

**ÉCOLE POLYTECHNIQUE
DÉPARTEMENT DE GÉNIE CHIMIQUE
CONCEPTION ENVIRONNEMENTALE ET CYCLE DE VIE- GCH 2220**

EXAMEN PÉRIODIQUE

DATE : 24 février 2009

HEURE : 12h45 à 14h45

Toute documentation permise

Écrire toutes vos réponses sur le cahier de réponses, le questionnaire n'est pas corrigé

TOTAL : 20 points avec 2 points en questions bonus

Correction de la partie A : pour avoir le point, il faut identifier les bonnes réponses. Par exemple, pour une question où il n'y a qu'une des lettres qui correspond à une bonne réponse, il ne faut identifier que cette lettre pour avoir le point. Identifier 2 lettres ne donne aucun point. Dans le cas où la bonne réponse est multiple (plusieurs lettres correspondent à une bonne réponse), il faut identifier toutes ces lettres. L'identification d'une mauvaise réponse entraîne un zéro pour cette question.

Partie A Questions à choix multiples, indiquer donner vos réponses clairement dans votre cahier de réponses

1 point Question 1

Une étude sur la comparaison du transport en voiture versus transport en train pour des résidents de la banlieue de Montréal en est à la première phase, soit la définition des objectifs, unités fonctionnelles et flux de référence. Vous trouverez ci-dessous une liste d'unités fonctionnelles. Identifiez la ou les réponses pertinente(s) pour cette étude:

- a) Transporter 1 personne sur 100 km
- b) Transporter 2 personnes sur 100 km à une vitesse minimale de 60 km/h
- c) Transporter 1 personne sur 100 km à une vitesse minimale de 70 km/h pendant 2 heures
- d) Transporter 2 personnes sur 100 km pendant 2 heures

1 point Question 2 :

Laquelle ou lesquelles de ces affirmations est (sont) vraie(s) ?

- a) Pour pouvoir comparer les résultats d'ACV de deux produits, les flux de référence doivent être les mêmes dans les deux cas.
- b) Selon la convention des signes en ACV, un flux économique entrant dans un processus élémentaire est positif.
- c) Lors du calcul de l'inventaire, il faut mettre chaque processus élémentaire à l'échelle de l'unité fonctionnelle.
- d) L'étape de caractérisation en évaluation des impacts consiste à affecter les résultats de l'inventaire aux différentes catégories d'impact.

1 point Question 3 :

Le score d'impact se calcule à partir :

- a) Des résultats de l'inventaire et des facteurs de pondération
- b) Des résultats de l'inventaire et des facteurs de caractérisation
- c) Des impacts problèmes (ou dommages) et des facteurs de normalisation
- d) Des résultats d'inventaires, des facteurs de caractérisation, des facteurs de dommages, des facteurs de normalisation et des scores uniques
- e) Aucune de ces réponses

1 point Question 4 :

Le ou lesquelles de ces énoncés est(sont) vraie(s)? :

La phase de normalisation :

- a) Permet de mettre les impacts sur une base commune
- b) Est obligatoire selon ISO
- c) Permet d'obtenir un score unique facilement comparable
- d) Possède moins d'incertitude que la phase de caractérisation

1 point Question 5 :

Quelle chaîne cause effet peut correspondre à l'impact de l'eutrophisation

- a) Émission de CO₂ – Interaction avec l'atmosphère – Augmentation de la température – Effet sur les populations.
- b) Émission de NO_x – Interaction avec l'atmosphère – Inhalation – Effet respiratoire.
- c) Émission de NO_x - Interaction avec l'atmosphère – Déposition dans les écosystèmes – Diminution de la capacité tampon – Mortalité des plantes aquatiques
- d) Émission de PO₄²⁻ - Transport dans la nappe phréatique – Mortalité des plantes aquatiques
- e) Émission de NO_x - Interaction avec l'atmosphère – Déposition dans les écosystèmes – Mortalité des plantes aquatiques
- f) Émission de SO_x - Interaction avec l'atmosphère – Déposition dans les écosystèmes – Mortalité des plantes aquatiques

1 point Question 6 :

Les problèmes environnementaux ont lieu à différentes échelles : globale, régionale ou locale. Parmi les problématiques suivantes, laquelle ou lesquelles sont globale(s) ?

