

Chaire de gestion  
du secteur de l'énergie  
**HEC MONTRÉAL**

# L'avant-garde en efficacité énergétique : revenir à la base

Pierre-Olivier Pineau

21 avril 2023 – 14.00 à 15.00

Colloque L'innovation en efficacité énergétique Énergie 3R

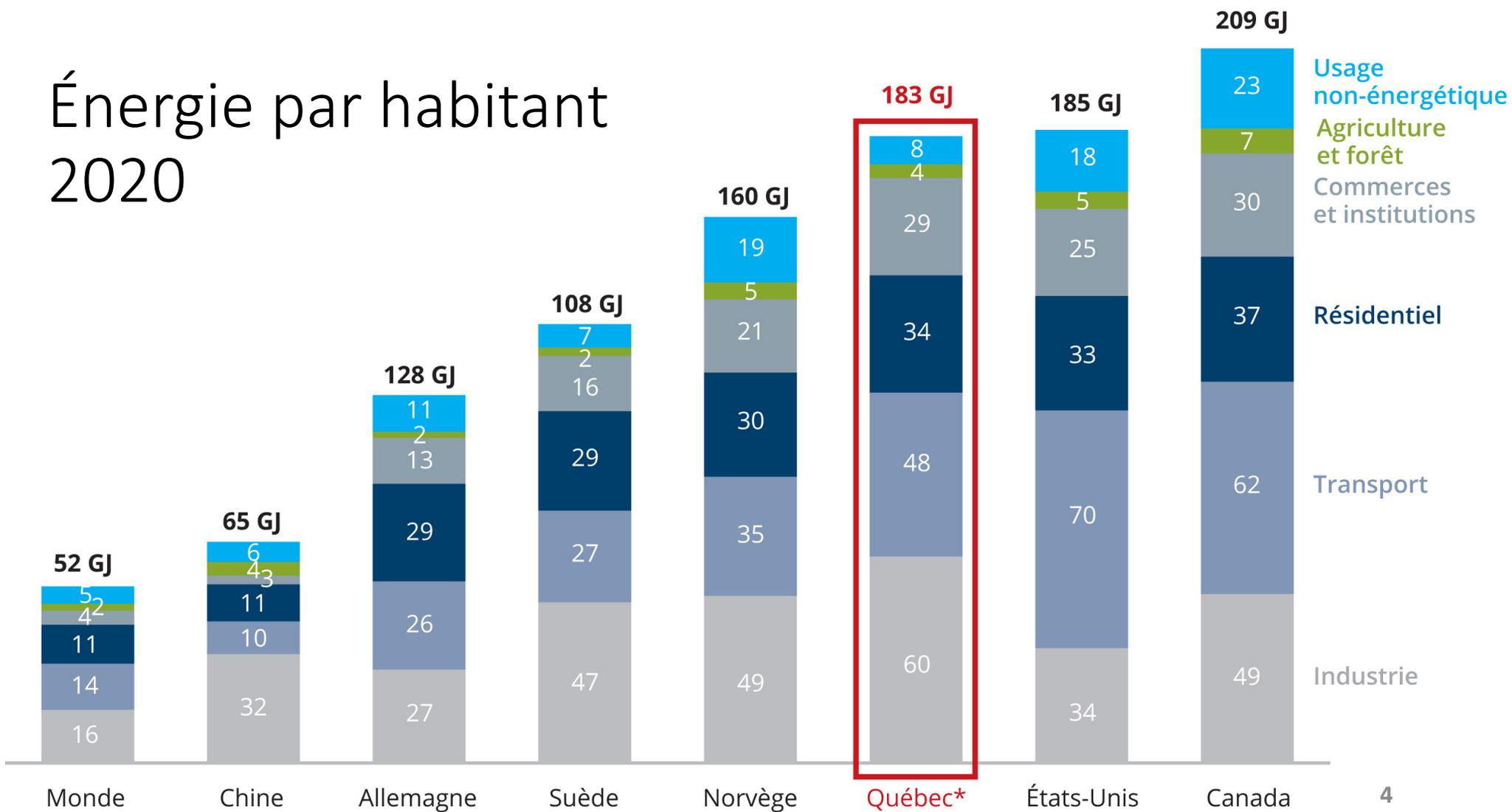
La Journée de l'industrie - Foire Écosphère / Festival des technologies vertes 2023

# Plan

1. Le Québec: un gros consommateur d'énergie et d'électricité
2. *Électrification versus efficacité & électrification*
3. Comment réaliser cette efficacité ?
4. Qui parle aussi de ça ?

