

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

**EXAMEN FINAL**

DATE : 2 décembre 2008

HEURE : 15h45 à 17h35

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

---

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

**1 point Question 1**

Laquelle ou lesquelles des affirmations suivantes sont vraies ?

- a) L'ACV peut servir à identifier les points chauds du cycle de vie d'un produit dans le but d'en améliorer la performance environnementale.
- b) L'ACV peut servir à identifier les risques environnementaux pour la population résidant à proximité d'une usine.
- c) L'ACV peut servir à l'élaboration de politiques gouvernementales dans un contexte de développement durable.
- d) L'ACV peut servir à quantifier les émissions environnementales d'une usine dans un cadre législatif tel la déclaration à l'Inventaire national de rejet des polluants (INRP).

**1 point Question 2 :**

Laquelle ou lesquelles des affirmations suivantes sont fausses ?

- a) L'analyse de sensibilité permet de s'assurer que l'incertitude reliée à une hypothèse posée lors de la collecte de données ne risque pas de changer les conclusions de l'étude.
- b) Pour pouvoir comparer les résultats d'ACV de deux produits, il faut que le flux de référence soit le même dans les deux cas.
- c) Dans une ACV, pour pouvoir comparer les résultats de la catégorie de dommage « santé humaine » à ceux de la catégorie « qualité des écosystèmes », il faut avoir auparavant procédé à l'étape de la pondération.
- d) Selon la norme ISO 14040, toute ACV réalisée sur un produit doit être révisée par une tierce partie.

**1 point Question 3 :**

Afin d'être jugée de bonne qualité en terme de validité, une donnée d'inventaire doit pouvoir faire preuve de :

- a) Représentativité technologique, statistique et temporelle
- b) Représentativité temporelle, technologique ou statistique
- c) Représentativité technologique temporelle et géographique
- d) Représentativité géographique, temporelle ou technologique

**1 point Question 4 :**

Laquelle ou lesquelles des affirmations suivantes sont vraies ?

- a) L'analyse de contribution DOIT se faire au niveau des processus élémentaires du cycle de vie d'un produit ET au niveau des étapes du cycle de vie
- b) L'analyse de contribution DOIT se faire au niveau des processus élémentaires du cycle de vie d'un produit OU au niveau des étapes du cycle de vie
- c) L'analyse de contribution PEUT se faire au niveau des processus élémentaires du cycle de vie d'un produit ET au niveau des étapes du cycle de vie
- d) L'analyse de contribution PEUT se faire au niveau des processus élémentaires du cycle de vie d'un produit OU au niveau des étapes du cycle de vie

**1 point Question 5 :**

Vous avez entre les mains le score unique de l'analyse de cycle de vie reliée à l'impression de bulletins scolaires pour une école primaire. Vous voulez extrapoler les résultats de l'étude à une université qui dessert 10 fois plus d'étudiants. Comparativement à l'étude précédente, de quelle façon le score unique variera-t-il ?

- a) Il ne variera pas.
- b) Il sera approximativement multiplié par 10
- c) Il sera supérieur
- d) Il sera approximativement divisé par dix.
- e) Il sera inférieur.
- f) On ne peut prévoir le résultat du score unique puisqu'on ne connaît pas les paramètres de l'autre étude.

**1 point Question 6 :**

Selon ISO, quel(s) est/sont le(s) élément(s) obligatoire(s) lors de l'évaluation des impacts :

- a) Caractérisation
- b) Caractérisation - évaluation des dommages.
- c) Caractérisation - évaluation des dommages - normalisation
- d) Caractérisation - évaluation des dommages- normalisation – groupement
- e) Caractérisation - évaluation des dommages - normalisation – pondération
- f) Caractérisation - évaluation des dommages - normalisation – groupement - pondération

