



Effet rebond et autres conséquences indésirables de l'économie circulaire sur l'environnement : origines, enjeux d'évaluation et implications pour la 5G

Geoffrey Lonca, Ph.D, M. Ing, B. Ing

Chercheur postdoctoral, département de Management, HEC Montréal

ESG UQÀM

**POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL** 

Table 2 Matrix of the relationships between CE, Industry 4.0, and sustainable operations management.
Source: Authors

ReSOLVE	Design of products	Production of products	Logistics/reverse logistics
Regenerate	✓ Internet of things	✓ Internet of things	–
Share	✓ Cloud manufacturing	✓ Cloud manufacturing	✓ Internet of things
	✓ Internet of things	✓ Internet of things	
Optimise	–	✓ Cyber-physical systems	✓ Internet of things
		✓ Internet of things	
Loop	✓ Internet of things	✓ Internet of things	✓ Internet of things
		✓ Cyber-physical systems	
Virtualise	✓ Cloud manufacturing ✓ Internet of things	✓ Cloud manufacturing	✓ Internet of things
		✓ Internet of things	
		✓ Additive manufacturing	
Exchange	✓ Additive manufacturing	✓ Additive manufacturing	–



« Limiter les usages numériques excessivement polluants. Par exemple, il convient d'agir pour limiter le nombre d'objets connectés (Internet of Things - IoT) notamment en questionnant la pertinence de la généralisation de l'IoT au regard de ses impacts environnementaux. Par exemple, parmi les objets connectés, il convient de distinguer les différentes catégories, notamment les capteurs à faible consommation qui peuvent aider à la gestion raisonnée des flux d'eau et d'énergie, de ceux qui peuvent exercer un impact néfaste sur l'environnement. »

- Conseil National du Numérique Français (CNNum), mesure 10

CONSEIL NATIONAL DU NUMÉRIQUE, Feuille de route sur l'environnement et le numérique - 50 mesures pour un agenda national et européen sur un numérique responsable c'est-à-dire sobre et au service de la transition écologique et solidaire et des objectifs de développement durable, Rapport remis à la ministre de la Transition écologique et solidaire et au secrétaire d'État chargé du Numérique, juillet 2020. Disponible en ligne sur: https://cnnumerique.fr/environnement_numerique



« Les technologies IoT promettent de générer des économies d'énergie en nous aidant à utiliser nos ressources plus efficacement ... »

« mais il est difficile de savoir si ces économies l'emportent sur les augmentations indirectes de l'utilisation des TIC ... »

« de l'empreinte de production des appareils IoT ... »

« et des effets rebond. »

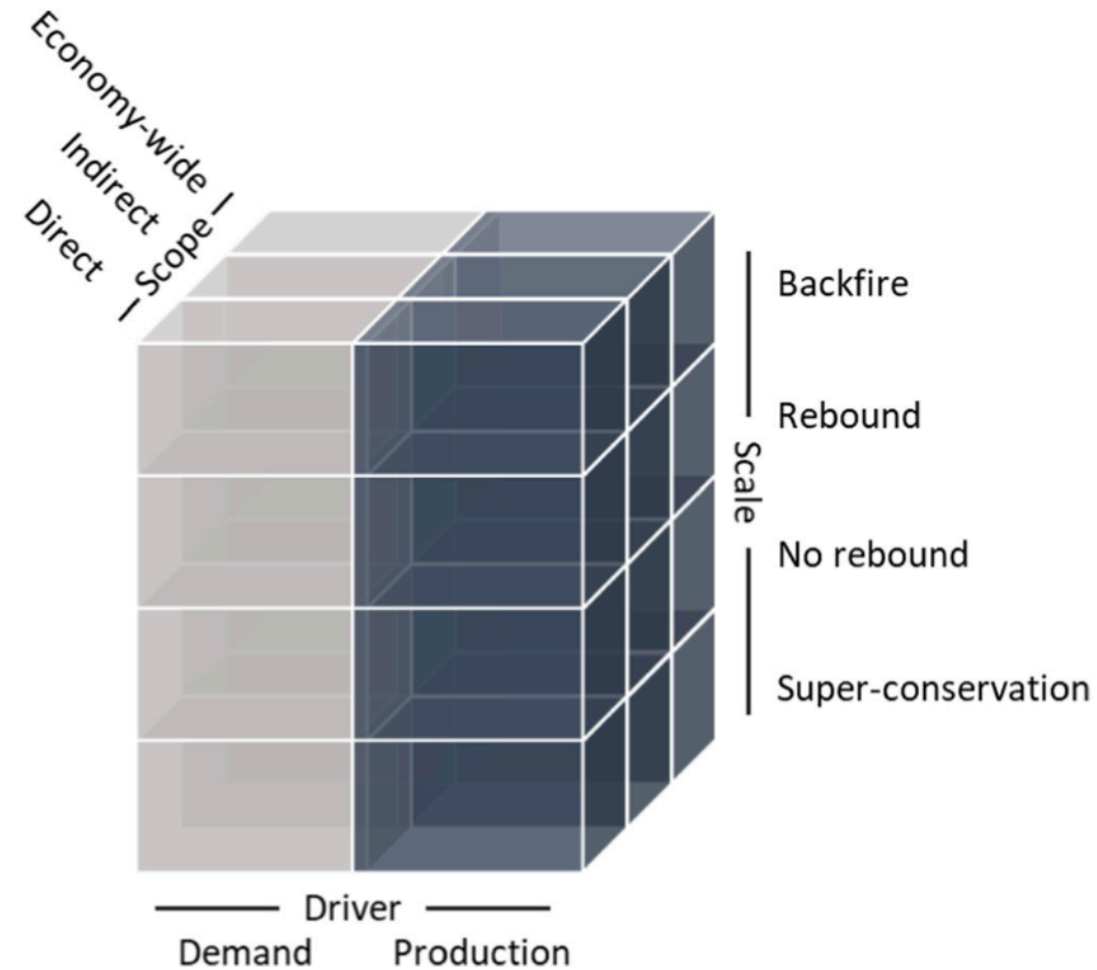
- traduit de Hittinger & Jaramillo (2019)



