



Le génie pour l'industrie



L'expertise en transport

Analyse du cycle de vie des chaussées

Présenté par:

Mohammed Yassine Abdelaziz

Pr. Claudiane Ouellet-Plamondon

Département génie de construction

1100 Rue Notre-Dame O, Montréal, QC H3C 1K3

Plan de la présentation

Mise en contexte

Méthodologie

Logiciel utilisé

Paramètres du projet

Processus inclus et exclus

Paramètres environnementaux évalués

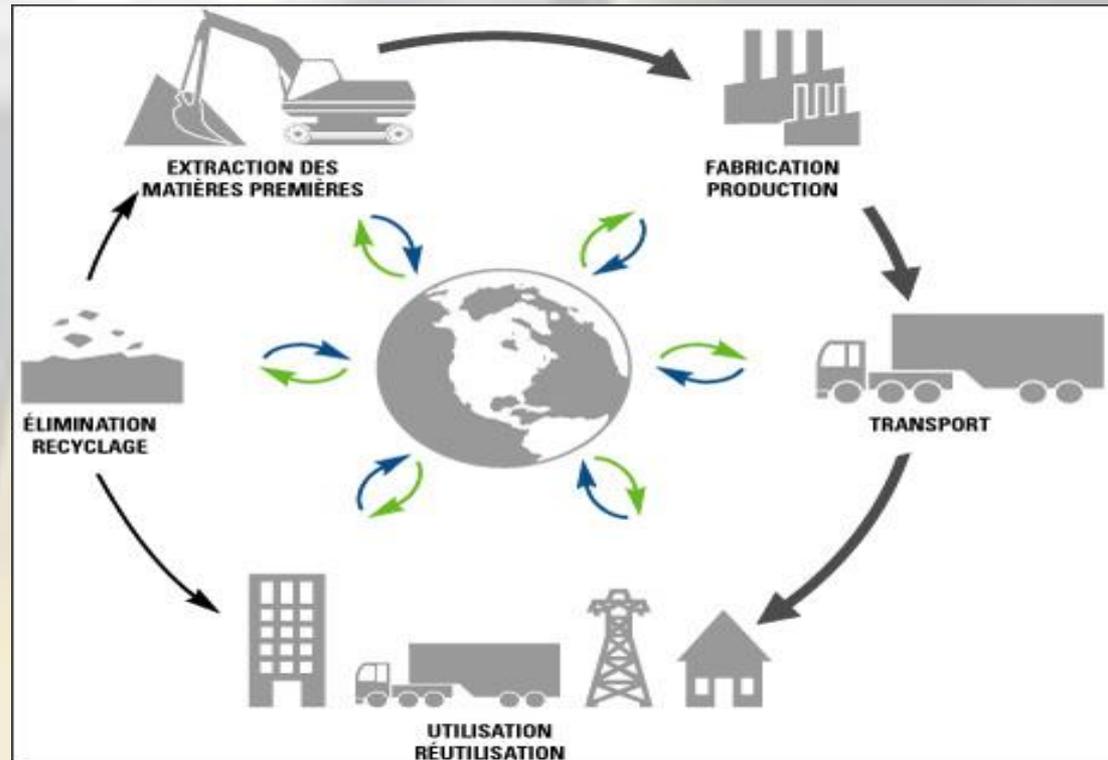
Résultats: 3 cas étudiés

Conclusion

Recommandations

Mise en contexte

L'analyse de cycle de vie (ACV) est un **outil qui permet d'évaluer les impacts environnementaux** d'un produit ou d'une activité sur l'ensemble de son cycle de vie (du berceau à la tombe).



Tirée de: <http://www.dechetcom.com/infos>

Mise en contexte

L'ACV des chaussées a pour objectif principal d'**évaluer** et de **comparer** les **impacts environnementaux** découlés du cycle de vie des chaussées afin de choisir les conceptions structurelles qui engendrent un **impact environnemental minimal** ou/et de montrer les processus les plus néfastes afin de **réduire** leurs impacts.

Objectifs de la présente étude

- Comparer les impacts environnementaux des différents structures de chaussées.
- Réaliser une ACV dans l'étude de 3 cas.
- Montrer l'importance de l'intégration de l'analyse environnemental au processus décisionnel des chaussées.

Méthodologie

Logiciel utilisé



Athena
Pavement
LCA

Conçu par l'institut ontarien Athena, **LCA pavement** permet l'analyse environnementale des routes canadiennes et américaines. Sa base de données contient plus de 150 modèles de corps de chaussées existants avec une possibilité de créer des nouvelles structures des chaussées.

<http://www.athenasmi.org/>

Paramètres du projet

Unité fonctionnel (service rendu): tronçon routier d'une artère majeure de 5 km situé à Montréal évalué sur une période de 50 ans.

Une distance moyenne de 30 km

- ❖ entre le chantier et les centrales de fabrication des mélanges.
- ❖ entre le chantier et le dépôt d'équipement. .

Méthodologie

Processus et flux inclus dans l'analyse

- La **production des matériaux** de base et leurs transports vers les centrales de fabrication des mélanges.
- La production des mélanges et leurs **transports vers le site** (30 km).



1



-
- Le transport de la machinerie et la **construction** de la chaussée (30 km).



2

-
- L'**utilisation**: interaction chaussée-véhicule.



3

-
- Les travaux **d'entretien et de réhabilitation**.



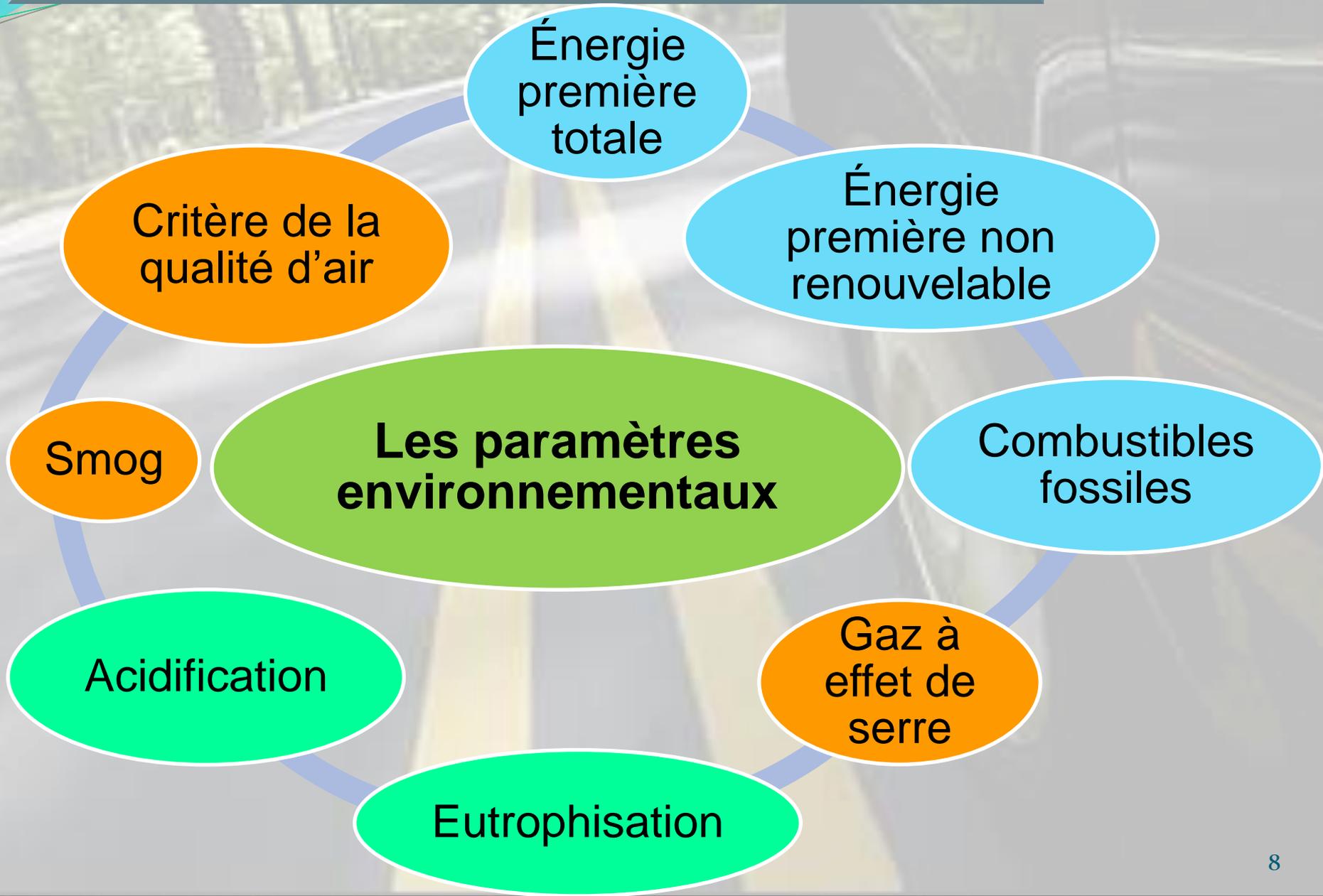
4

Méthodologie

Processus et flux exclus de l'analyse

- Coproduits et déchets accompagnés de la fabrication d'un matériau.
- Analyse de cycle de vie des machineries et usines.
- Chargement et déchargement des camions.
- Certains paramètres de la phase d'utilisation (albédo, éclairage de la chaussée, bruit,...etc.).
- Usure des pneus des véhicules.
- Fin de vie de la chaussée.
- Accotements et les talus.