- a) Pluies acides
- b) Changements climatiques
- c) Toxicité humaine
- d) Destruction de la couche d'ozone

1 point Question 7

Quelle (s) conclusion(s) peut-on tirer des résultats présentés à la figure 1 lorsque l'on compare un rapport papier de 140 pages avec un rapport CD :

- a) Le rapport papier est l'option la plus environnementale
- b) Le rapport CD est l'option la plus environnementale
- c) Aucune conclusion ne peut être dérivée tant que le score unique n'a pas été obtenue
- d) Aucune, on ne connaît pas l'unité fonctionnelle
- e) Aucune de ces réponses

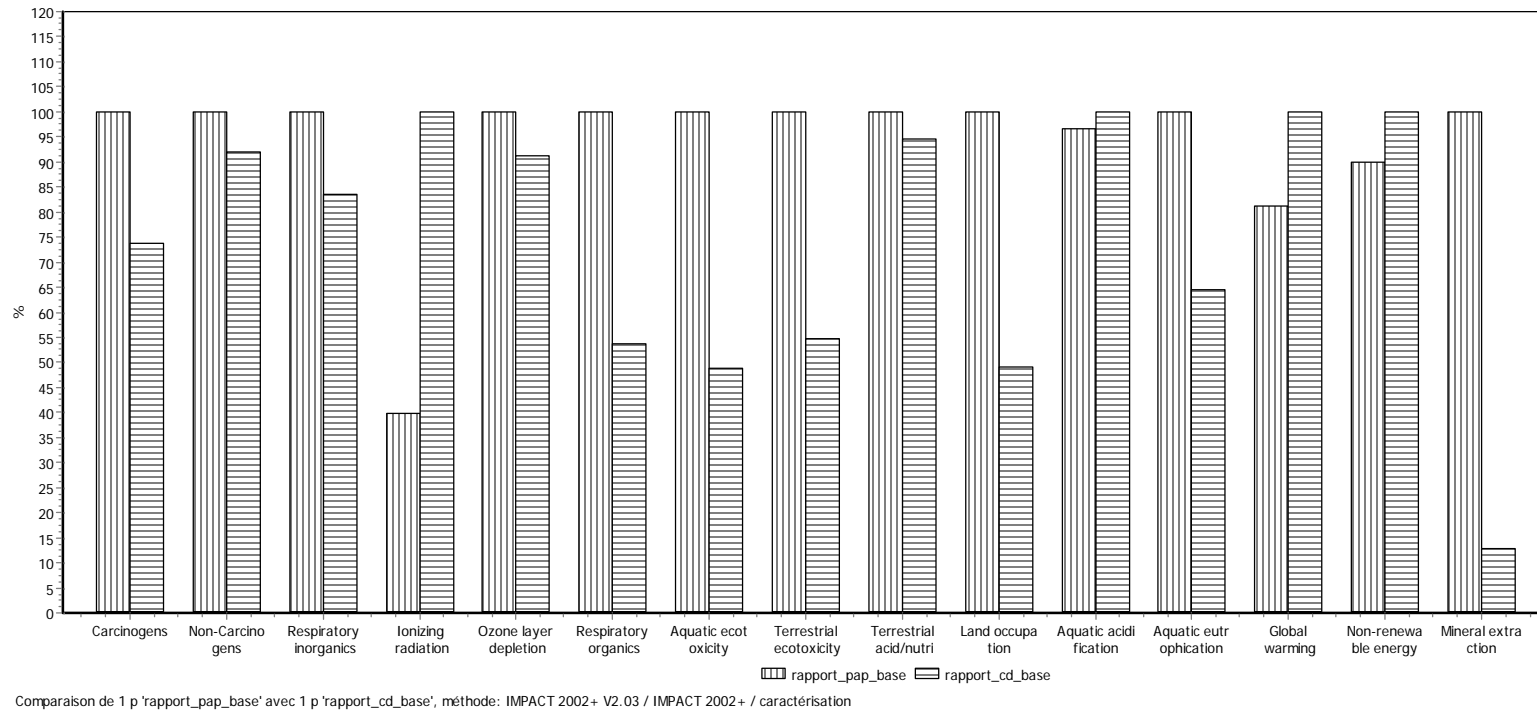


Figure 1 Comparaison rapport de 140 pages sur papier (lignes horizontales) et sur CD (lignes verticales)

1 point Question 8

On vous demande de réaliser l'ACV d'un aspirateur afin d'identifier les points chauds de son cycle de vie. Vous commencez par identifier la fonction principale du produit. Laquelle ou lesquelles des réponses suivante(s) peu(ven)t correspondre à la fonction principale d'un aspirateur?