Économie circulaire



Différents types d'effets rebonds à surveiller



Effets rebonds du marché de la seconde main

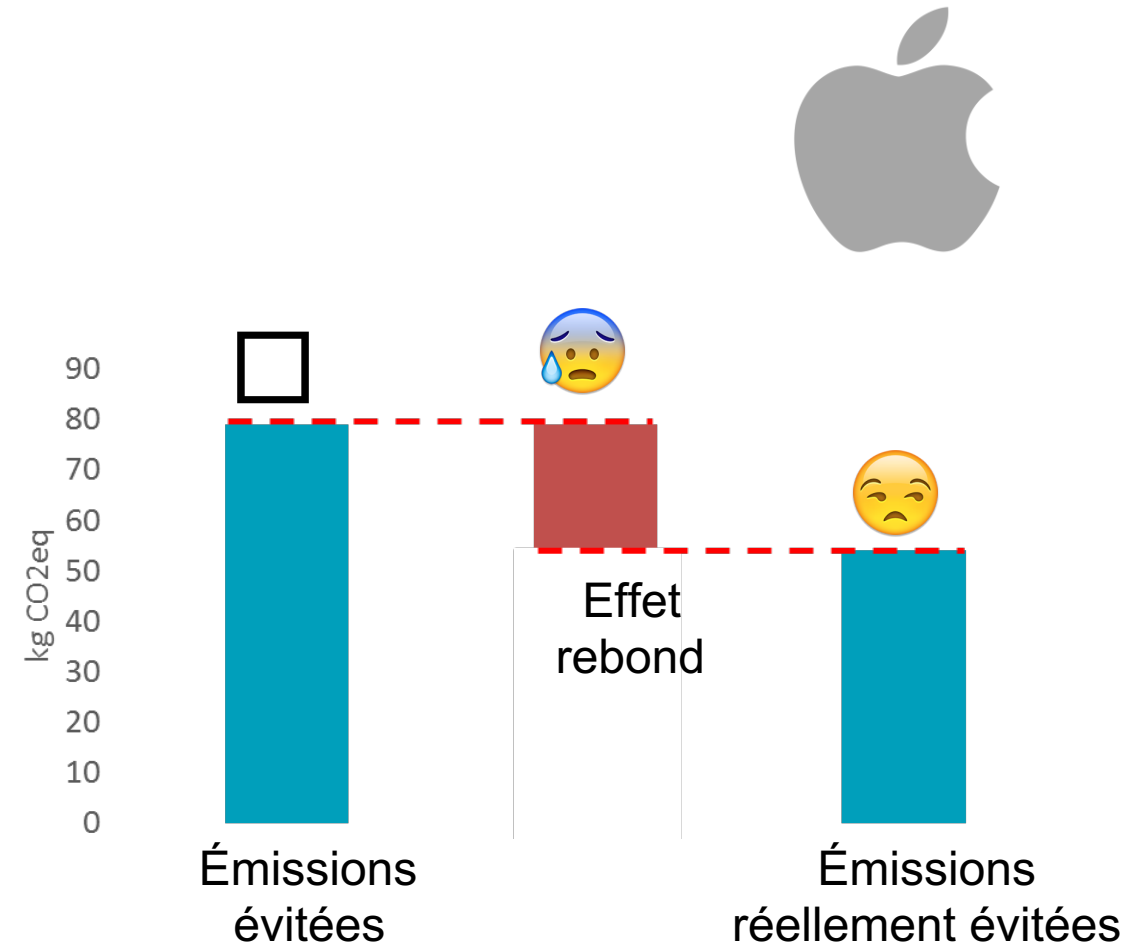
Durée de vie de l'iPhone = 3 ans

Hypothèses: même revenu, pas d'épargne.