Méthodologie: paramètres évalués



Méthodologie: 3 cas analysés

Structures des chaussées évaluées

Structure souple
vs
Structure rigide

Trois scénarios
de réhabilitation
d'une chaussée
à sa fin de
durée de vie

Structure souple
vs
Structure mixte

1^{er} cas: structure neuve souple vs alternative rigide

Chaussée souple

Couche de surface

Couche de base

Couche de fondation

Couche de forme
éventuelle

Chaussée rigide

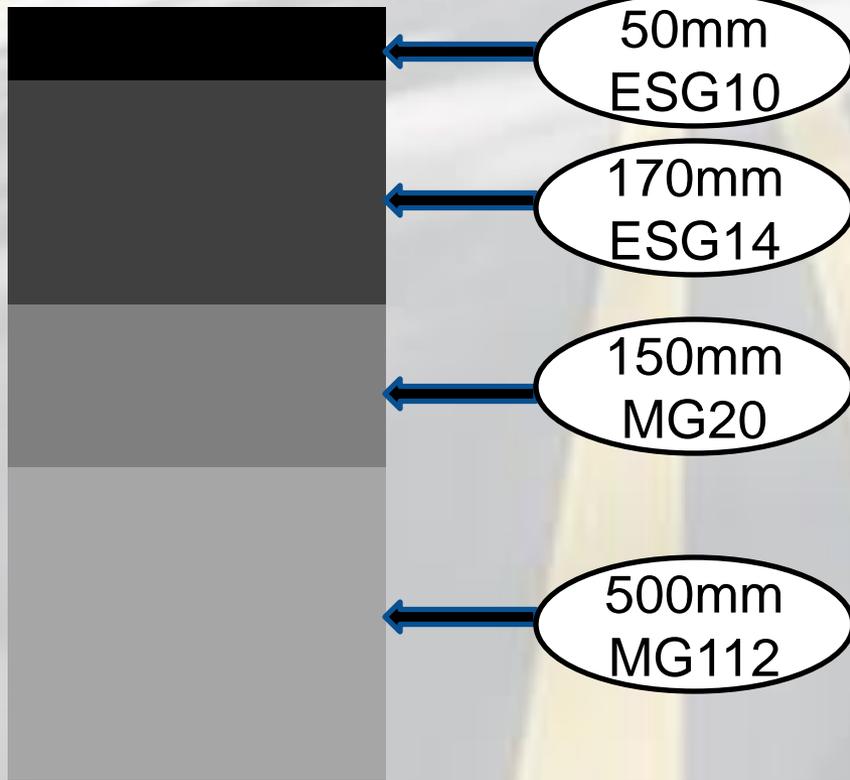
Dalle de béton

Couche de fondation

Couche de forme
éventuelle

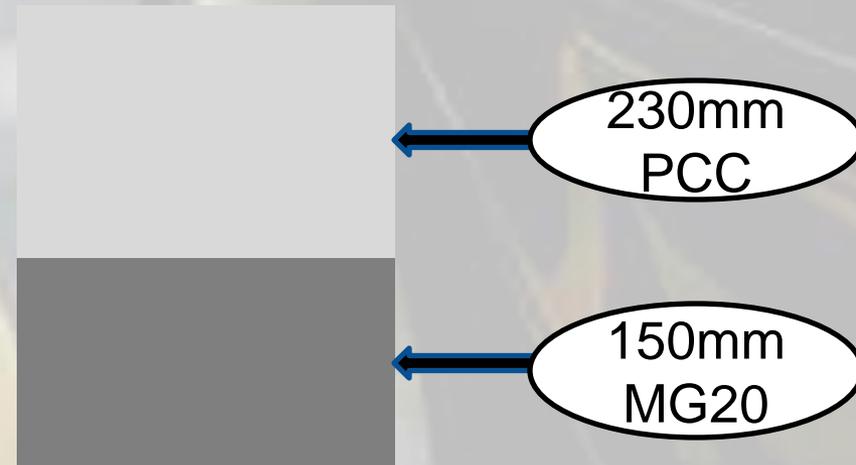
1^{er} cas: structure neuve souple vs alternative rigide