**1 point Question 7**

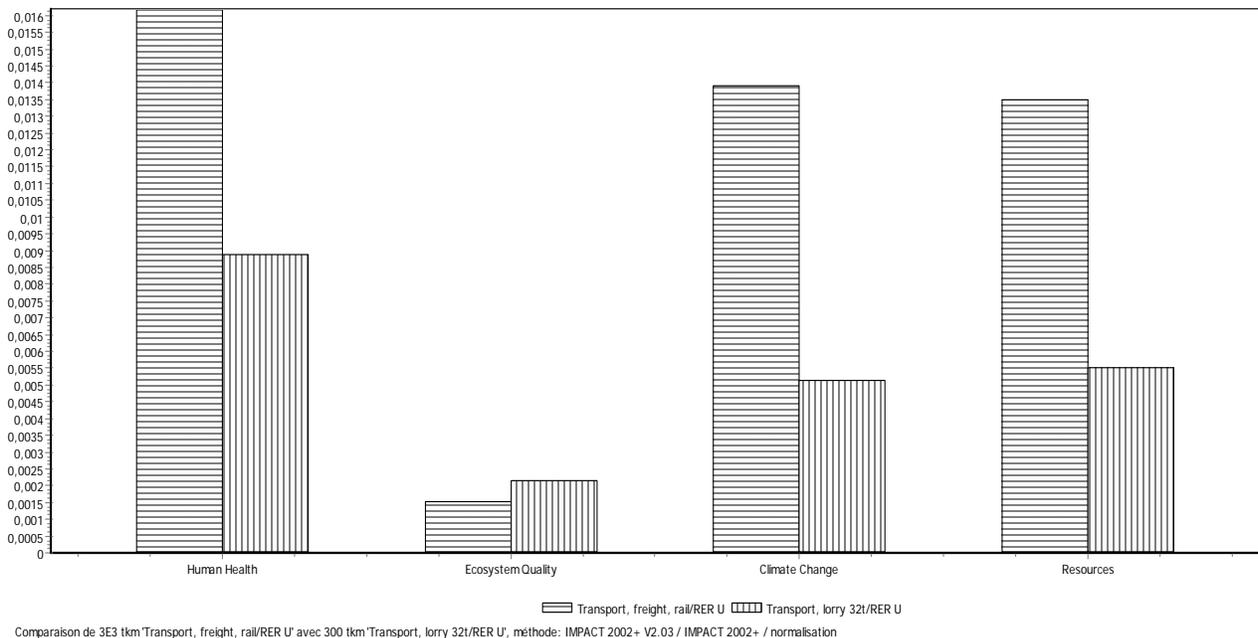
On vous mentionne que vous avez des résultats d'une évaluation hiérarchique. des impacts  
Quel(s) énoncé(s) parmi les suivants est/sont vrai(s)

- a) L'évaluation des impacts s'est faite à l'aide de la méthode spécifique : IMPACT 2002+
- c) L'évaluation des impacts s'est faite à l'aide de la méthode spécifique : ÉCOINDICATOR 99
- d) L'évaluation des impacts s'est faite selon une perspective de vision à court terme.
- e) L'évaluation des impacts s'est faite selon une perspective de vision à long terme.
- f) L'évaluation des impacts s'est faite selon une perspective de certains experts.

**1 point Question 8**

On compare les résultats de normalisation du transport de 1 tonne de tomates venant du Québec (ligne verticale) et 1 tonne de tomates venant de Californie (ligne horizontale) (voir figure suivante). Quel énoncé décrit le mieux les impacts environnementaux de la tomate:

- a) La tomate venant du Québec est à privilégier.
- b) On ne peut se prononcer sans le score unique.
- c) La tomate venant du Québec est à privilégier sauf en ce qui concerne les impacts portant sur la qualité des écosystèmes.
- d) L'analyse des impacts de la tomate est incomplète. Le transport n'est pas le seul contributeur.



**Partie B Questions à développement :**

**1 point Question 9**

Cette question porte plus particulièrement sur les connaissances acquises et les analyses effectuées dans le cadre du mini projet.

- a) En quoi l'élaboration d'une matrice QFD peut aider un ingénieur de projet en charge de la reconception environnementale d'un produit ?
- b) Proposez une amélioration environnementale pour le cycle de vie des ballots de paille servant à l'isolation d'une maison. Dites quelle(s) étape(s) du cycle de vie et quelle(s) catégorie(s) d'impact seront principalement touchées par cette amélioration.

**1 point Question 10**

L'hypothèse de base des développeurs des MIPS est la suivante: *moins un produit utilise de ressources naturelles, moins il génère d'impacts environnementaux*. Commentez en 3 lignes maximum la validité de cette hypothèse.