Effet rebond indirect : redépenses

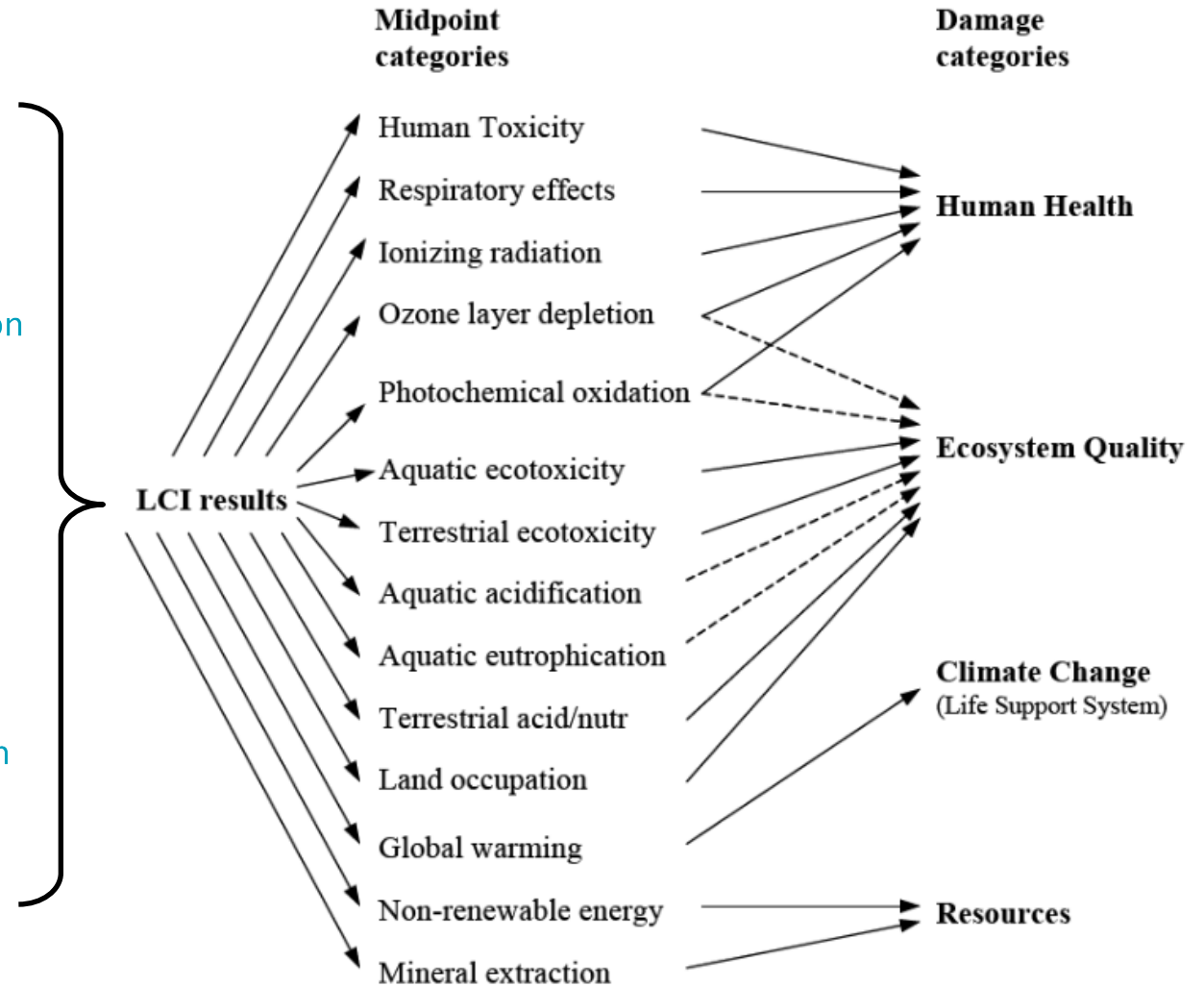
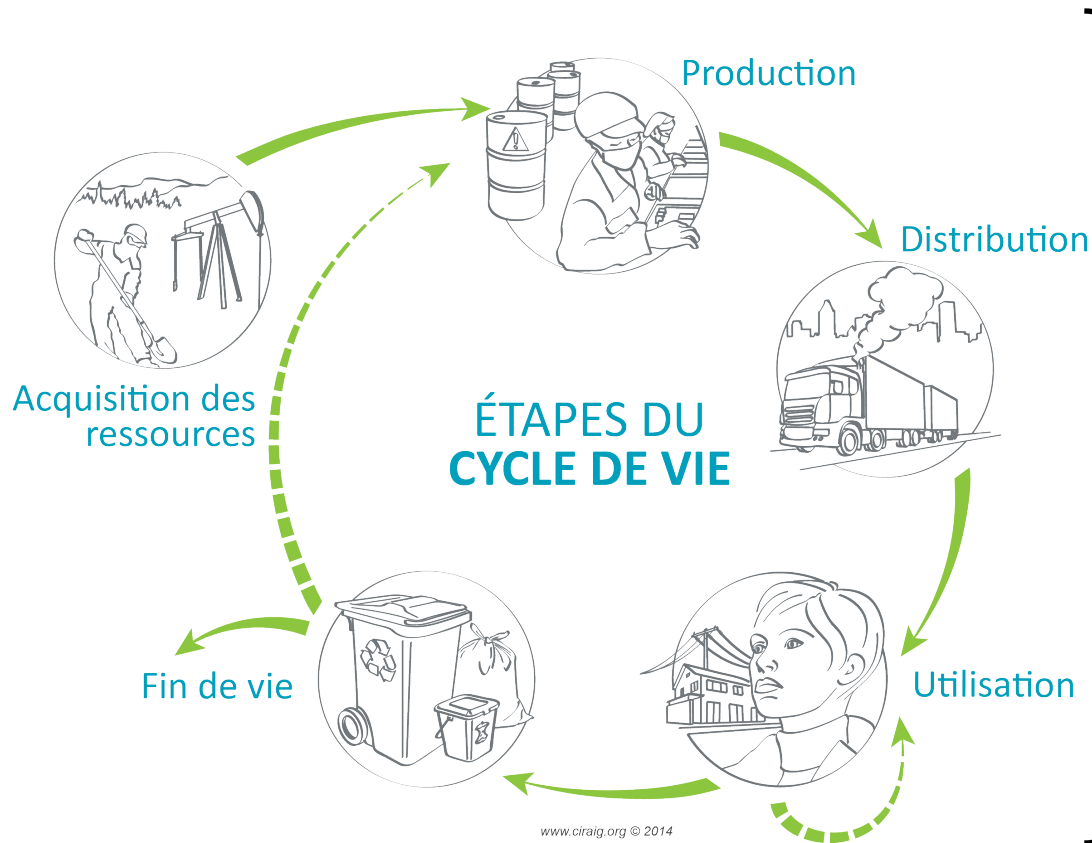
Substitution imparfaite ($\neq 1:1$)