Chaussée souple



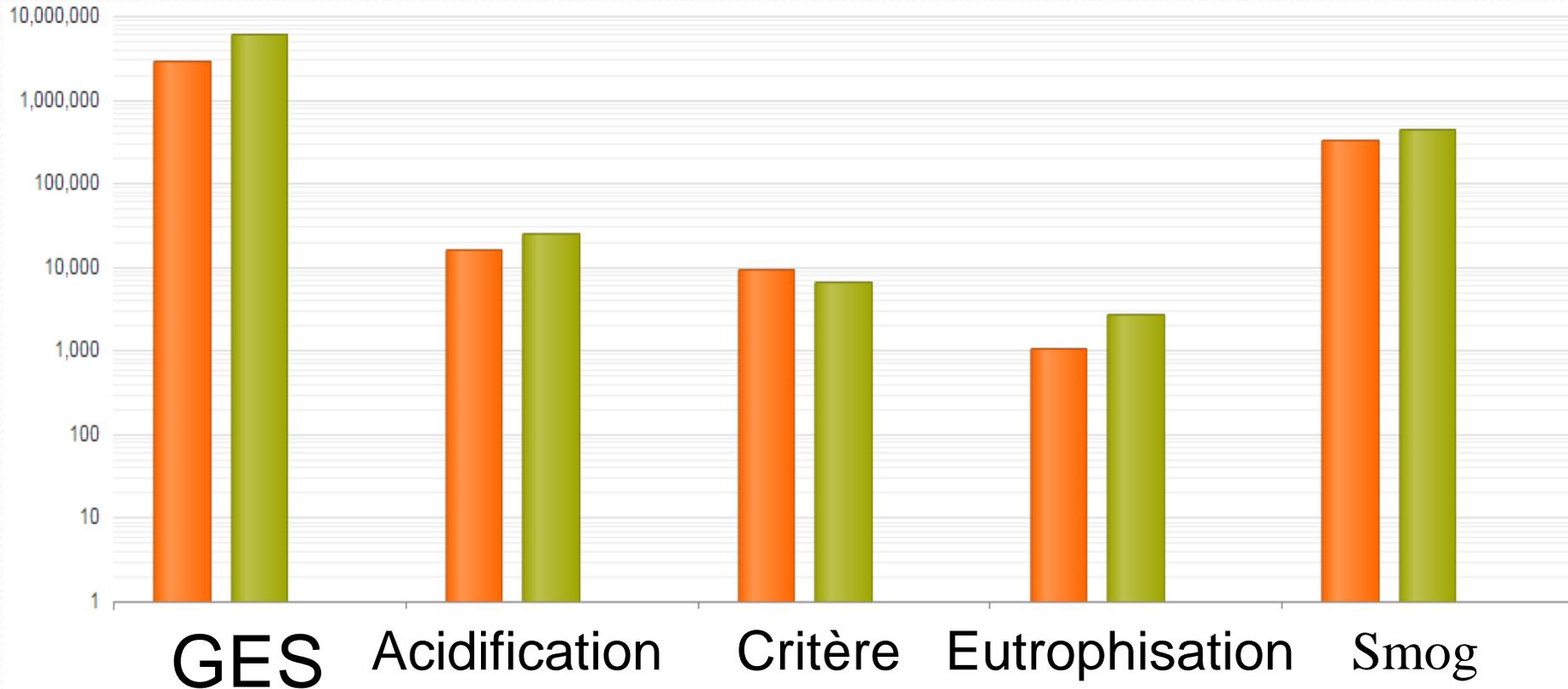
Vs

Chaussée rigide



Production des matériaux

Indicateurs environnementaux



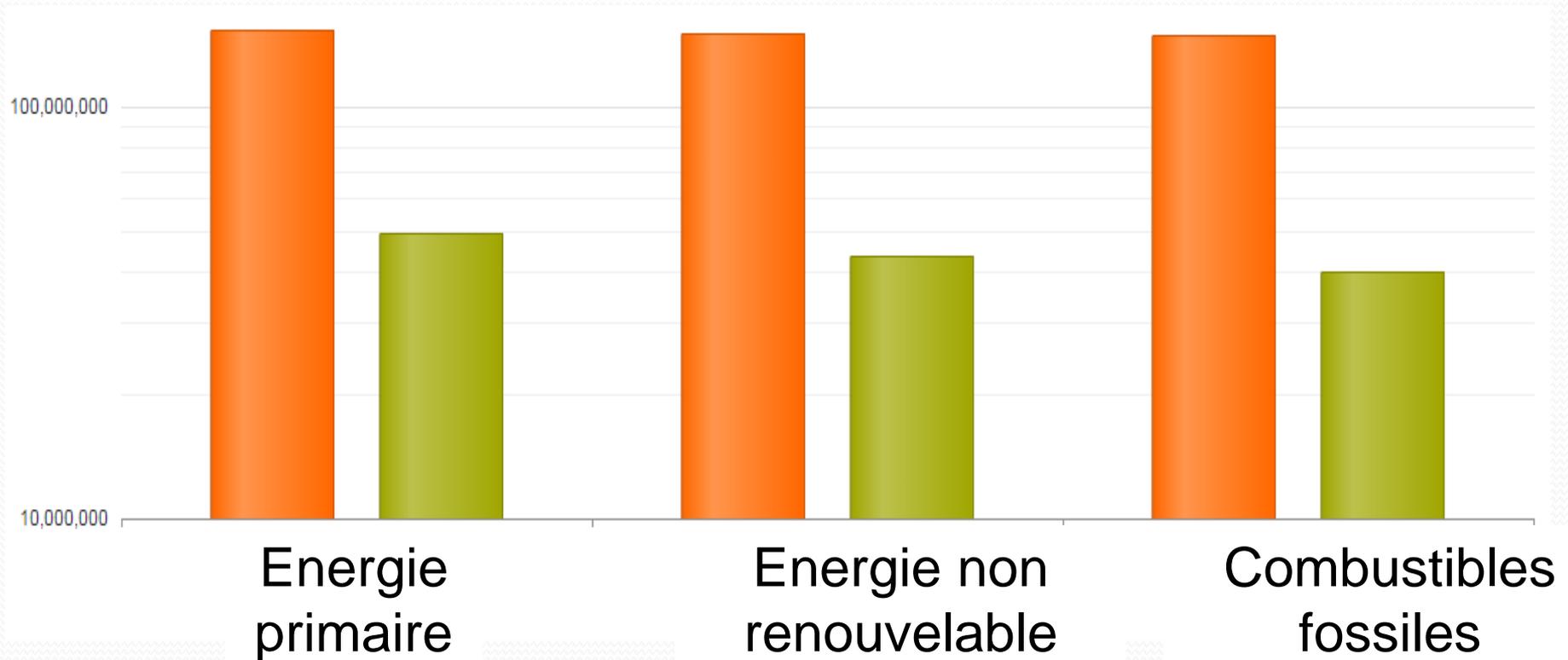
 **Chaussée souple**
 **Chaussée rigide**

