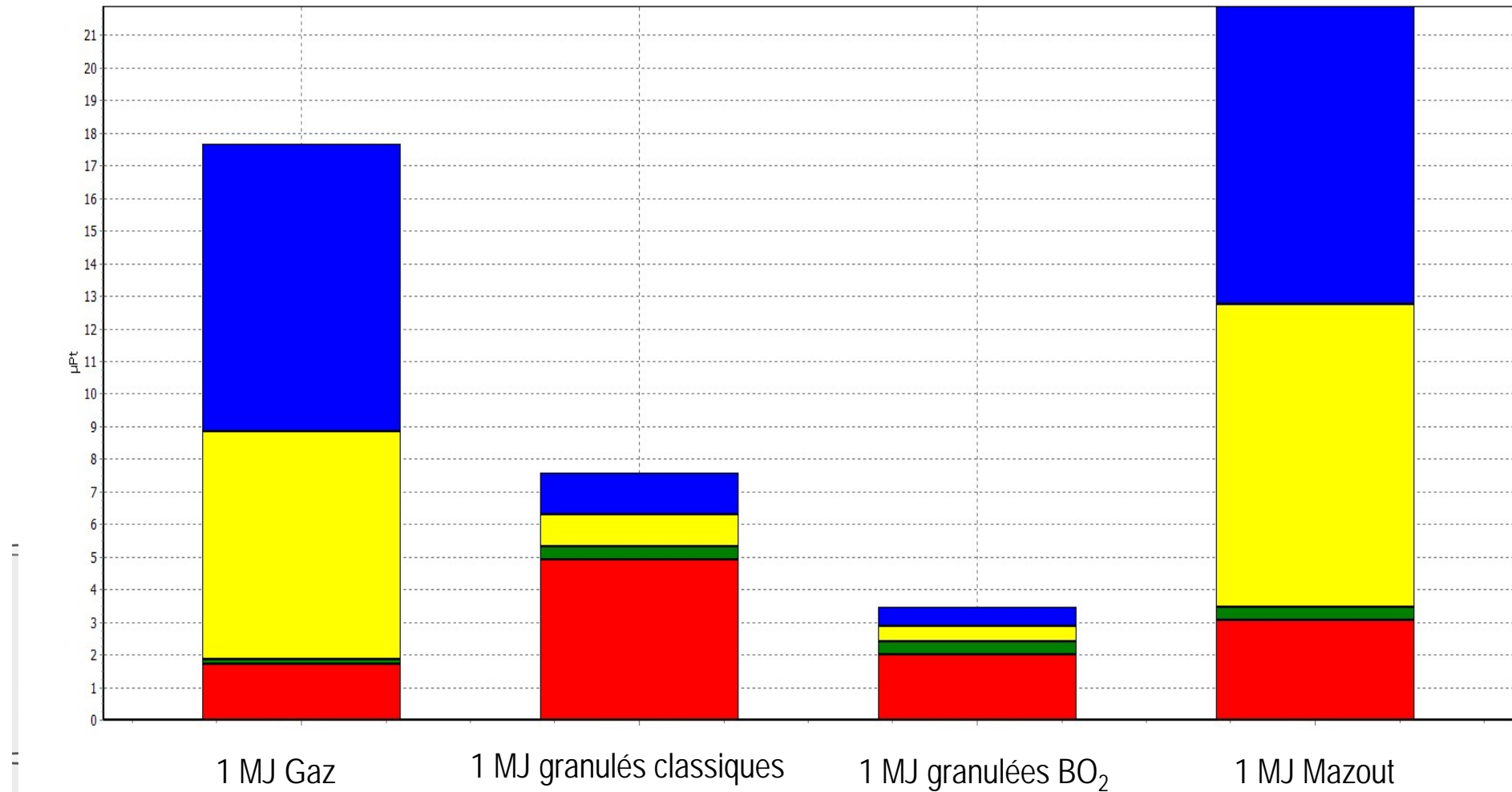
Contribution des processus aux impacts

« Santé Humaine »



Comparatif avec gaz et mazout

- Scores Normalisés



Comparing 1 p '1MJ-gas', 1 p '1MJ-Heat-C2', 1 p '1MJ-Heat-Top' and 1 p '1MJ-oil';
Method: IMPACT 2002+ v2.1 / IMPACT 2002+ v2.1 / Single score

Human Health Ecosystem Quality Climate Change Resources



Conclusion

Torréfiés BO_2 : avantages pratiques (stockage, transport)

Torréfiés BO_2 : torréfaction autotherme (=>énergie prise sur la biomass en entrée), mais gains sur broyage transport et combustion

Torréfiés BO_2 : gains de 54% en score unique sur granulés classiques





Thank you for your attention

Authors:

Jacques Richard / hepia / inSTI :
jacques.richard@hesge.ch

Jean-Bernard Michel / HEIG-VD / IGT :
jean-bernard.michel@heig-vd.ch