- Smartphone = Produit **ULTRA-multifonctionnel!**
- TIC facilite l'existence du marché de la seconde main



Prendre la mesure de l'effet rebond

L'Analyse du Cycle de Vie



Prendre la mesure de l'effet rebond

Effet rebond indirect

- Tables input-output multi-régionales étendues à l'environnement

a_{ij} : \$ acheté à l'industrie i pour produire 1\$ de j
Acheteurs (j)

Fournisseurs (i)

From (row) to (column)	Steel (\$)	Crop (\$)	...	Diesel (\$)
Steel (\$)	0.2	0.02	...	0.17
Crop (\$)	0.002	0.01	...	0.05
...
Diesel (\$)	0.1	0.3	...	0

Substitution imparfaite ($\neq 1:1$)

- Sondage auprès des utilisateurs

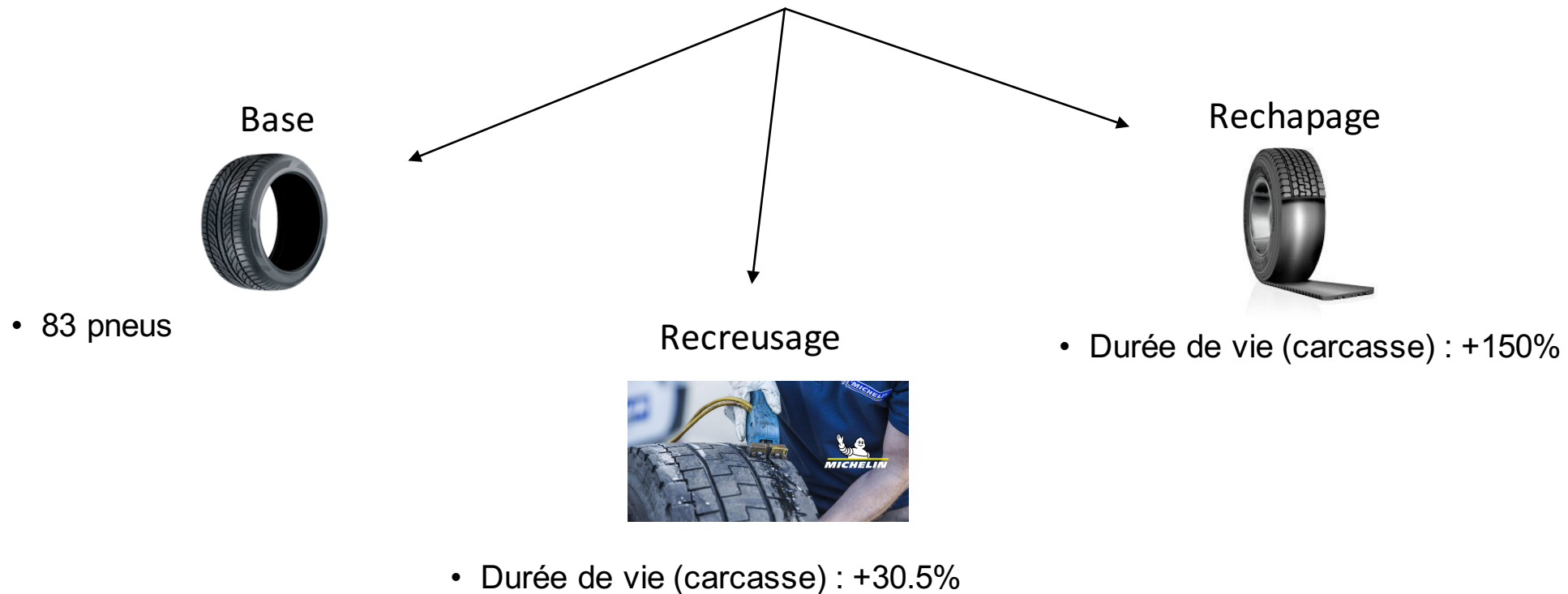


Les déplacements d'impact



Déplacement d'impact d'une phase du cycle de vie à une autre

Fournir des pneus pour **600 000 km** et gérer leur fin de vie



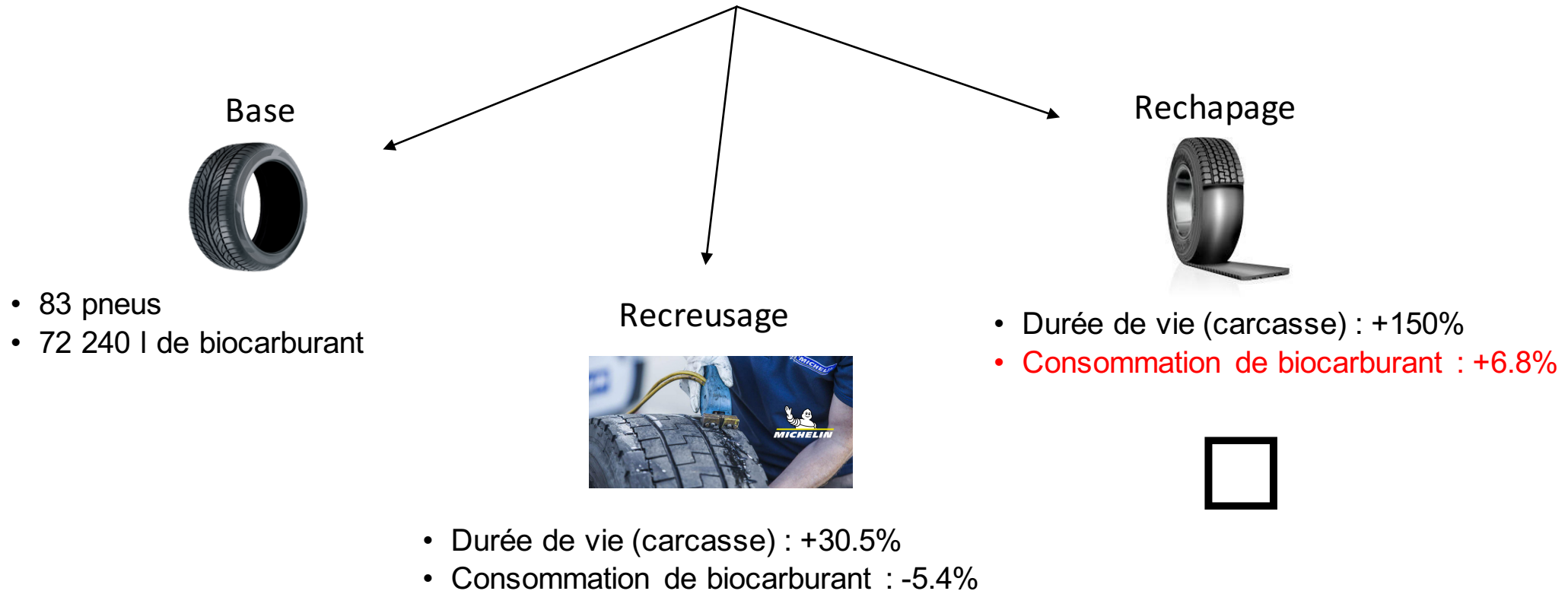
Déplacement d'impact d'une phase du cycle de vie à une autre

Scores de circularité (*Material Circularity Indicator*)