Critère
de la
qualité
d'air SH

Variables

Production des matériaux

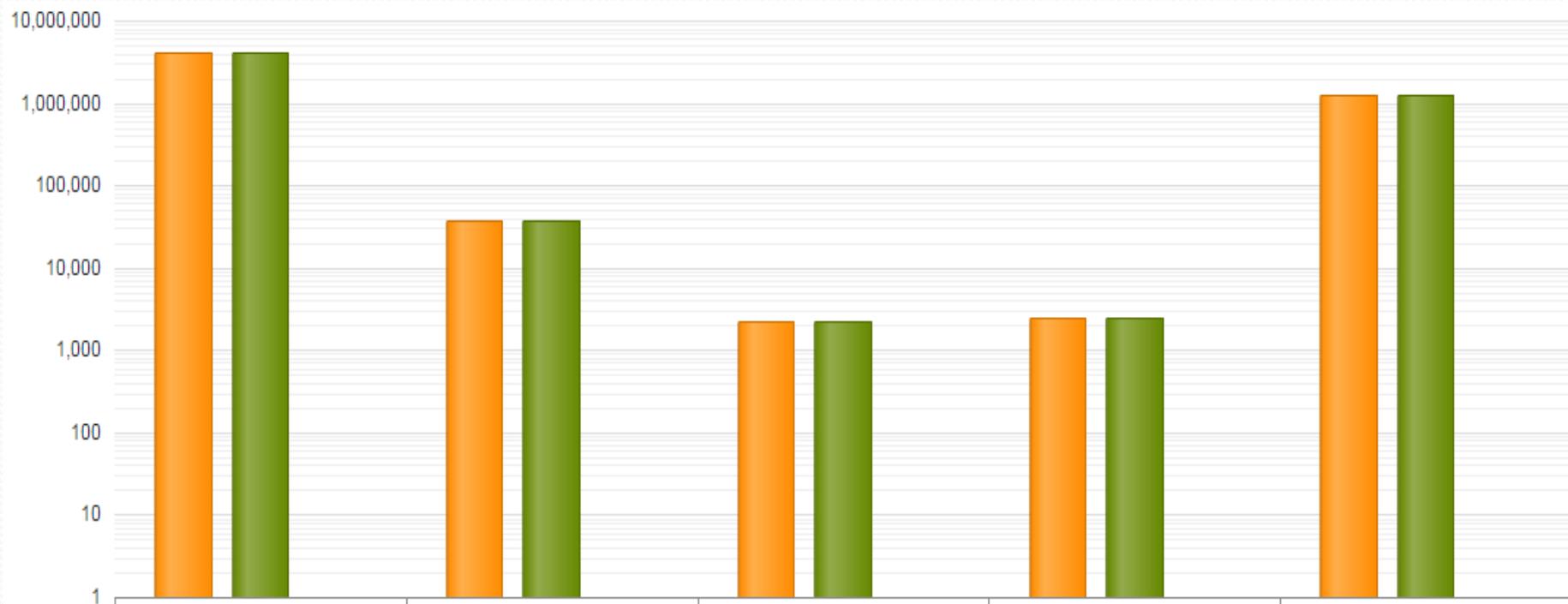
Consommation d'énergie



-  Chaussée souple
-  Chaussée rigide

**Rigide consomme
moins d'énergie**

Indicateurs environnementaux



GES

Acidification

Critère
de la
qualité
d'air SH

Eutrophisation

Smog



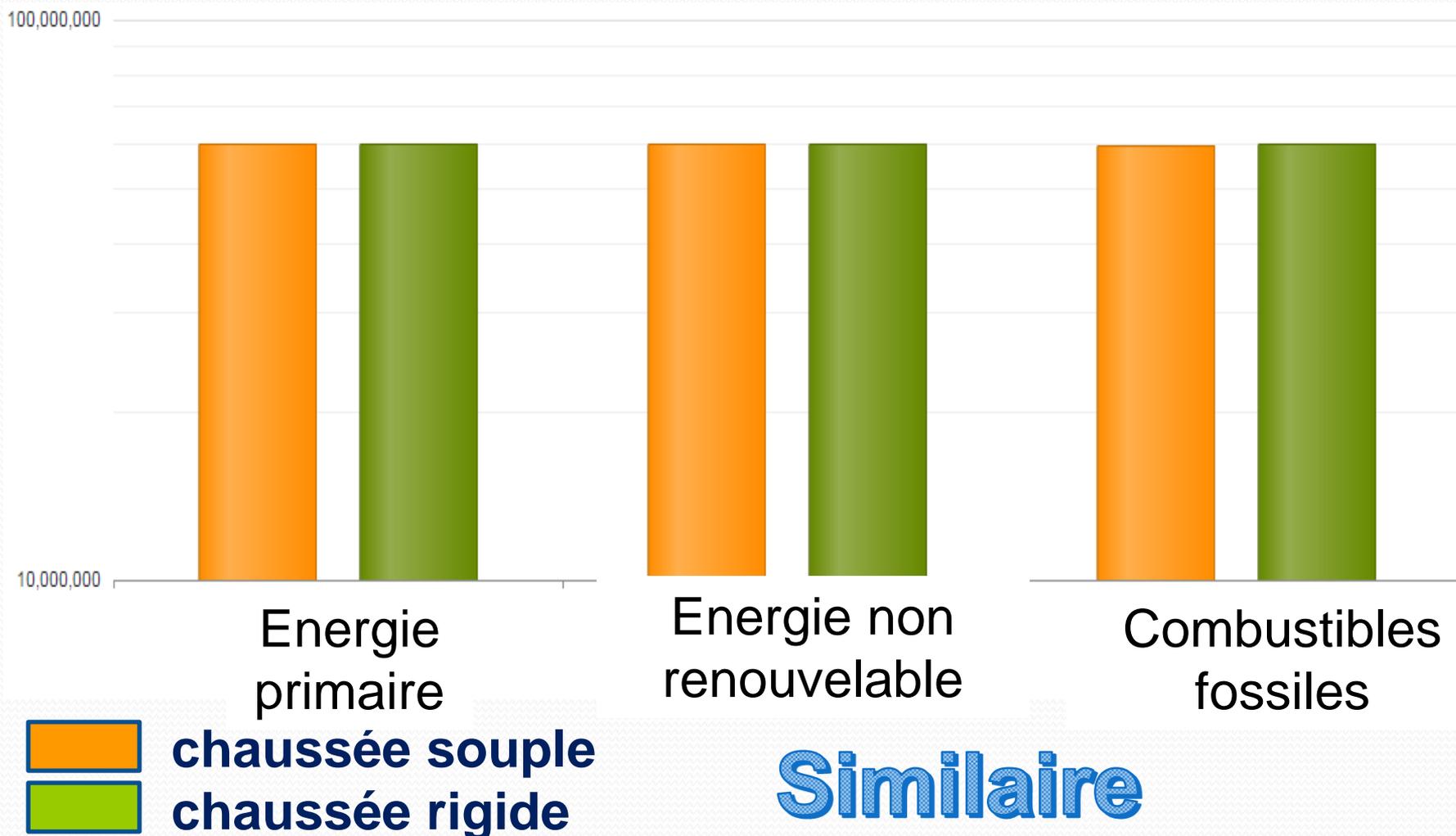
chaussée souple



chaussée rigide

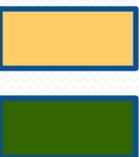
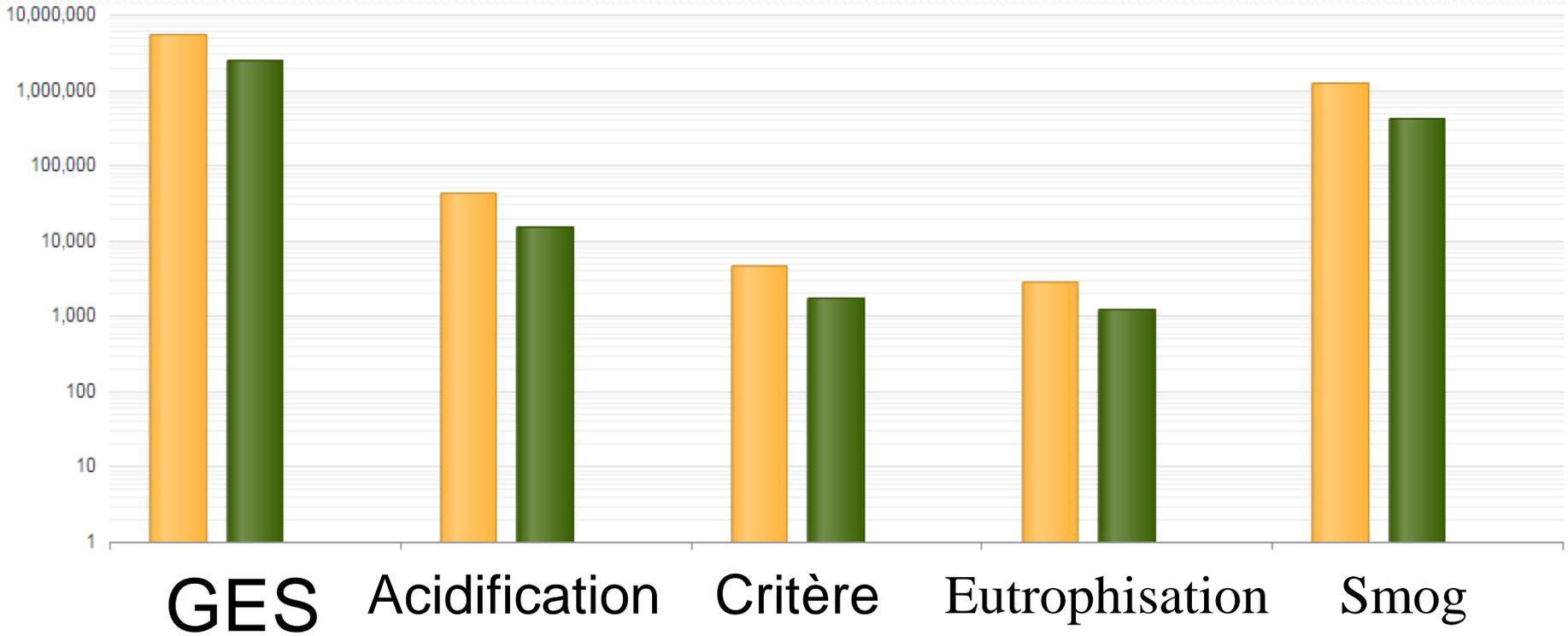
Similaire