# 1. Le Québec: un gros consommateur d'énergie et d'électricité

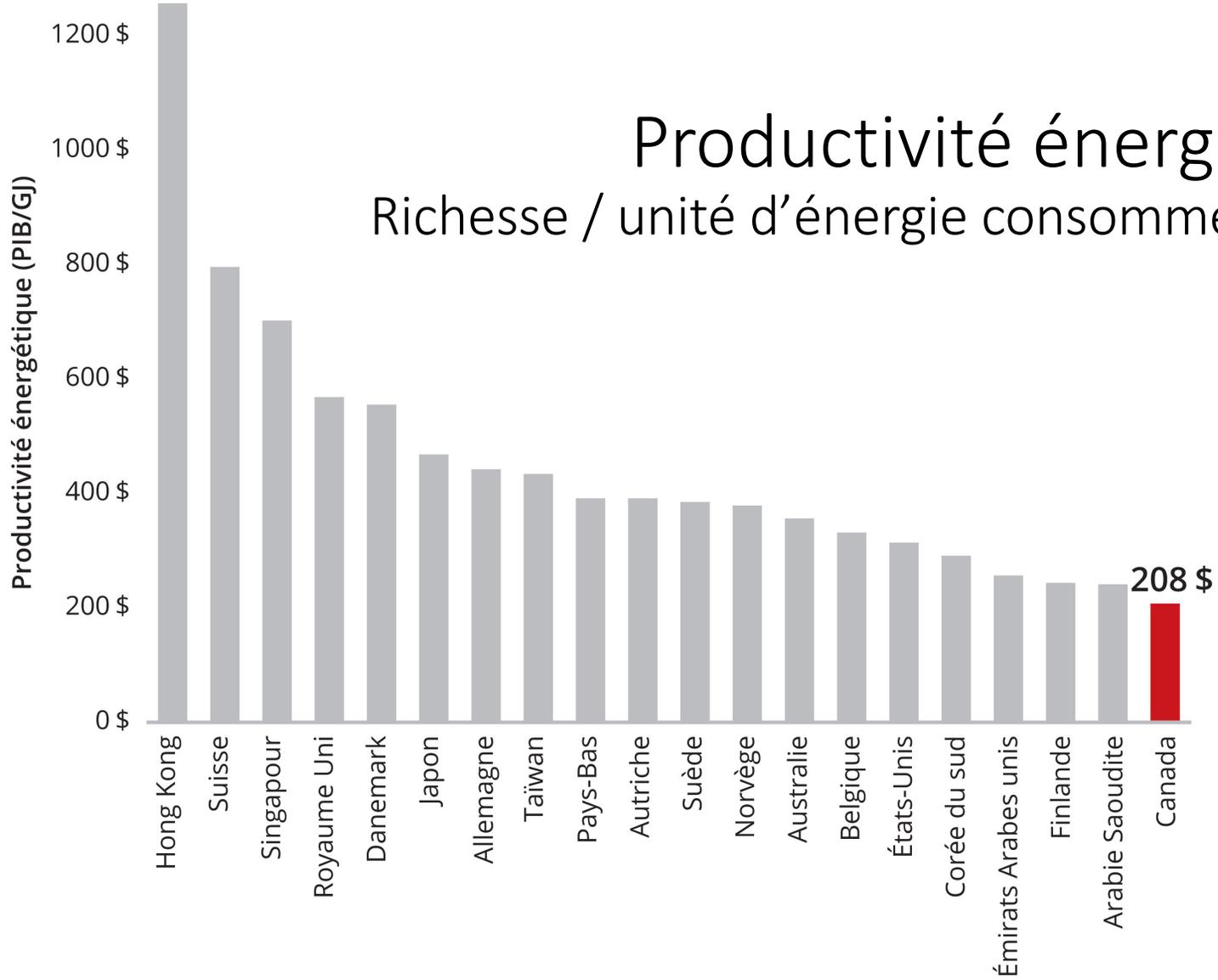
# Énergie par habitant 2020



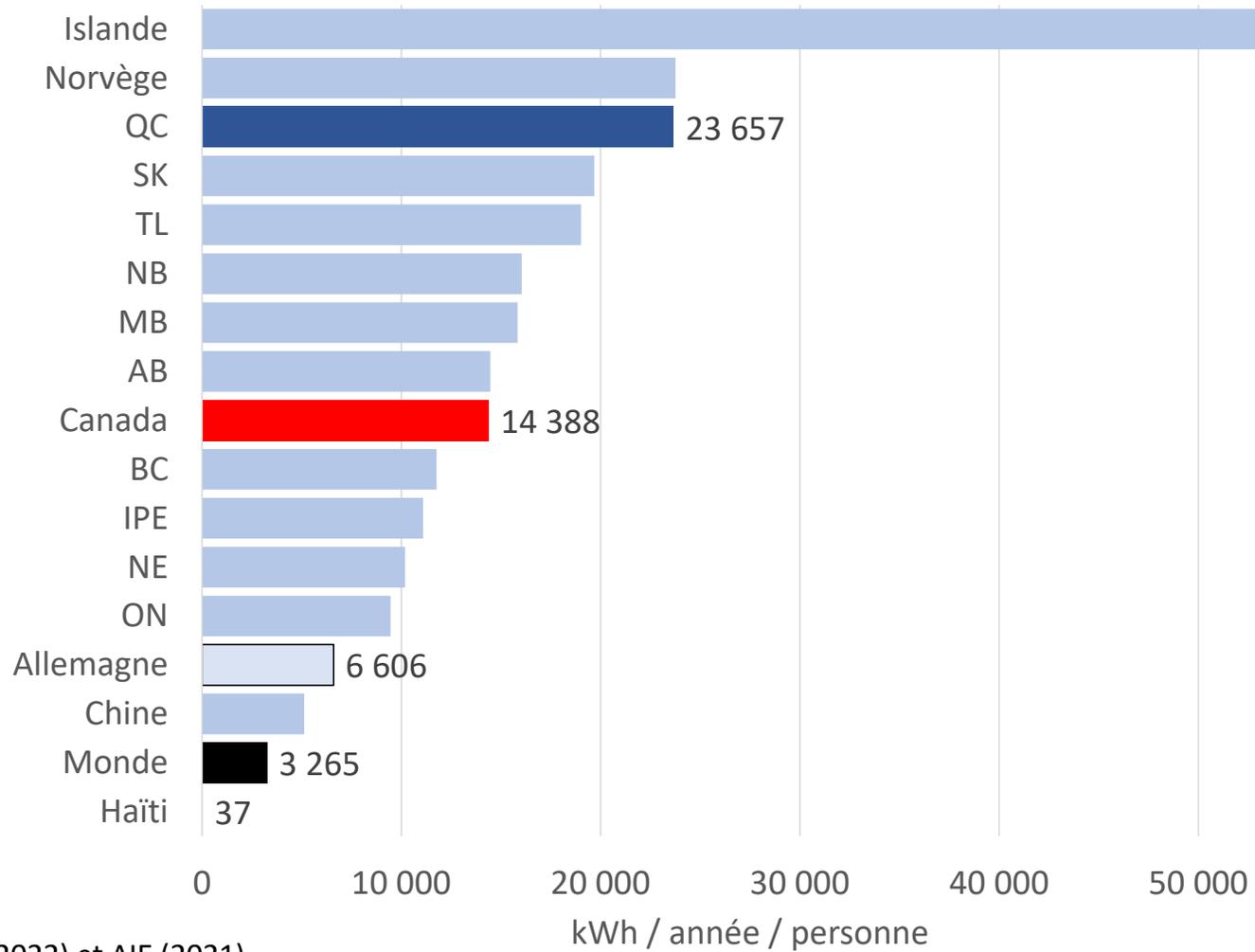
# Productivité énergétique

Richesse / unité d'énergie consommée (\$/GJ)