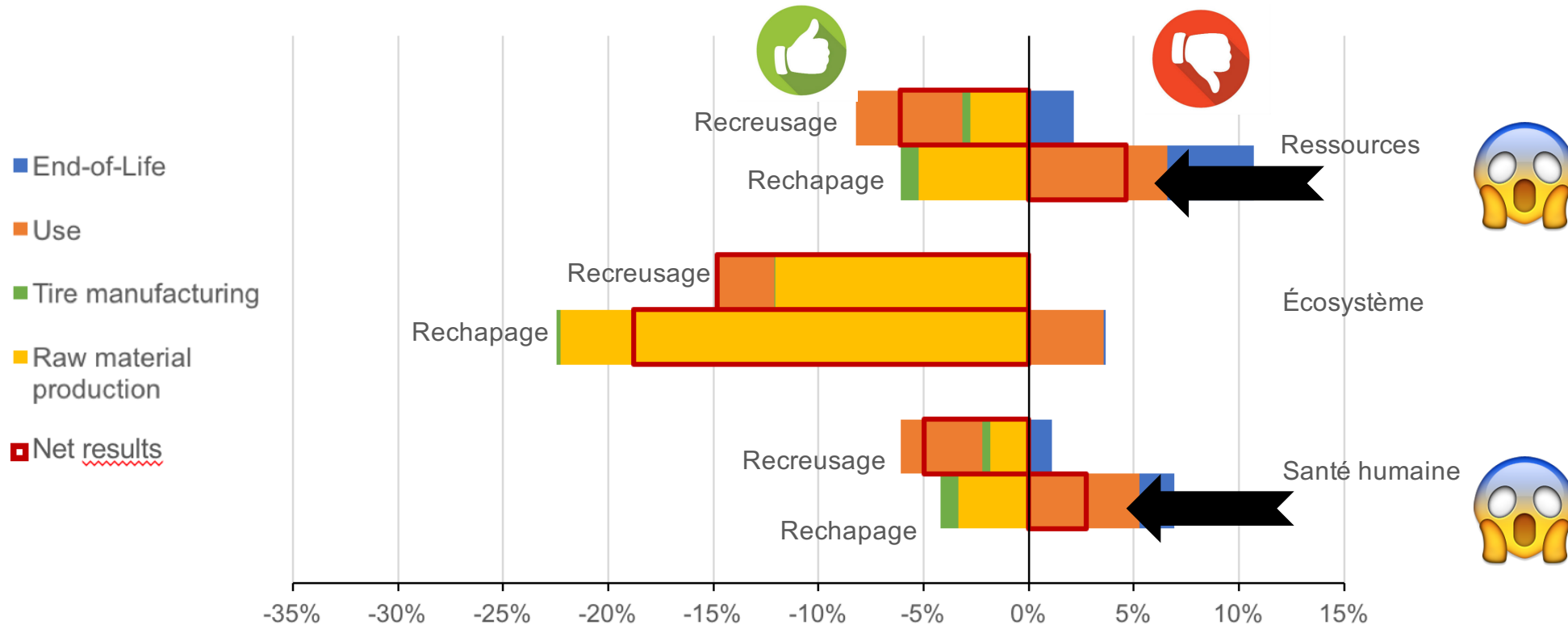
Déplacement d'impact d'une phase du cycle de vie à une autre

Fournir des pneus pour **600 000 km** et gérer leur fin de vie



Déplacement d'impact d'une phase du cycle de vie à une autre

Scores d'impact (Analyse du Cycle de Vie)



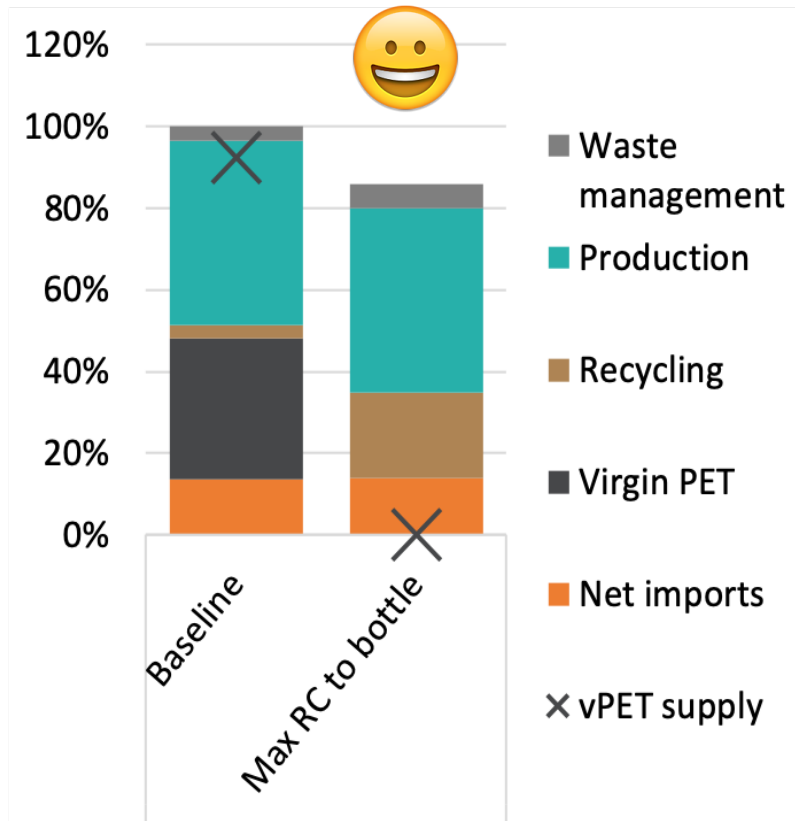
Déplacement d'impact d'un produit à un autre