Consommation d'énergie



Entretien et réhabilitation

Indicateurs environnementaux

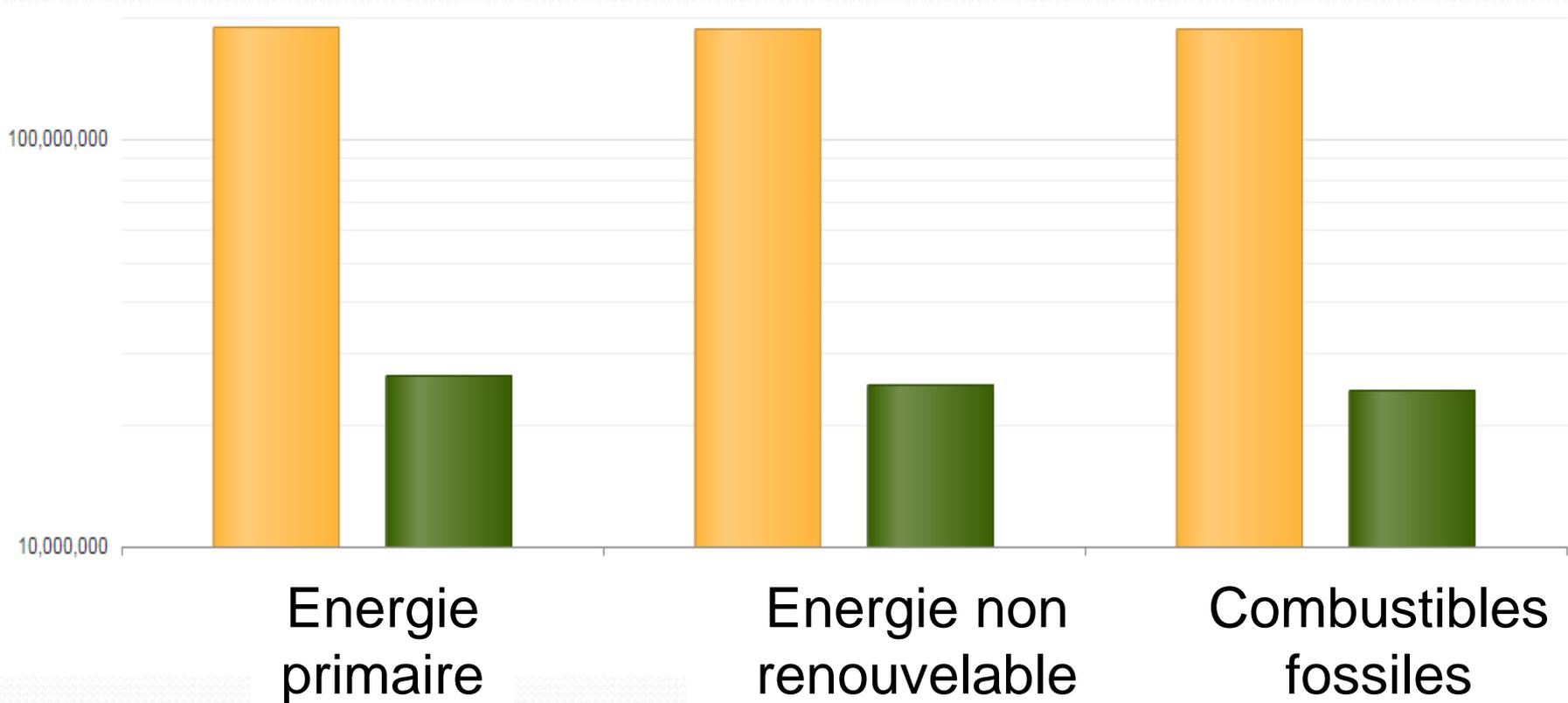


chaussée souple
chaussée rigide

Rigide consomme moins

Entretien et réhabilitation

Consommation d'énergie



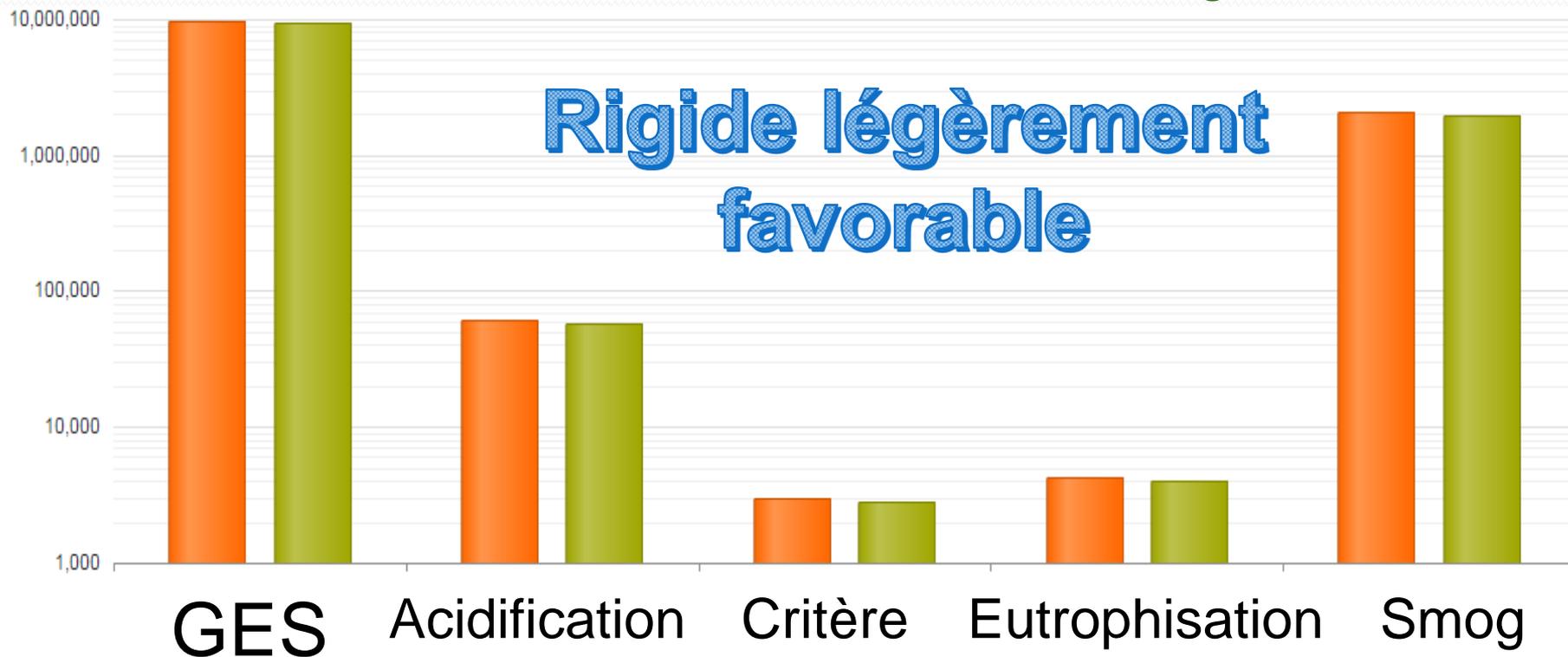
 **Chaussée souple**
 **Chaussée rigide**