**4 points Question 11 :**

**Mise en contexte : cas réel**

L'entreprise Meubles Jales est présente sur le marché du meuble brésilien depuis plus de 40 ans. . L'entreprise oriente ses efforts sur la production de meubles (personnalisés ou préfabriqués) qui répondent aux demandes spécifiques de leurs clients.

**Votre Mandat**

Dans le but de se positionner sur le marché des produits eco-responsables, le directeur de la compagnie vous mandate pour évaluer leur nouveau produit de table d'ordinateur et voir comment réduire son impact sur l'environnement.

Sachant que votre client est contraint de livrer le produit final dans un court délai et que le budget disponible n'est pas suffisant pour réaliser une ACV détaillée, vous optez pour deux méthodes d'analyse de cycle de vie simplifiée (ACV-S) : ERPA et Éco-indicateur 99.

**Résultats**

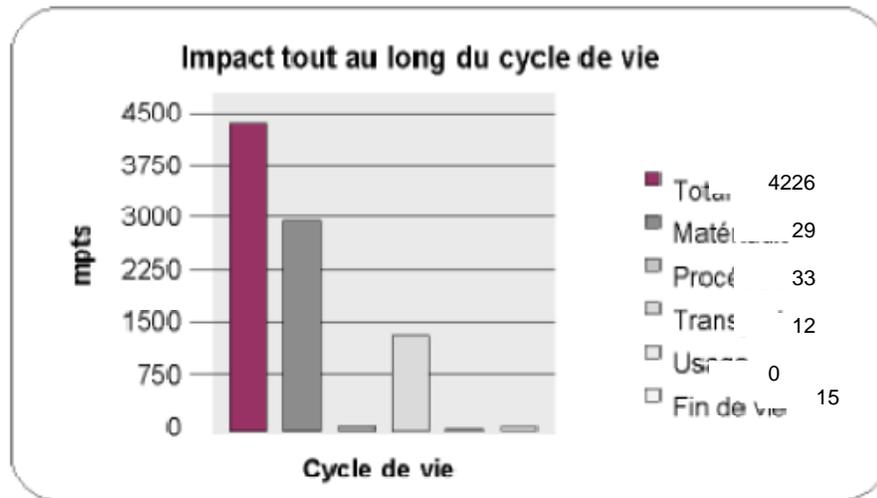
Les analyses avec ERPA et Éco-indicateur99 ont été effectuées indépendamment l'une de l'autre.

Le tableau ERPA est présenté dans un cadre rectangulaire. En haut, un bandeau gris contient le titre "Cycle de vie". En dessous, une légende indique les colonnes : "Cycle de vie du produit", "Choix de matériaux", "Énergie utilisée", "Résidus Solides", "Résidus Liquides", "Résidus Gazeux". Le tableau principal a six colonnes et six lignes de données. Les lignes de données sont : Pré-production, Production, Distribution, Utilisation, Fin de Vie, et TOTAL. Les valeurs sont indiquées dans les cellules, et des totaux sont indiqués à la fin de chaque ligne.

Cycle de vie du produit	Choix de matériaux	Énergie utilisée	Résidus Solides	Résidus Liquides	Résidus Gazeux	
Pré-production	2	2	2	1	1	8 / 20
Production	1	1	2	2	2	8 / 20
Distribution	1	3	1	1	2	8 / 20
Utilisation	1	1	2	1	1	6 / 20
Fin de Vie	3	3	4	2	2	14 / 20
TOTAL	8 / 20	10 / 20	11 / 20	7 / 20		44/100 00

**Tableau 1. Résultats obtenus avec la matrice d'impact proposée par Graedel (ERPA)**

Figure 1. Résultats selon la méthode Éco-indicateur 99



### Questions

- 1) Pour familiariser votre client avec les deux outils choisis lors de la lecture de votre rapport, nommez deux points forts et deux points faibles pour chaque outil (1 point).
- 2) Comparez les résultats obtenus grâce à la méthode ERPA et Eco-indicateur 99, commentez les résultats de la comparaison (2 point)
- 3) En vous basant sur votre interprétation, proposez à votre client une piste de solution pour améliorer le profil environnemental de son nouveau produit (1point)

## 6 points Question 12 :

Une compagnie produisant des mouchoirs de papier cherche à réduire sa production de gaz à effet de serre et décide d'identifier les points chauds du cycle de vie d'une boîte de mouchoirs à l'aide d'une ACV du « berceau au tombeau ».