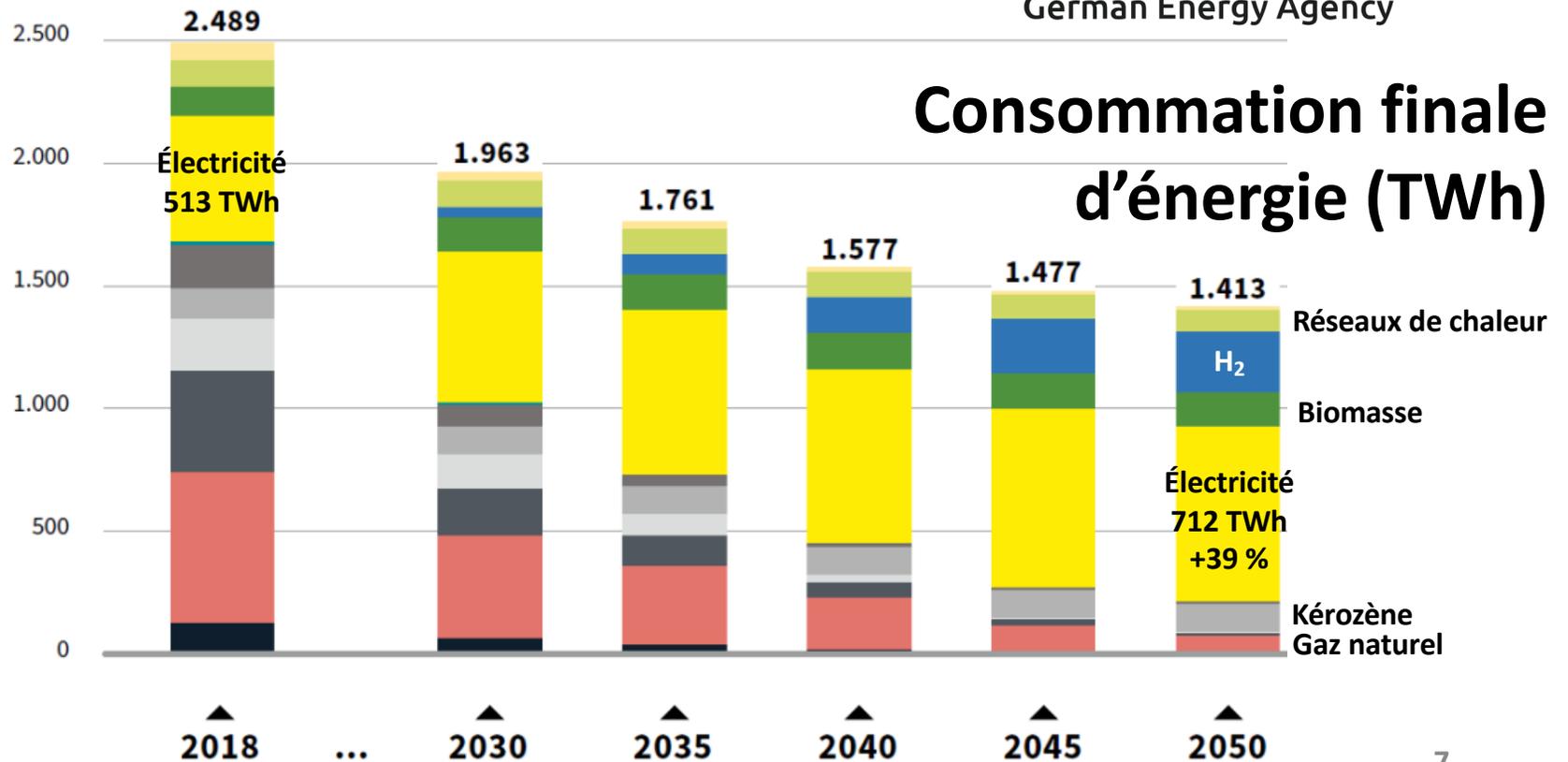
## 2020



# Consommation d'électricité (kWh/personne)



# Aparté sur l'Allemagne (1)



## Aparté sur l'Allemagne (2)

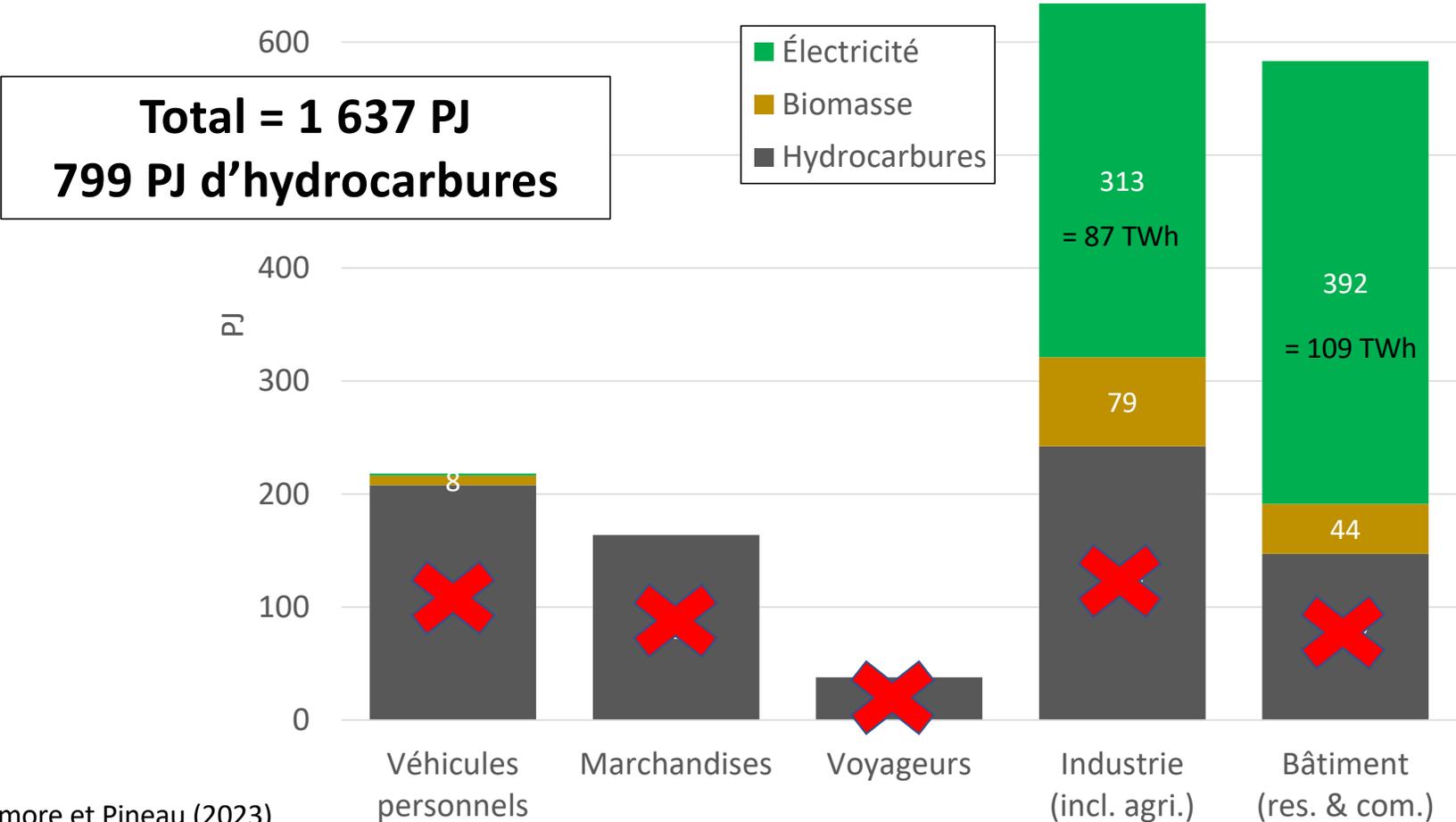


### Consommation d'énergie par secteur (TWh)

	2018	2045	
Bâtiment	1 005	571	-43%
Industrie	722	578	-20%
Transport	762	328	-57%

## *2. Électrification versus efficacité & électrification*

# Consommation d'énergie par secteur, Québec (2020)



Whitmore et Pineau (2023)