**Rigide consomme
moins**

Interaction chaussée et véhicule

Indicateurs environnementaux

4% d'amélioration avec la chaussée rigide

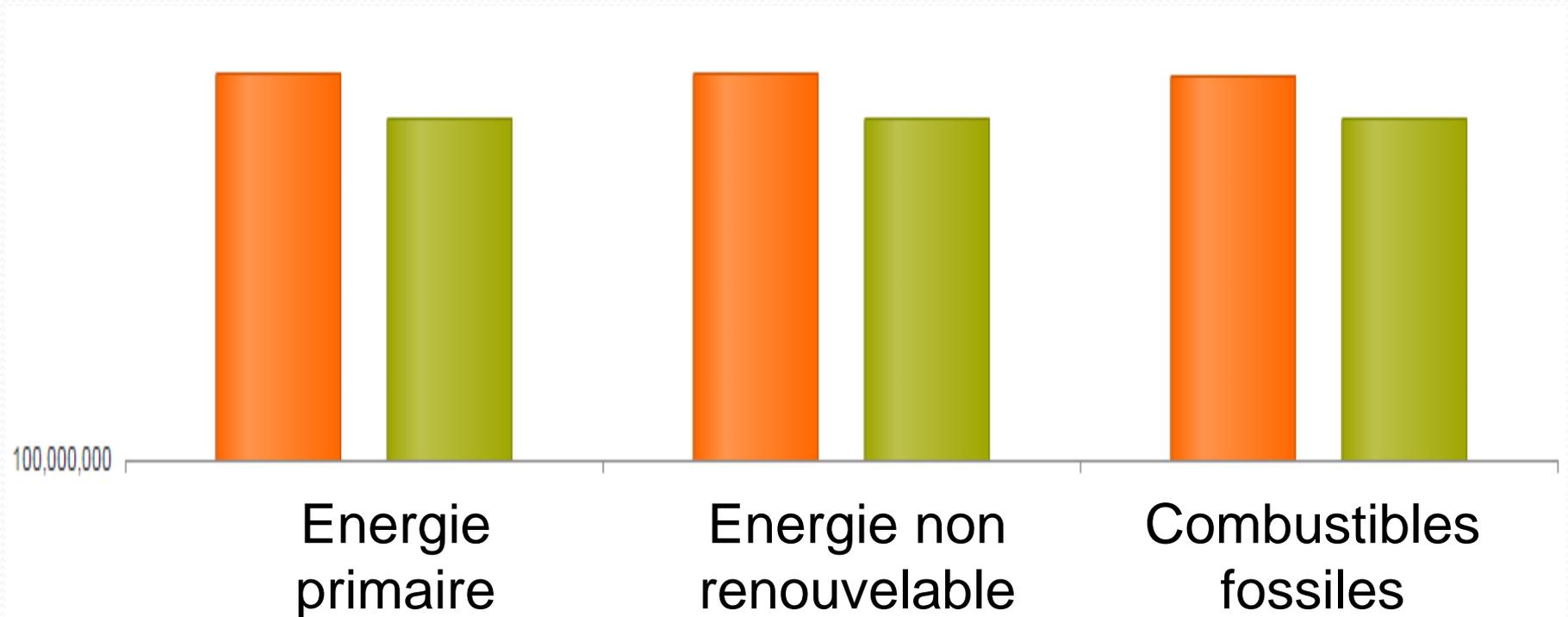


 chaussée souple
 chaussée rigide

Critère
de la
qualité
d'air SH

Interaction chaussée et véhicule

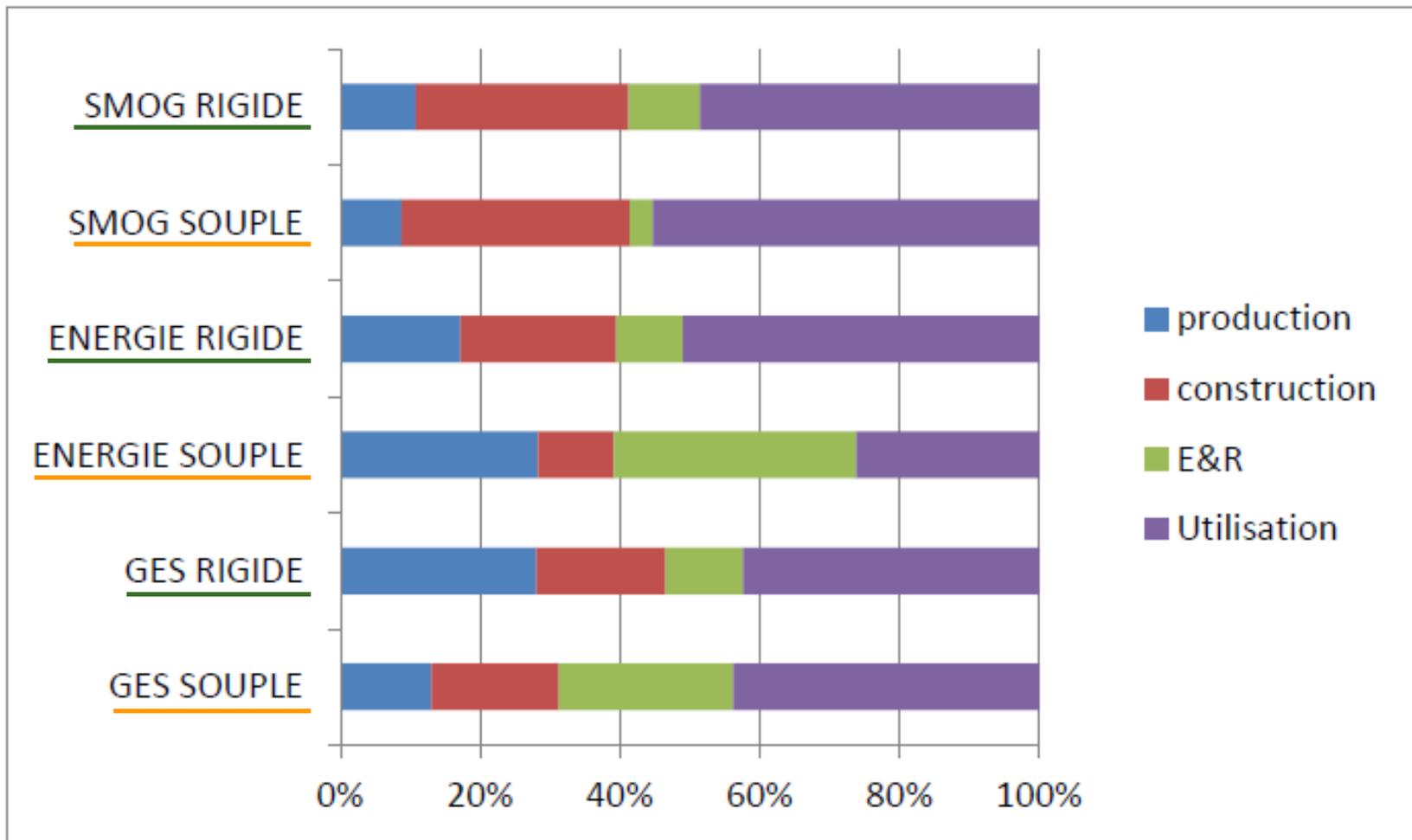
Consommation d'énergie



 chaussée souple
 chaussée rigide

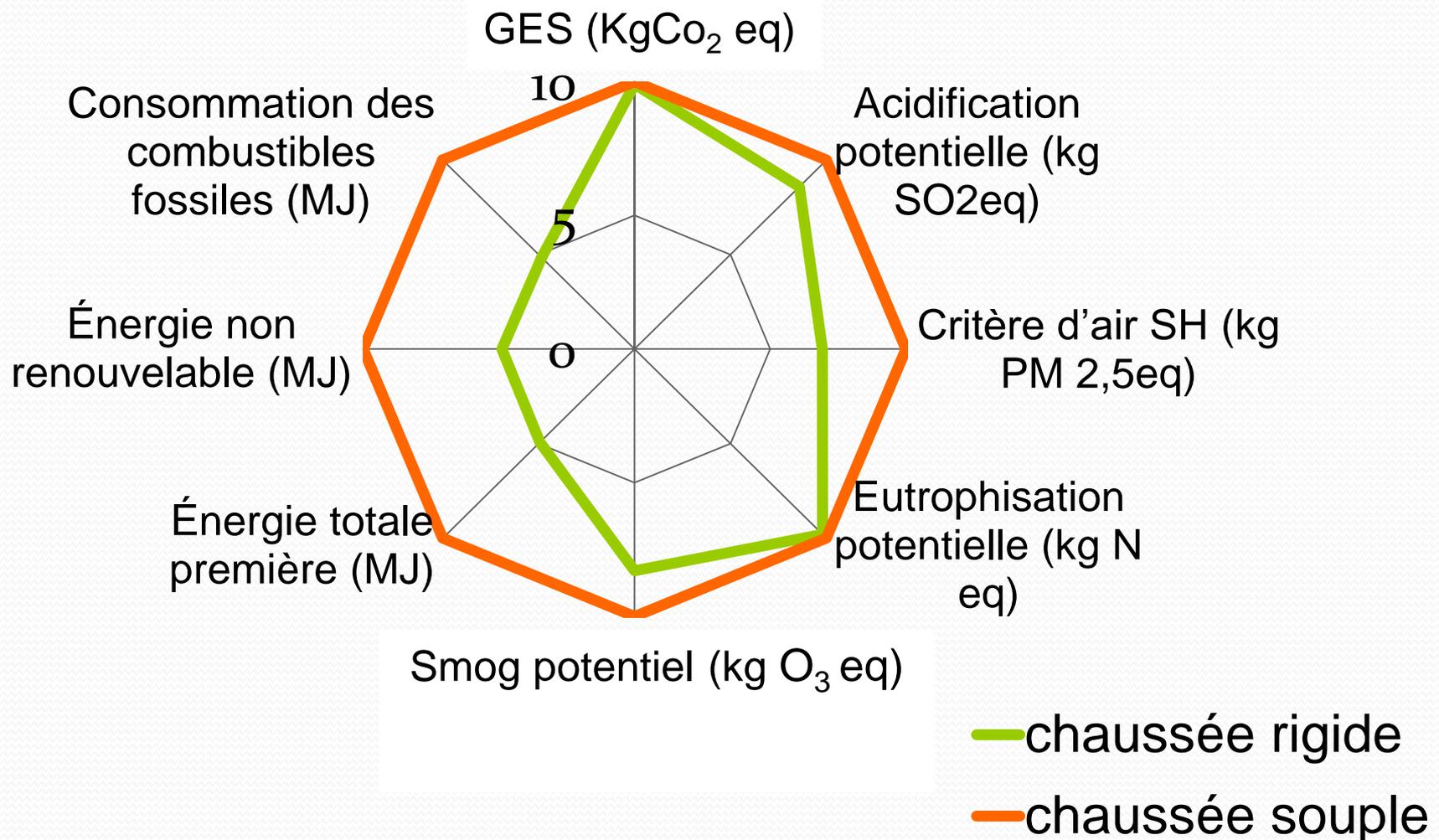
Rigide légèrement favorable

Répartition des impacts totaux sur les étapes évaluées



L'utilisation de la chaussée engendre plus d'impact environnemental

Somme des impacts (rigide VS SOUPLE)



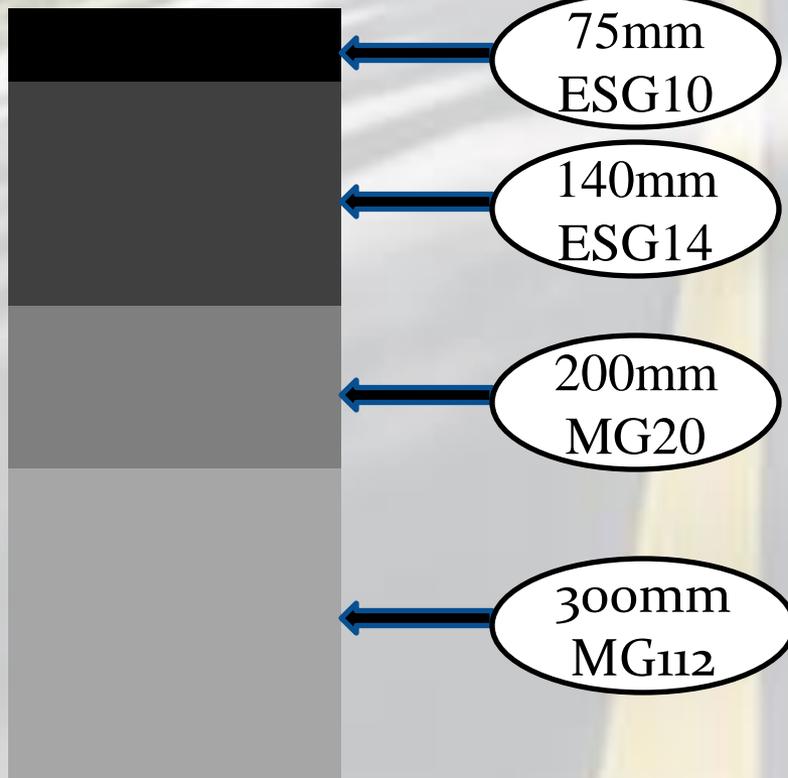
Constataction (1^{er} cas: souple vs rigide)

Avantage environnemental de la **chaussée rigide** par rapport à la chaussée souple pour la majorité des paramètres évalués durant les **quatre étapes du cycle de vie analysées (production des matériaux, construction, entretien et réhabilitation, interaction chaussée-véhicule)**