Déplacement d'impact d'un produit à un autre



Impact sur les changements climatiques [CO₂eq]



* RC: Contenu recyclé



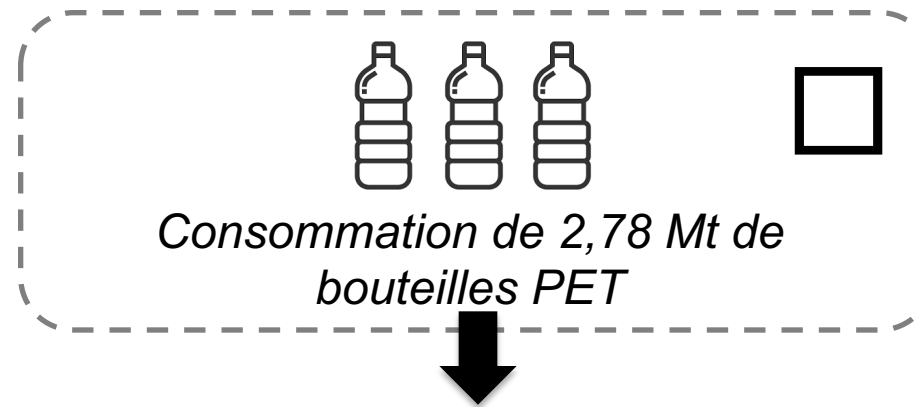
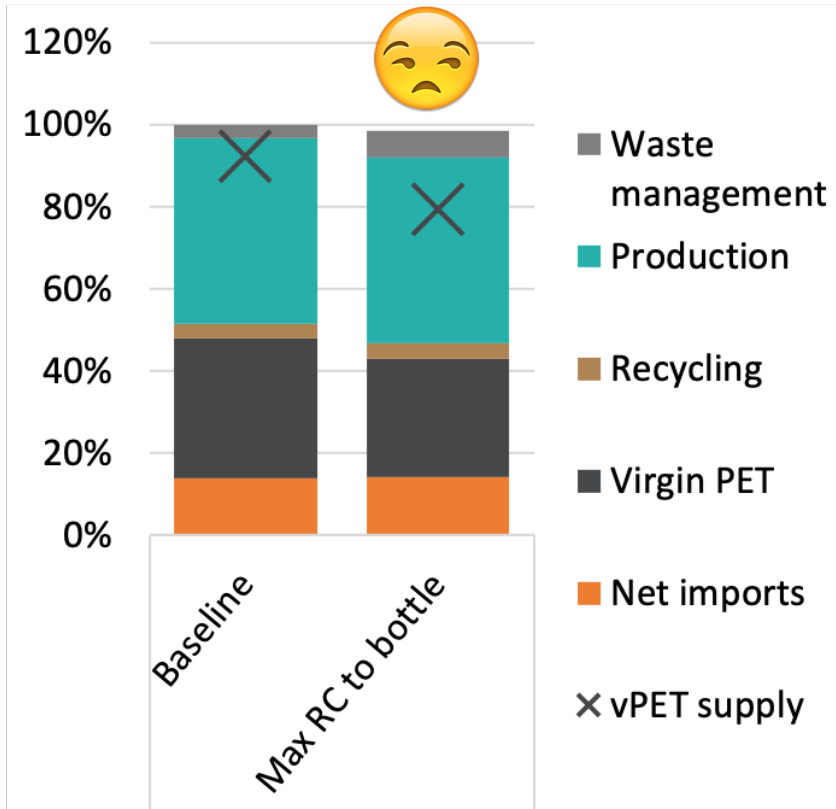
Max RC to bottle = 100% contenu recyclé

Score de circularité (Material Circularity Indicator)



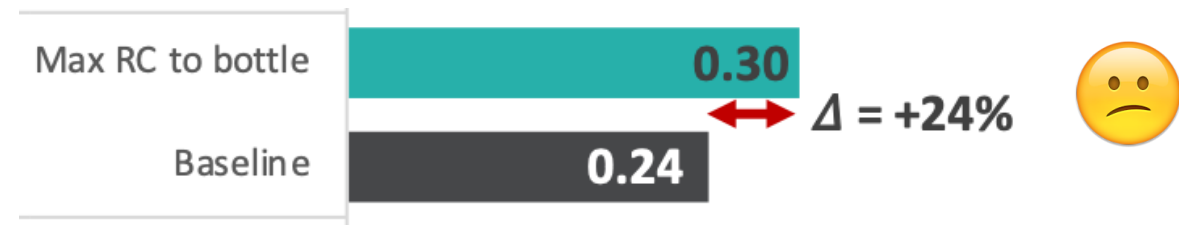
Déplacement d'impact d'un produit à un autre

Impact sur les changements climatiques [CO₂eq]