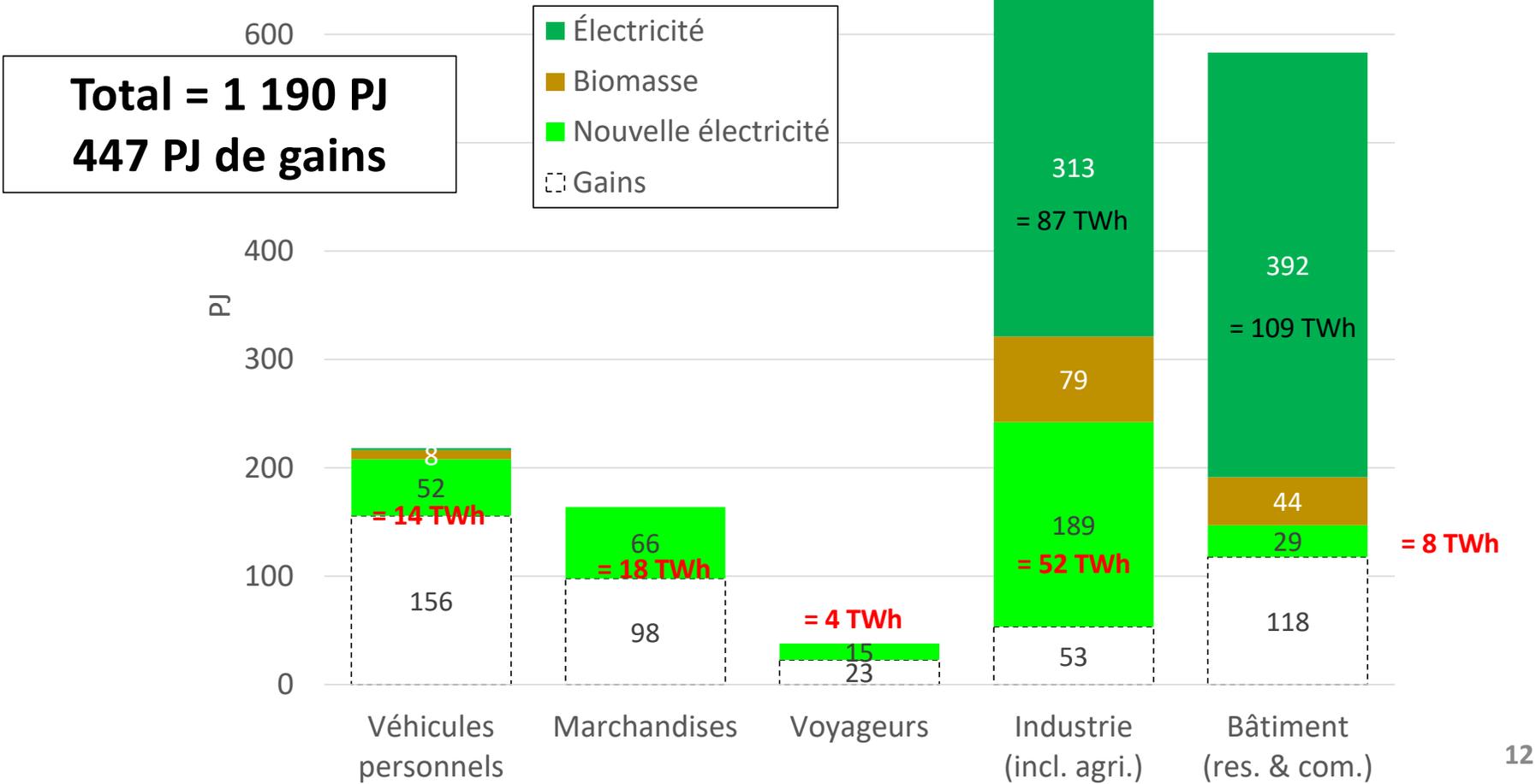
# Gains énergétiques par l'électrification

	<i>Electricity-to-Fuel ratio</i>
Véhicules personnels	0,25
Marchandises	0,4
Voyageurs	0,4
Industrie (incl. agri.)	0,78
Bâtiment (res. & com.)	0,2

Exemple:

**1 PJ** hydrocarbure => **0,25 PJ** électrique (véhicules électriques)

# Consommation d'énergie par secteur, Québec (2020) après électrification



# Impact électrique (énergie seulement)

## 2020

Capacité installée

≈ 45 000 MW

(FU 50%)