- a) Aspirer 1m^3 d'air/sec avec une pression de 1.5 KPa
- b) Aspirer de la poussière
- c) Nettoyer le plancher
- d) Aspirer la poussière sur une surface de 10m^2

1 point Question 9

Laquelle ou lesquelles des réponses suivantes pourrai(en)t être(s) trouvés à l'aide d'une analyse du cycle de vie:

- a) La substance A est trois fois plus toxique que la substance B.
- b) Produit A est moins néfaste et donc préférable que produit B par rapport à l'impact des changements climatiques.
- c) Les impacts environnementaux les plus importants lors de la production du sirop d'érable sont liés au pompage et au chauffage de la sève.
- d) Aller voir une pièce de théâtre est meilleur pour l'environnement que d'aller voir un match des Canadiens.
- e) L'utilisation d'une lave-vaisselle est moins néfaste que l'utilisation d'un lave-linge.

1 point Question 10

Le(s) élément(s) obligatoire(s) lors de l'analyse d'inventaire est(sont) :

- a) la caractérisation;
- b) la mise à l'échelle des processus élémentaires au flux de référence;
- c) la définition de l'unité fonctionnel;
- d) la sommation sur toutes les catégories d'impact;
- e) la quantification des flux élémentaires;
- f) l'imputation;

Partie B Questions à développement :

6 points Question 11

La figure 2 présente un système de produit décrivant la production du produit « D ». Le tableau 1 décrit toutes les données autonomes pour les flux élémentaires et économiques rattachés au système. Le flux de référence est la production de 10 kg de D.

- Calculez le facteur de mise à l'échelle pour chacun des processus élémentaires (1 point).
- Calculez le résultat d'inventaire pour tous les flux élémentaires du cycle de vie (1 point).
- Calculez le score d'impact « réchauffement planétaire » en vous servant des données d'impact 2002+ en annexe (1 point).

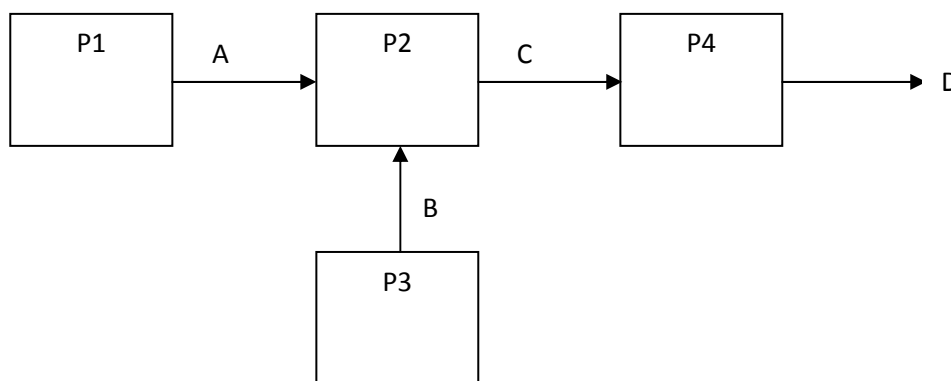


Figure 2 Système de produit

Tableau 1 Données autonomes pour les flux élémentaires et économiques rattachés aux processus de la figure 1.

Processus	Flux économiques	Flux élémentaires
P1		0,5 kg CO ₂
		20 g SO ₂
	Sortant : 1 kg A	50 g NO ₂
P2	Entrant : 2 kg A	1 kg CO ₂
	Entrant : 1 kg B	50 g SO ₂
	Sortant : 3 kg C	100 g NO ₂
P3		5 kg CO ₂
		1 kg SO ₂
	Sortant : 100 kg B	500 g NO ₂
P4		0,2 kg CO ₂
	Entrant : 2 kg C	10 g SO ₂
	Sortant : 2 kg D	0 g NO ₂

Le processus P1 produit aussi de la vapeur haute pression. Cette vapeur est vendue 10\$ le kg à une usine voisine afin de produire de l'électricité. Cette usine est en mesure de produire 1kWh d'électricité avec 100kg de vapeur haute pression.

Tableau 2 Données complémentaires pour les numéros d) et e)

Processus	Flux économiques	Flux élémentaires
P1		0,5 kg CO ₂
	Sortant : 20 kg Vapeur haute pression	20 g SO ₂
	Sortant : 1 kg A	50 g NO ₂
Production d'électricité		24 kg CO ₂
	Entrant : 100kg Vapeur haute pression	25 g SO ₂
	Sortant : 1kW	75 g NO ₂
Valeurs économiques : Produit A: 10\$/kg Vapeur : 5\$/kg Électricité : 0,45\$/kWh		

- d) recalculez le score d'impact réchauffement planétaire du cycle de vie du produit D en effectuant une imputation économique pour le processus P2 (1 point).
e) recalculez le score d'impact réchauffement planétaire du cycle de vie du produit D en effectuant un élargissement des frontières (2 points).