2éme cas: Réhabilitation d'une chaussée souple à sa fin de durée de vie



2^{ème} cas: Réhabilitation d'une chaussée souple à la fin de vie



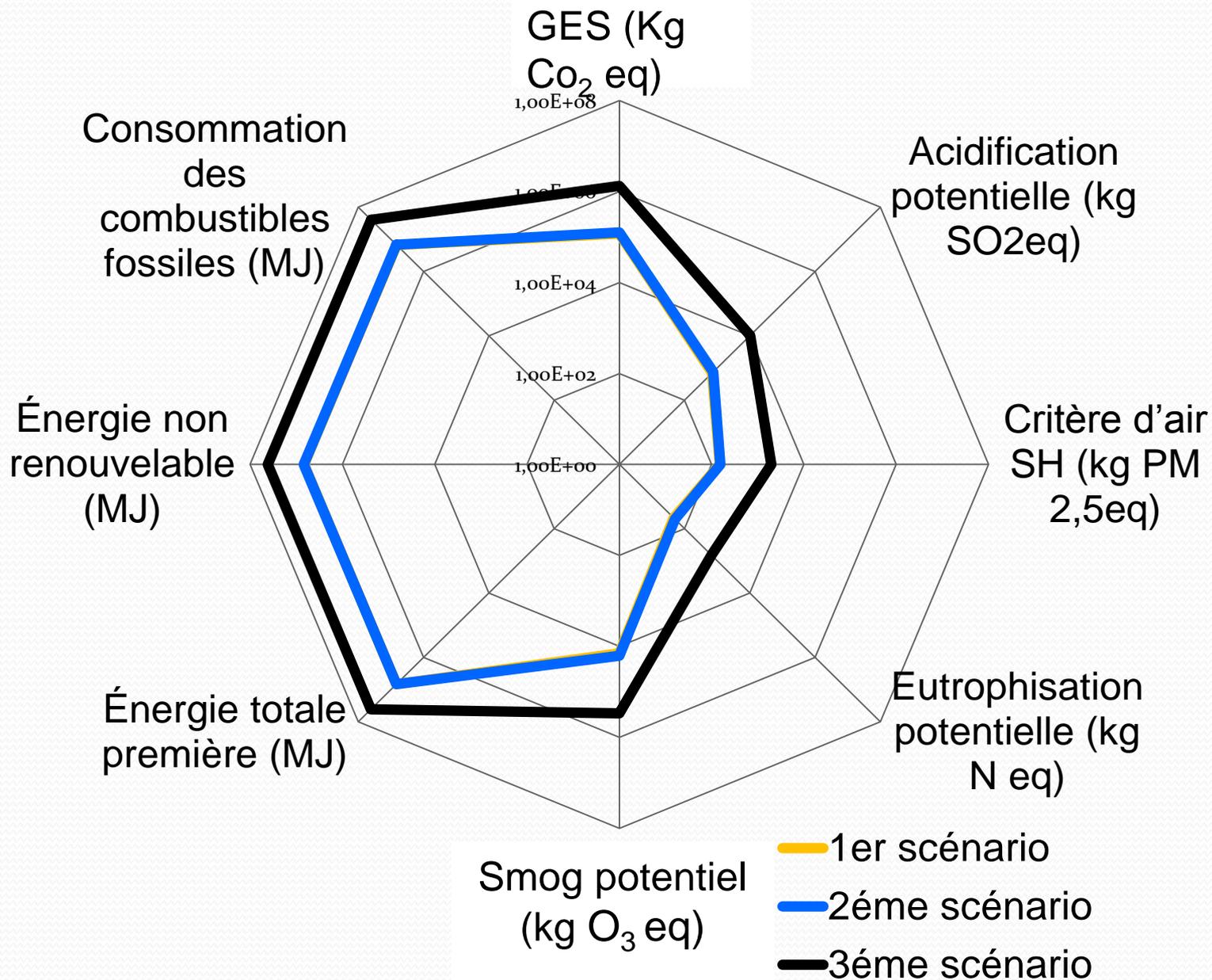
ÉCAS: Équivalent de charge axiale simple de 8160Kg

□ **1^{er} scénario:** 50 mm d'enrobés sont remplacés par 50 mm d'enrobés neufs ; cela va ramener la durée de vie à 2.600.000 ÉCAS.

□ **2^{ème} scénario:** 100 mm d'enrobés sont fragmentés et traités avec l'émulsion du bitume. La couche traitée sera surmontée d'une couche d'ESG10 (50 mm). Cette réhabilitation va ramener la durée de vie à 4.000.000 ÉCAS.

□ **3^{ème} scénario:** la reconstruction complète qui restaure la durée de vie à 6.000.000 ÉCAS.

Paramètres environnementaux (2ème cas)



Constatacion (2éme cas: trois scénarios de réhabilitations)

La réhabilitation des chaussées à leurs fin de durée de vie a un impact environnemental favorable par rapport à leurs reconstructions.

Cependant, la performance structurale favorise la reconstruction qui offre une plus longue durée de vie.

3ème cas: Structure souple neuve vs structure mixte neuve

Chaussée souple

Couche de surface

Couche de base

Couche de fondation

Couche de forme
éventuelle

Chaussée mixte

Couche de surface

Dalle en béton

Couche de fondation

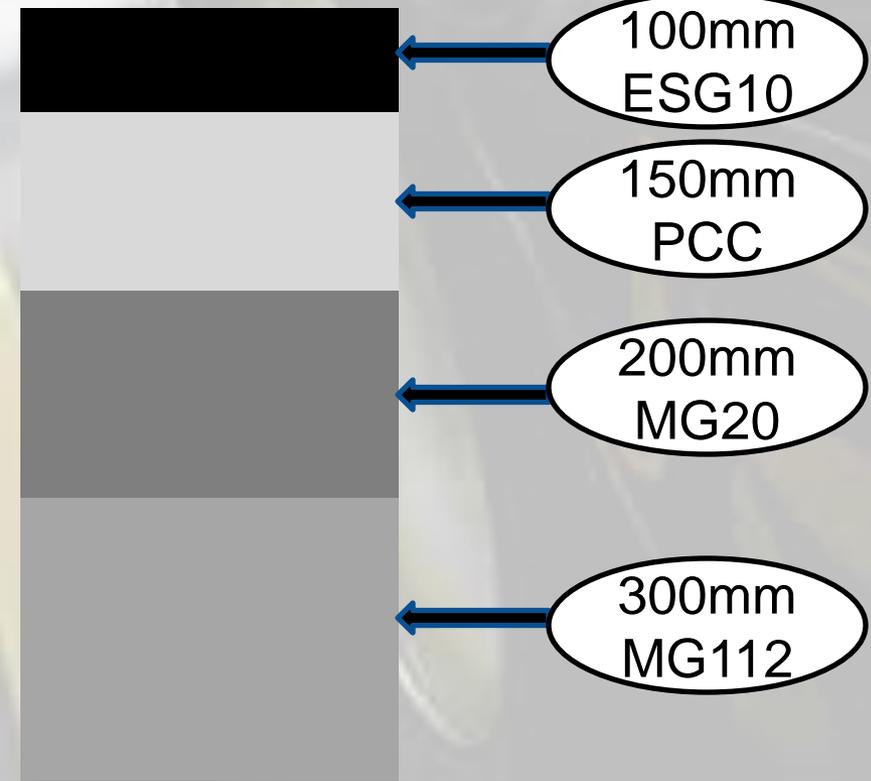
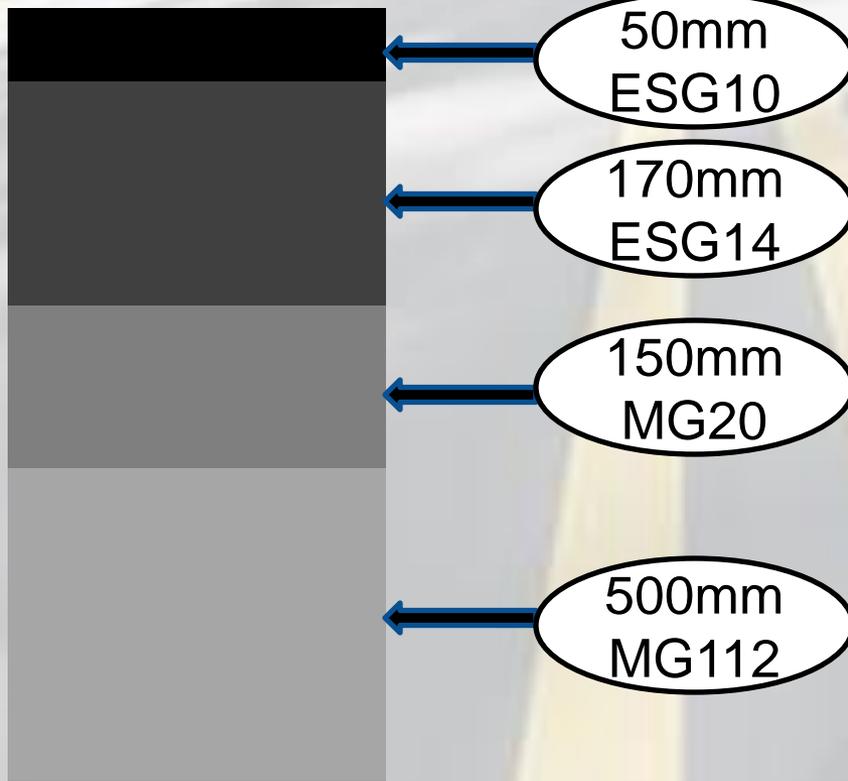
Couche de forme
éventuelle