Énergie consommée

≈ 200 TWh

(700 PJ)

## Ajout dû à l'électrification

Capacité supplémentaire

≈ **32 000 MW**

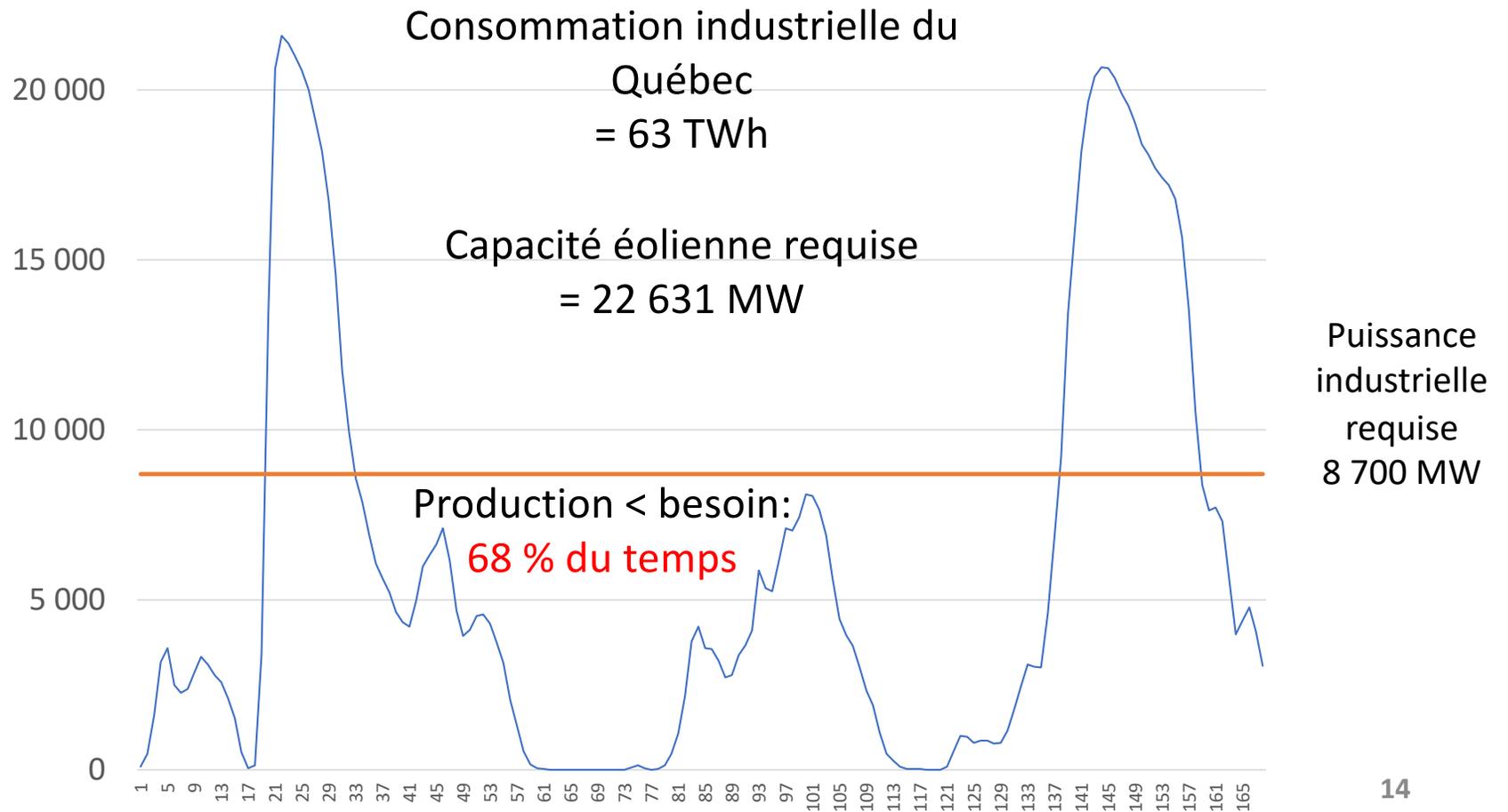
(FU 35%)

Énergie supplémentaire

≈ **100 TWh**

(350 PJ)

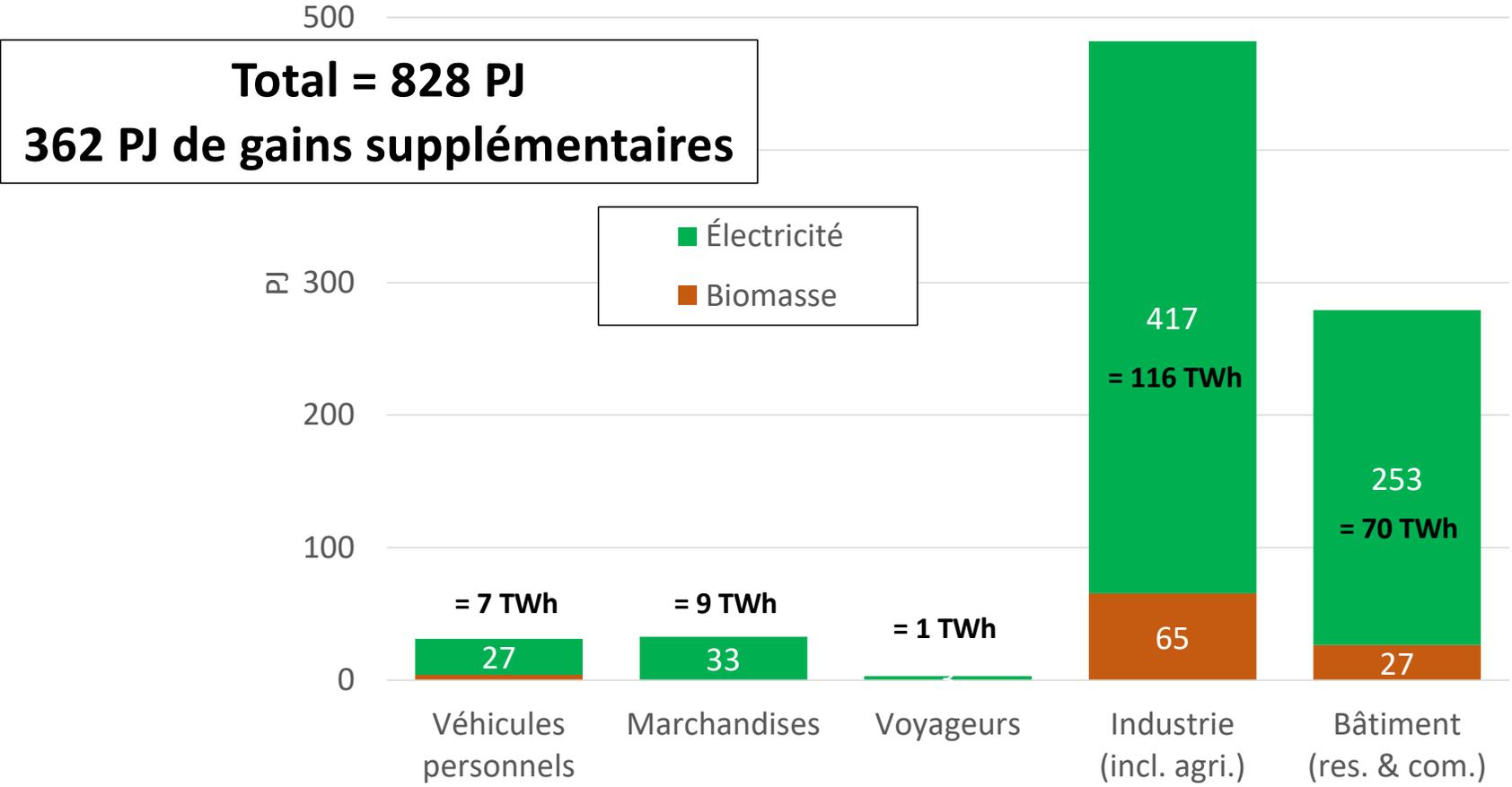
# Production éolienne vs. Besoin industriel (1 semaine)