Voici les données dont ils se sont servis :

Fonction principale d'une boîte de mouchoirs de papier : moucher des nez

Fonctions secondaires négligées

Unité fonctionnelle : moucher 120 nez

Une boîte de mouchoir contient 120 mouchoirs

Un mouchoir de papier pèse 5g et la boîte de carton pèse 200g

Processus élémentaires	entrants	sortants
Coupage du bois	500kg d'arbres	300kg de copeau de bois 40kg de CO <sub>2</sub> 4kg de CH <sub>4</sub> 10kg de N <sub>2</sub> O
Production d'électricité	-	100kWh d'électricité 200 kg de CO <sub>2</sub>
Transformation du bois en pâte de bois	1kg de copeau de bois 1kWh d'électricité 1L d'eau	1,5 kg de pâte de bois
Production de mouchoirs	550g de pâte de bois 0,15kWh d'électricité	120 papiers mouchoirs
Production de la boîte en carton	300kg de pâte de bois 4kWh d'électricité	300 boîtes de carton
Assemblage d'une boîte de mouchoirs	120 papiers mouchoirs 1 boîte de carton 0,3kWh d'électricité	1 boîte de papiers mouchoirs
Transport	À inclure dans le système de produits À négliger dans les calculs	
Enfouissement	1 Tonne de déchets	21kg CH <sub>4</sub> 200kg de CO <sub>2</sub> 50kg de N <sub>2</sub> O

- Dessiner le système de produits de cette ACV en incluant tous les processus du tableau 1.(1point)
- Déterminez les données autonomes pour chacun des processus, présentez-les sous forme de schémas pour chaque processus séparément (sauf pour le transport). Vous avez donc 7 schémas à faire. (1 point)
- Faites une mise à l'échelle de vos données en accord avec l'unité fonctionnelle. (2 points)
- Calculez un score d'impact « changement climatique » pour l'ensemble de vos processus à l'aide du tableau de facteurs de caractérisation d'impact 2002+ en annexe.(1 point)

En tant que consommateur responsable, vous cherchez à savoir si le mouchoir de tissu est moins dommageable pour l'environnement que le mouchoir de papier.

e) Pouvez-vous utiliser la même unité fonctionnelle pour faire votre ACV comparative? Si oui, identifiez 2 paramètres clefs qui vont permettre de calculer le flux de référence du mouchoir de tissu. Si non, expliquer pourquoi et proposez une autre unité fonctionnelle.(1point)

## **Questions Bonus :**

### **1 point Question 13**

Cette question porte sur les concepts généraux de la stratégie de conception environnementale vus lors de la séance d'introduction à l'écoconception. Commentez cette affirmation en quelques lignes : les éléments de la stratégie de conception environnementale représentent des coûts supplémentaires pour l'entreprise.

### **1 point Question 14**

Dans quels cas est-il recommandé de recourir à l'imputation économique des impacts environnementaux plutôt qu'à une imputation massique ou volumique?

Facteurs de caractérisation	Compartment	Toxicité, carcinogène	Toxicité, non-Carcinogène	App. couche d'ozone	Écotoxicité aquatique	Écotoxicité terrestre	Acidification aquatique	Eutrophication aquatique	Réchauffement planétaire
		kg <sub>eq</sub> chloroéthylène dans l'air/kg	kg <sub>eq</sub> chloroéthylène dans l'air/kg	kg <sub>eq</sub> CFC-11 dans l'air/kg	kg <sub>eq</sub> triéthylène glycol dans l'eau/kg	kg <sub>eq</sub> triéthylène glycol dans l'eau/kg	kg <sub>eq</sub> SO <sub>2</sub> dans l'air/kg	kg <sub>eq</sub> PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> dans une eau limitée en P/kg	kg <sub>eq</sub> CO <sub>2</sub> /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 CO2	Air	0	0	0	0	0	0	0	1
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
CH4	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
N2O	Air	0	0	0	0	0	0	0	2,96E+02
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