

# ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2020

Toute documentation permise  
Calculatrices : modèles autorisés seulement  
Durée de l'examen : 3 heures

## 14-EN-B4 ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV)

### **QUESTION NO 1 (4,5 points)**

- a. Pourquoi est-il recommandé d'effectuer une analyse préliminaire (screening LCA) avant d'effectuer toute analyse détaillée ? (0,5 point)
- b. Pourquoi l'ACV suit un processus itératif ? À quel moment ce processus peut-il être arrêté ? (0,5 point)
- c. Expliquer en quoi consiste la délimitation des frontières des systèmes étudiés en ACV. (0,5 point)
- d. Donnez un exemple de cas où l'allocation des impacts entre systèmes plus au moins reliés constitue une problématique (0,5 point)
- e. Expliquez pourquoi la première phase de l'ACV (objectif et champ de l'étude) fait intervenir une forte dimension participative et nécessite d'impliquer les différentes parties dès le début du projet. (0,5 point)
- f. L'ACV porte généralement sur la fonction principale des systèmes à l'étude. Dans quelles conditions peut-on ou doit ainsi inclure les fonctions secondaires ? (0,5 point)
- g. Qu'est-ce que le recyclage en boucle ouverte ? (0,5 point)
- h. Expliquez la différence entre un flux élémentaire et un flux de produits (ou intermédiaire). Illustrez à l'aide d'un exemple. (0,5 point)
- i. Pourquoi est-il, la plupart du temps, difficile d'interpréter un inventaire du cycle de vie ? (0,5 point)

**QUESTION NO 2 (1 points)**

Vous désirez comparer, à l'aide d'une ACV, le reconditionnement/réemploi et le recyclage d'un ordinateur. Pouvez-vous procéder à une telle étude ? Si oui, à quelles conditions et sur la base de quelle unité fonctionnelle ? Sinon, expliquez pourquoi ?

**QUESTION NO 3 (2 points)**

Expliquez, en vous basant sur deux arbres des processus sommaires, comment un autobus électrique peut émettre autant de gaz à effet de serre par kilomètre parcouru qu'un autobus conventionnel avec moteur au diesel.

**QUESTION NO 4 – Vrai ou Faux (1,5 points)**

Répondre par Vrai ou Faux. Justifiez votre réponse.

- a. L'ACV permet d'évaluer un risque pour la santé des communautés locales. (0,25 point)
- b. L'ACV peut remplacer l'étude d'impact sur l'environnement puisqu'elle est plus complète. (0,25 point)
- c. Au Québec, il est toujours préférable, d'un point de vue environnemental, de consommer des tomates produites localement que de consommer des tomates importées du Mexique. (0,25 point)
- d. La voiture électrique ne génère pas de gaz à effet de serre. (0,25 point)
- e. L'ACV doit obligatoirement considérer toutes les fonctions du système étudié. (0,25 point)
- f. La multifonctionnalité n'est pas problématique dans le contexte d'une ACV comparative. (0,25 point)

**QUESTION NO 5 (1 point)**

Vous analysez les impacts reliés à l'acidification d'un système de climatisation dont les quantités émises par unité fonctionnelle sont présentées au tableau suivant. Calculez les impacts problèmes (midpoint) générés par les émissions de votre système.

Substance émise à l'environnement	Quantité émise (g)	Facteur de caractérisation (kg SO <sub>2</sub> eq/kg émis)
Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )	10000	--
Méthane (CH <sub>4</sub> )	150	--
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	500	1
Oxydes nitreux (NO <sub>x</sub> )	750	5,488
Ammoniaque (NH <sub>3</sub> )	50	14,957

**QUESTION NO 6 (2 points)**

Les résultats de l'évaluation de l'impact environnemental issus de l'ACV d'un produit sont présentés au tableau suivant :

Catégorie de dommage	Unité	Total	Production	Utilisation	Fin de vie
Santé humaine	DALY	1,95E-5	1,91E-6	1,71E-5	9,39E-9
Qualité des écosystèmes	PDF*m2*yr	54,6	1,13	53,5	0,00226
Changements climatiques	kg CO <sub>2</sub>	10,4	1,88	8,48	0,00529
Ressources	MJ d'énergie primaire	116	32,7	83,5	0,146

- Quelle est l'étape du cycle de vie qui domine les impacts ? (1 point)
- Peut-on faire la somme de chaque colonne du tableau pour déterminer le score des impacts pour chaque étape du cycle de vie ? Justifiez votre réponse. (1 point)

**QUESTION NO 7 (8 points)**

Votre firme a été mandatée pour compiler l'inventaire associé à la production d'œufs d'une ferme. En plus des œufs, les poules produisent un fumier concentré en azote comme co-produit. Ce fumier est utilisé pour l'épandage à la place d'un fertilisant synthétisé.

Sur 1 an, une poule produit 250 œufs et 50 kg de fumier résultant en une concentration finale d'1 kg d'azote dans le fertilisant naturel. Les tableaux 1, 2 et 3 donnent respectivement l'inventaire de production du processus de production des œufs, celui du fertilisant naturel et celui du fertilisant chimique. La valeur marchande des œufs et du fumier est donnée au tableau 4

*Tableau 1 - Inventaire de la production des oeufs*

<b>Entrants</b>		<b>Émissions dans l'air</b>	
Grains de blé	40 kg	Ammoniaque	5 g
Énergie primaire non renouvelable	15 MJ	Oxydes d'azotes (NOx)	9 g
		Chaleur perdue	0 MJ
<b>Sortants</b>			
Œufs	250		
Fumier	50 kg		

*Tableau 2 – Inventaire de la production de fertilisant naturel*

<b>Entrants</b>		<b>Émissions dans l'air</b>	
Contenu énergétique (renouvelable)	30 MJ	Ammoniaque	5,3 g
Fumier	50 kg	Oxydes d'azotes (NOx)	0 g
		Chaleur perdue	20 MJ
<b>Sortants</b>			
Azote dans le fertilisant naturel	1 kg		

*Tableau 3 – Inventaire de la production de fertilisant chimique*

<b>Entrants</b>		<b>Émissions dans l'air</b>	
Énergie primaire non renouvelable	700 MJ	Ammoniaque	60 g
Fertilisant chimique	50 kg	Oxydes d'azotes (NOx)	1 500 g
		Chaleur perdue	300 MJ
<b>Sortants</b>			
Azote dans le fertilisant chimique	5 kg		

*Tableau 4 Valeur marchande des œufs et du fumier*

Œufs	0,15 \$/œuf	Fumier	1\$/kg
------	-------------	--------	--------

1. Illustrez à l'aide d'un schéma simple comment peut être calculé l'inventaire des œufs selon l'extension des frontières du système et selon l'allocation sur une base financière (2 points).
2. Calculez les entrants et les émissions alloués à la production de 250 œufs par l'extension des frontières du système (2,5 points).
3. Est-ce possible d'avoir un résultat négatif ? Si oui, quelle serait la signification d'un tel résultat ? (1 points)
4. Calculez les entrants et les émissions alloués à la production de 250 œufs sur une base financière (2,5 points).