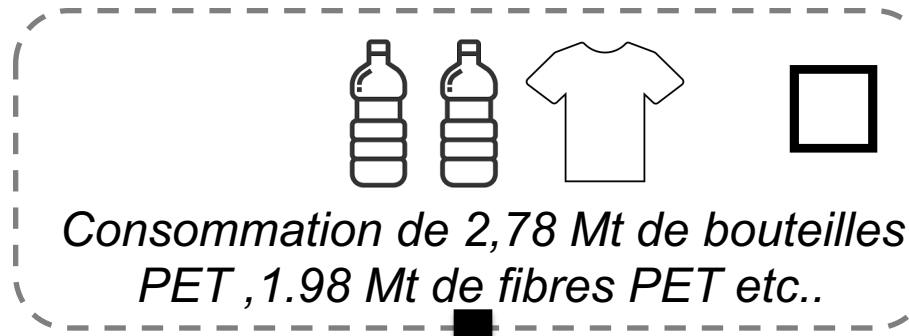
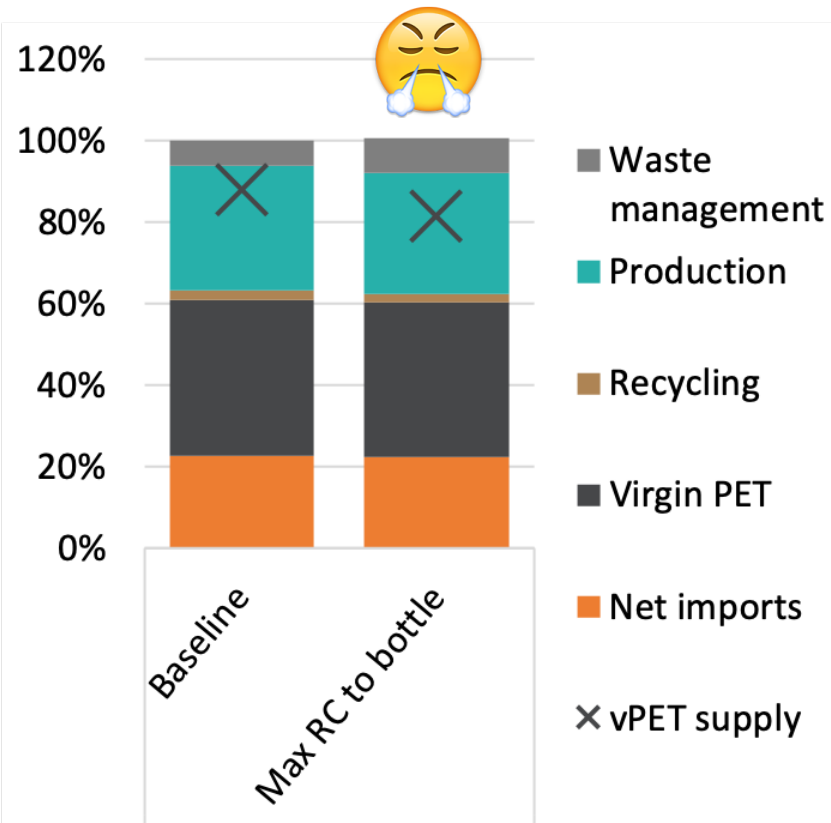
Max RC to bottle = 14% contenu recyclé

Score de circularité (Material Circularity Indicator)



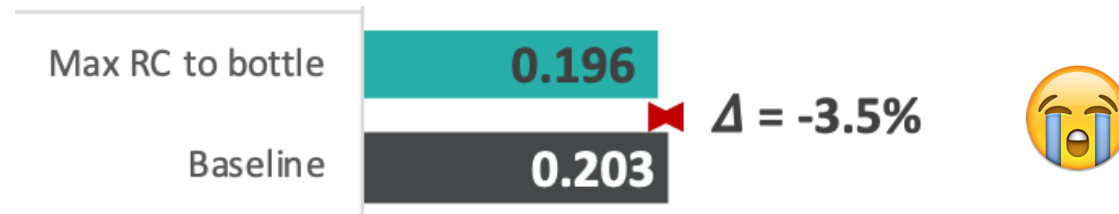
Déplacement d'impact d'un produit à un autre

Impact sur les changements climatiques [CO₂eq]



Meilleur rendement du recyclage dans le textile

Score de circularité (*Material Circularity Indicator*)



« Plus les flux de ressources deviennent circulaires, plus il est probable que ce ne soient pas les déchets qui soient évités, mais plutôt d'autres utilisations éco-efficaces des ressources »

- traduit de Figge & Thorpe (2019)



Conclusions

Déplacement d'impact... un problème de « *monitoring* »

Doing things right

- améliorer la circularité de x

Doing the right thing

- x réduit les impacts sur les ressources et la biosphère



Conclusions



Économie circulaire

+ de connectivité = + de complexité

+ d'efficacité = - d'excuse !



QUESTIONS?