3ème cas: Structure souple neuve vs structure mixte neuve

Chaussée souple

Vs

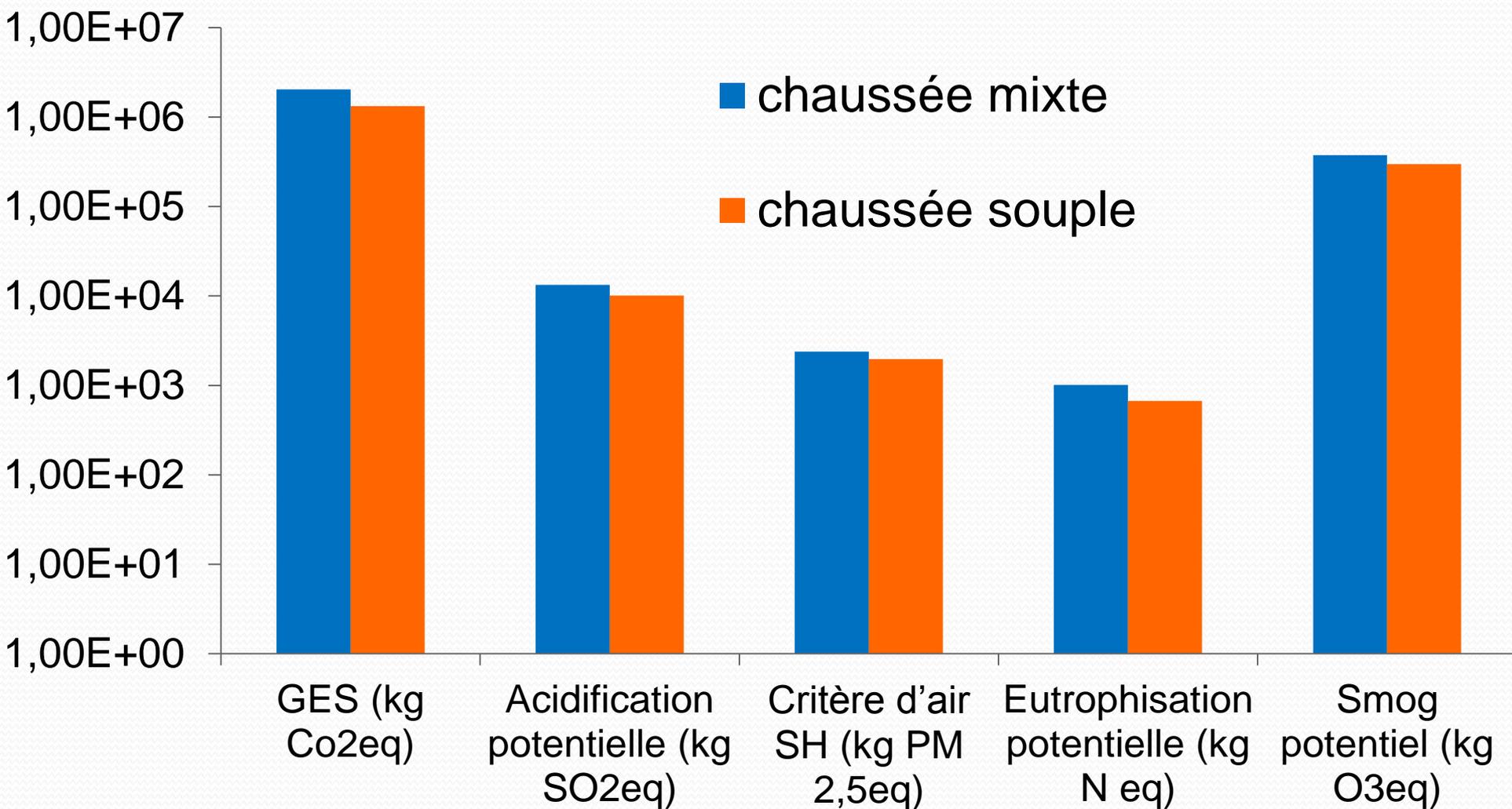
Chaussée mixte



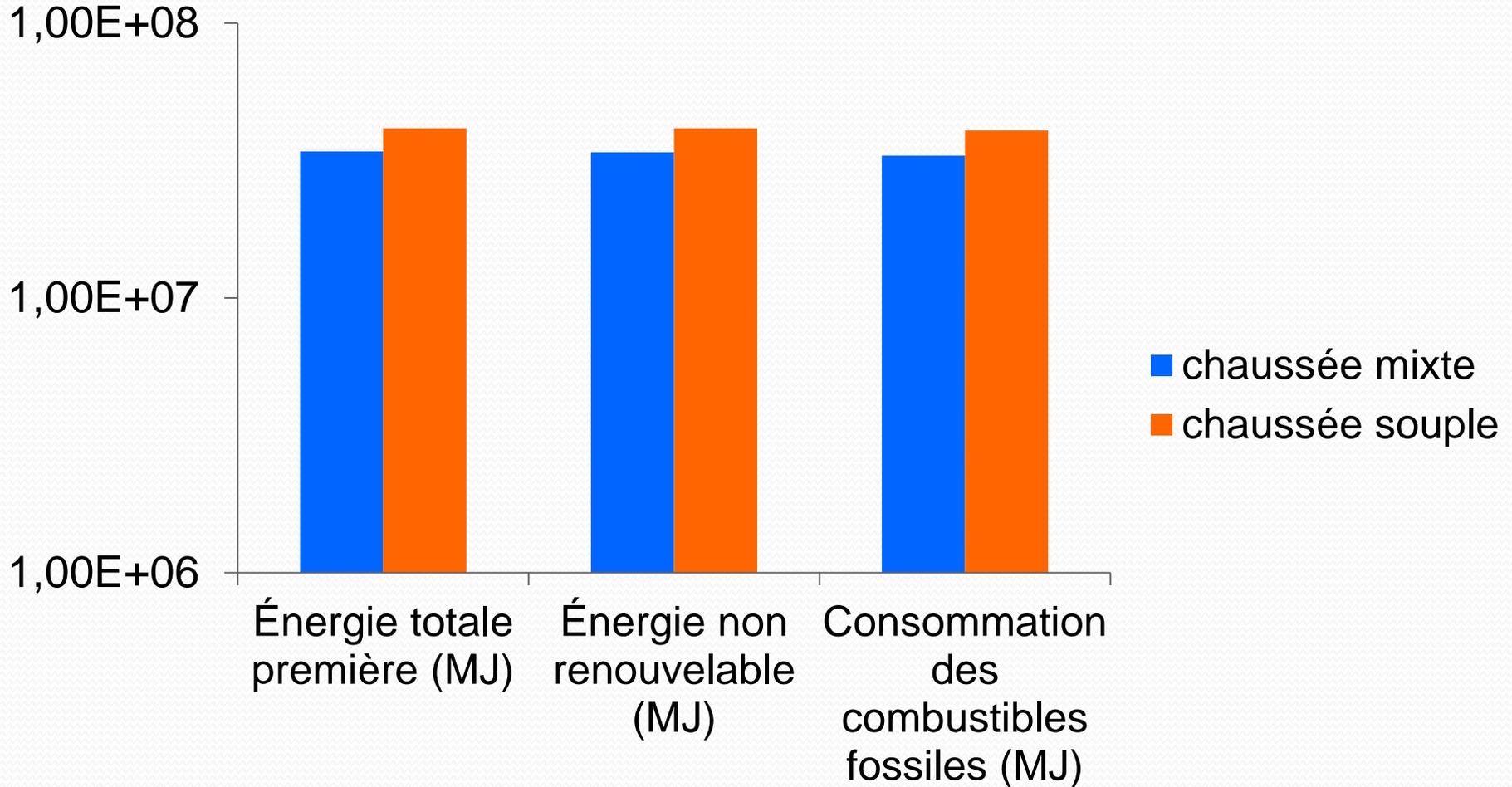
6.000.000 ECAS

12.000.000 ECAS

Somme des impacts de la production des matériaux et la construction des chaussées(3ème cas)



Somme des impacts en énergie de la production des matériaux et la construction des chaussées (3ème cas)



Constataction (3éme cas)

Chaussée souple

- impact environnemental favorable de la chaussée souple par rapport à la chaussée mixte durant les étapes de la **production des matériaux et de la construction.**

Chaussée mixte

- **consomme moins d'énergie durant les deux étapes.**
- **allongement de la durée de vie et l'augmentation des intervalles temporels entre les fréquences des activités d'entretien réhabilitation.**
- **Potentiellement plus favorable à l'environnement** dans une analyse complète.

Conclusion

- ❖ L'ampleur des impacts environnementaux constatés met en évidence le **besoin d'intégrer le concept d'ACV durant le processus décisionnel des chaussées afin de mieux protéger l'environnement.**
- ❖ L'ACV est propre à chaque projet.
- ❖ CAS 1: Avantage de la chaussée rigide pour 4 phases évaluées.
- ❖ CAS 2: Réhabilitation est favorable par rapport à la reconstruction, mais la reconstruction offre une durée de vie plus longue.
- ❖ CAS 3: Chaussée mixte potentiellement plus favorable dans une ACV complète.

Recommandations

- Focaliser les efforts sur la réduction des impacts des processus les plus importants (souvent l'utilisation).
- Intégrer l'analyse environnemental dans le processus décisionnel.
- Favoriser les techniques de recyclage.
- Valider la capacité structurale des chaussées recyclées.
- Optimiser la fiabilité des données.
- Tenir compte des particularités de chaque région.
- Analyser d'autres paramètres environnementaux (ex. albedo).

Questions ?



Le génie pour l'industrie

mohammed-yassine.abdelaziz.1@ens.etsmtl.ca

Claudiane.Ouellet-Plamondon@etsmtl.ca