## Gains énergétiques par l'efficacité

	Réduction réalisable
Véhicules personnels	-50%
Marchandises	-50%
Voyageurs	-80%
Industrie (incl. agri.)	-17%
Bâtiments (res. & com.)	-40%

# Consommation d'énergie par secteur, Québec (2020) après efficacité énergétique



# Impact électrique

**2020**

Capacité installée

≈ 45 000 MW

(FU 50%)

Énergie consommée

≈ 200 TWh

(700 PJ)

**Électrification  
+ Efficacité énergétique**

Énergie *totale* requise

≈ **203 TWh**

(732 PJ)

# 3. Comment réaliser cette efficacité ?

(Revenir à la base)

# Intensité énergétique par mode de transport des personnes

Mode de transport	Consommation d'énergie (MJ/ pkm)
Bicyclette	0,105
Métro	0,1584
Marche	0,218
Train (moyenne OCDE)	0,25
Autobus électrique	0,29
Voiture électrique	0,67
Autobus (moyenne OCDE)	0,7
Avion (vol international)	1,1
Petite voiture (essence)	1,3
Véhicule automobile (moyenne OCDE)	1,9
Avion (vol domestique)	2,45
Autobus (États-Unis)	2,99

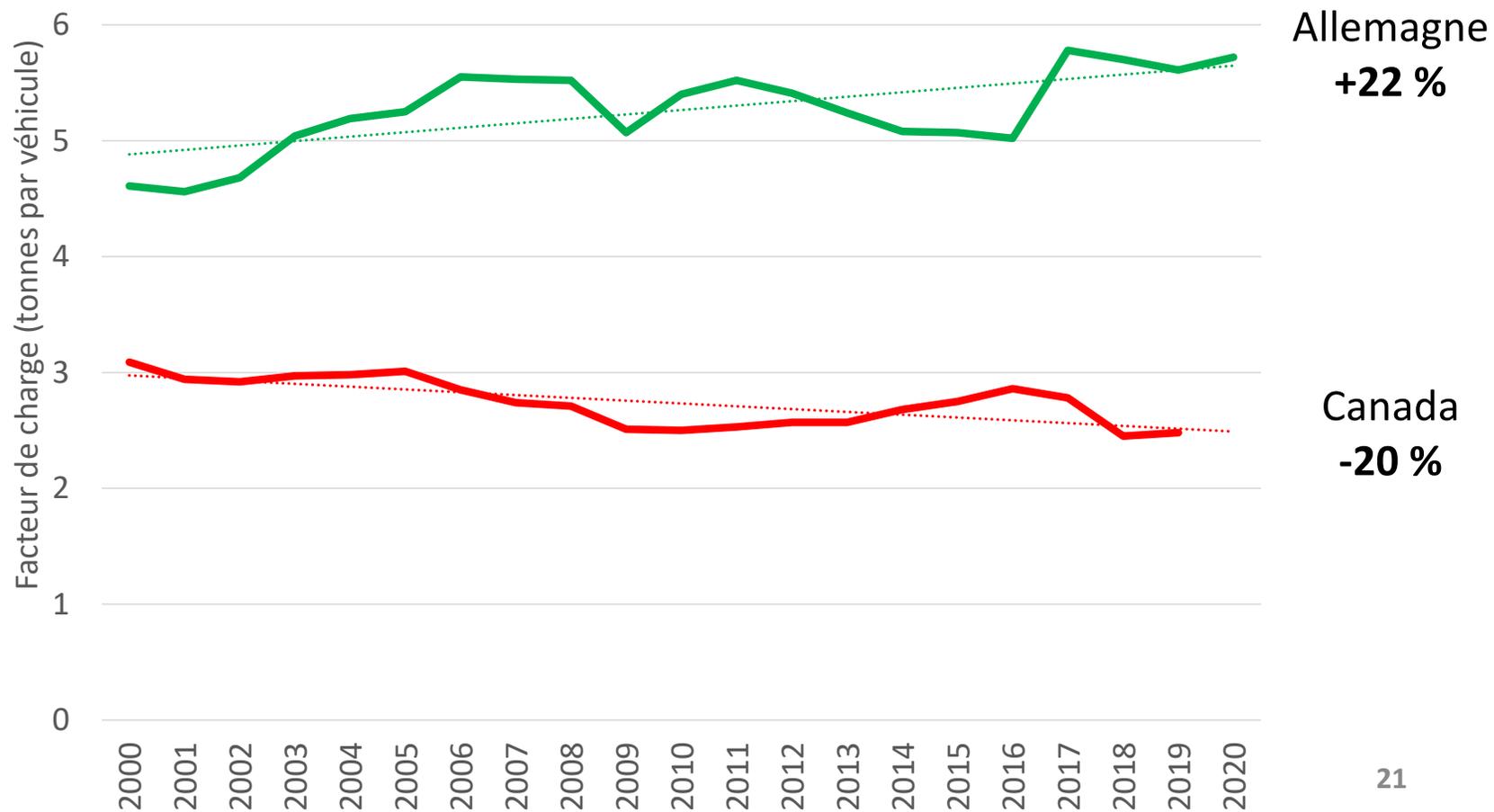


# Intensité énergétique de différents modes de transport de marchandise

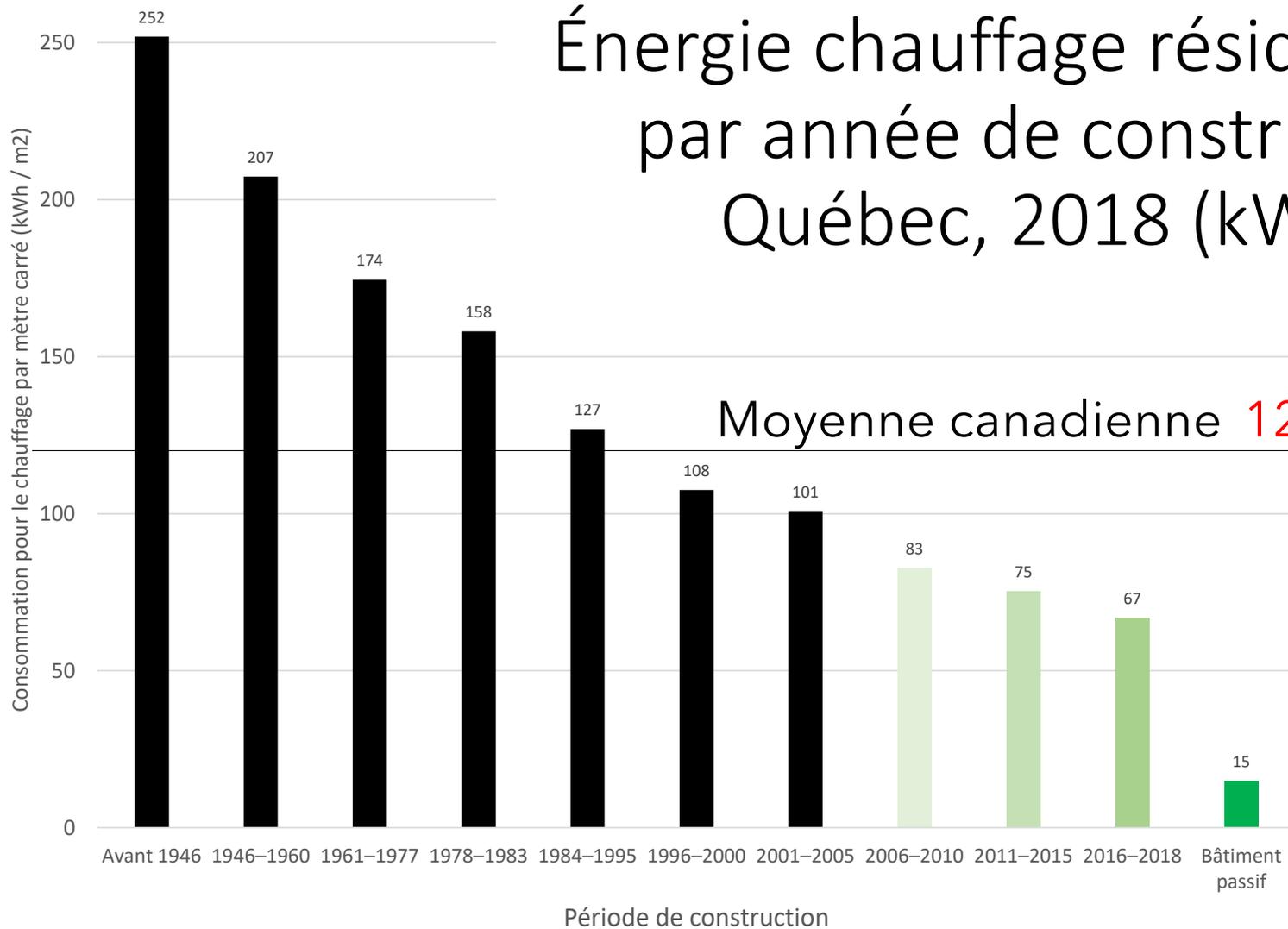
Données de 26 pays en 2019  
MJ par tonne-km

	Camion	Train	Bateau
<i>Min</i>	0,51	0,11	0,04
<b>Canada</b>		<b>0,20</b>	<b>0,38</b>
<b>Moyenne</b>	<b>2,43</b>	<b>0,29</b>	<b>0,61</b>
<b>Canada</b>	<b>2,66</b>		
<i>Max</i>	4,23	0,64	1,48