1 point Question 12 :

Un des avantages de l'ACV est qu'elle permet d'éviter le déplacement d'un problème environnemental vers une autre étape du cycle de vie ou vers une autre catégorie d'impact. Donnez un exemple d'une solution qui serait susceptible de déplacer l'impact environnemental auquel elle répond et expliquez quel est le déplacement en question.

3 points Question 13

Vous avez été mandaté pour effectuer une étude d'ACV comparative pour les impacts de l'eau embouteillé vs. l'eau du robinet. Pour une première présentation de vos idées concernant cette étude vous devriez présenter les éléments suivants à votre client :

- a) La fonction principale (et secondaire(s) si applicable(s)) (0,5 point)
b) L'unité fonctionnelle de l'étude (0,5 point)
c) Les paramètres clés permettant le calcul du(des) flux de référence (1 point)
d) Le(s) flux de référence (1 point)

Questions Bonus :

0,5 point Question 14

Dans le contexte de la question 13, bâtissez un brouillon du système de produit avec flux économiques.

0,5 point Question 15

Souvent le fait de choisir une imputation économique ne donnera pas les mêmes résultats que si l'on avait choisi une imputation massique. Comment déterminer quelle est la meilleure méthode?

Annexe : facteurs de caractérisation Impact 2002+

Facteurs de caractérisation	Compartment	Toxicité, carcinogène	Toxicité, non-Carcinogène	App. couche d'ozone	Écotoxicité aquatique	Écotoxicité terrestre	Acidification aquatique	Eutrophication aquatique	Réchauffement planétaire
		kg _{eq} chloroéthylène dans l'air/kg	kg _{eq} chloroéthylène dans l'air/kg	kg _{eq} CFC-11 dans l'air/kg	kg _{eq} triéthylène glycol dans l'eau/kg	kg _{eq} triéthylène glycol dans l'eau/kg	kg _{eq} SO ₂ dans l'air/kg	kg _{eq} PO ₄ ⁻⁻⁻ dans une eau limité en P/kg	kg _{eq} CO ₂ /kg
Aluminum	Eau	0	2.05E+00	0	3.60E+06	2.27E-08	0	0	0
Ammonia	Air	0	5.11E-02	0	3.90E+00	9.80E+00	1.88E+00	0	0
Antimony	Eau	0	7.95E+02	0	2.10E+06	1.22E-09	0	0	0
Arsenic, ion	Eau	9.92E+02	1.03E+04	0	3.88E+05	0	0	0	0
Carbon-14	Air	0	0	0	0	0	0	0	0
Carbon dioxide, fossil	Air	0	0	0	0	0	0	0	1
Cesium-137	Eau	0	0	0	0	0	0	0	0
Chromium	Air	1.22E+02	1.80E+01	0	6.71E+04	3.82E+05	0	0	0
Chromium VI	Eau	0	2.66E+00	0	4.53E+05	0	0	0	0
COD	Eau	0	0	0	0	0	0	2.20E-02	0
Copper	Air	0	2.04E+00	0	2.94E+06	1.18E+06	0	0	0
Copper, ion	Eau	0	4.13E+00	0	2.05E+07	0	0	0	0
Dioxins,	Air	1.72E+09	8.70E+09	0	3.94E+05	2.59E+02	0	0	0
CFC-114	Air	0	0	9.40E-01	0	0	0	0	8.70E+03
Hydrocarbons, aromatic	Air	3.54E+03	5.29E-04	0	2.50E+03	2.42E+00	0	0	0
Mercury	Air	0	3.81E+02	0	7.86E+05	3.84E+06	0	0	0
Methane	Air	3.77E+01	1.24E+00	7.30E-01	3.12E+00	1.08E+00	0	0	5.80E+02
Nickel	Air	0	8.87E+00	0	1.79E+05	5.63E+05	0	0	0
Nitrogen oxides	Air	0	0	0	0	0	7.00E-01	0	0
VOC	Air	0	0	0	0	0	0	0	0
Phosphorus	Eau	0	0	0	0	0	0	3.06E+00	0
Radon-222	Air	0	0	0	0	0	0	0	0
Radon-222	Air	0	0	0	0	0	0	0	0
Selenium	Eau	0	9.35E+02	0	3.40E+06	0	0	0	0
Sulfur dioxide	Air	0	0	0	0	0	1.00E+00	0	0