# Transport routier des marchandises: Évolution du facteur de charge (2000-2020)



# Énergie chauffage résidentiel, par année de construction, Québec, 2018 (kWh/m<sup>2</sup>)

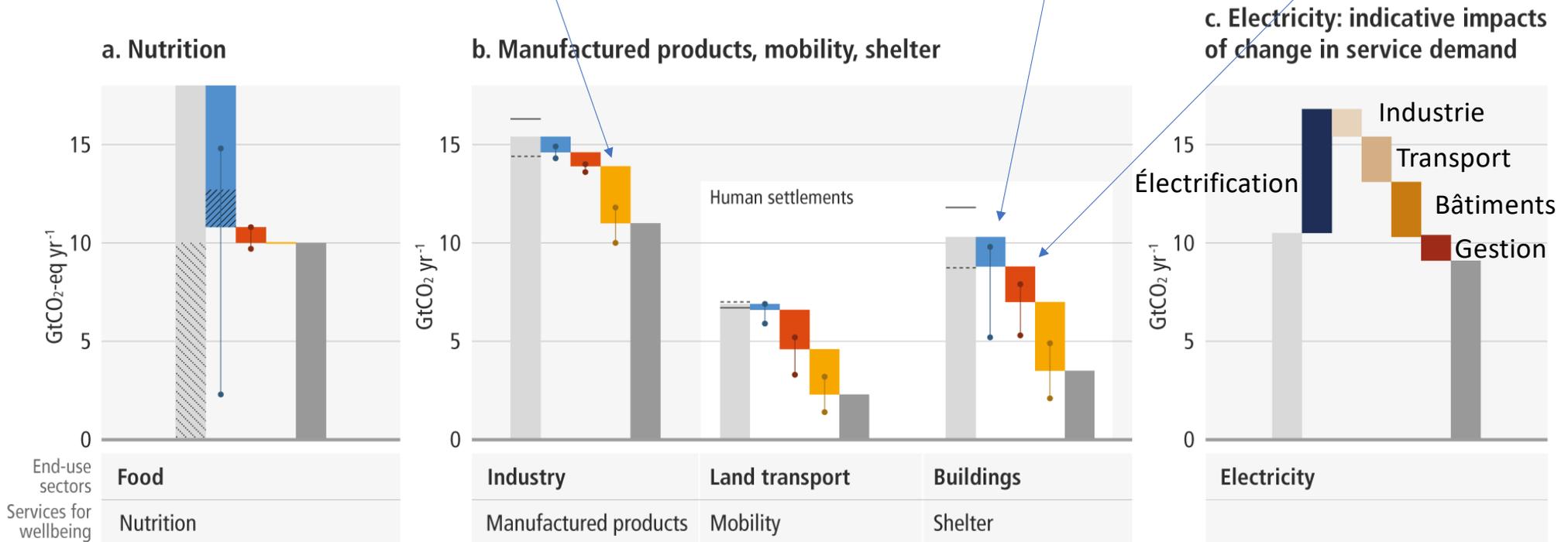


# 4. Qui parle aussi de ça ?

(Pas juste Pineau)

# Le GIEC !

Demand-side mitigation can be achieved through changes in **socio-cultural factors**, **infrastructure design and use**, and **end-use technology adoption** by 2050.



# Normand Mousseau !

« modifier substantiellement les habitudes des citoyens et des entreprises »

« Les mesures structurantes doivent être élaborées et déployées de manière large [...] [pour pérenniser] les changements de comportement.»

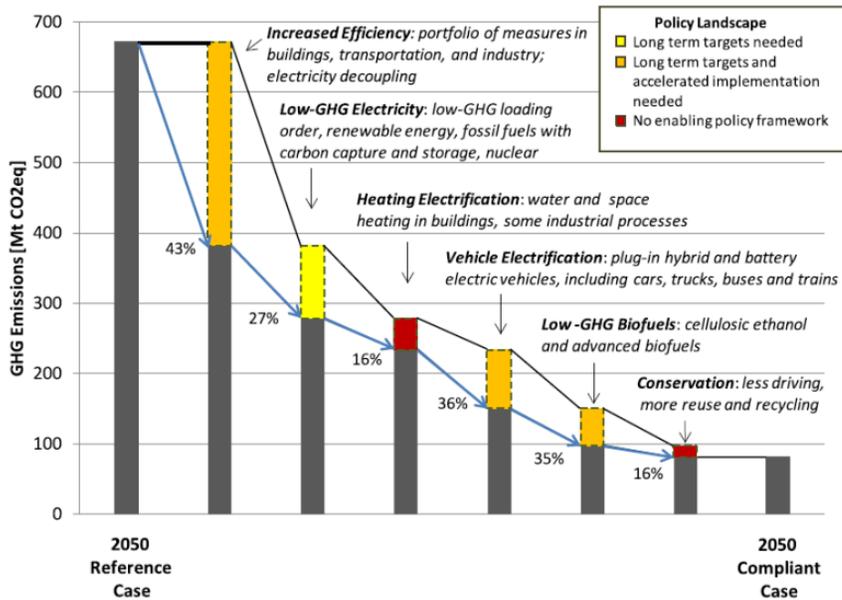
# Le ministère des transport !

- **Réduire** les besoins de déplacements (aménagement du territoire, logistique optimisée, etc.)
- **Transférer** vers des modes de transport moins énergivores
- **Améliorer** les véhicules



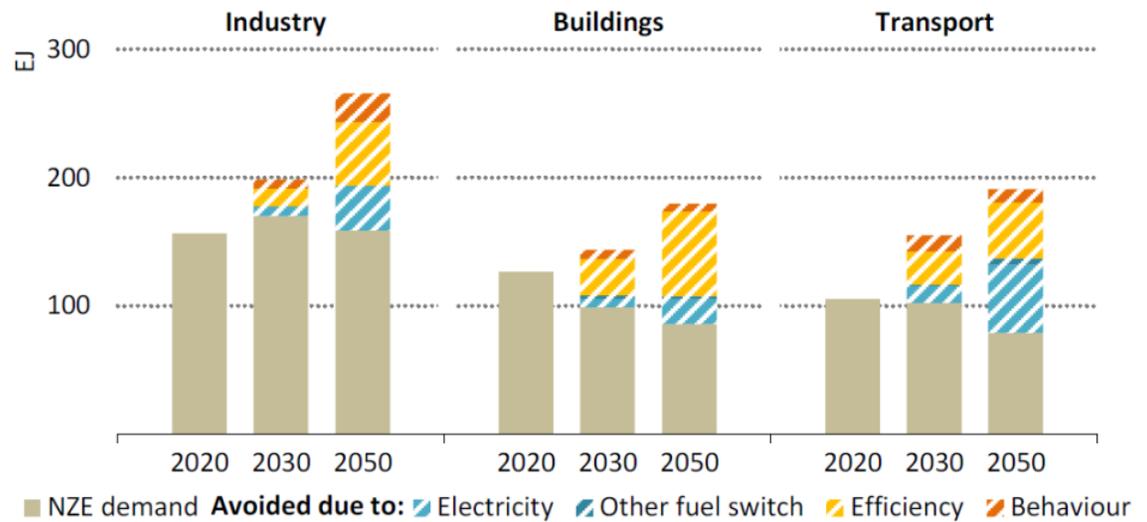
# Des californiens et l'Agence internationale de l'énergie !

## Californie



Wei et al. (2013)

## Monde

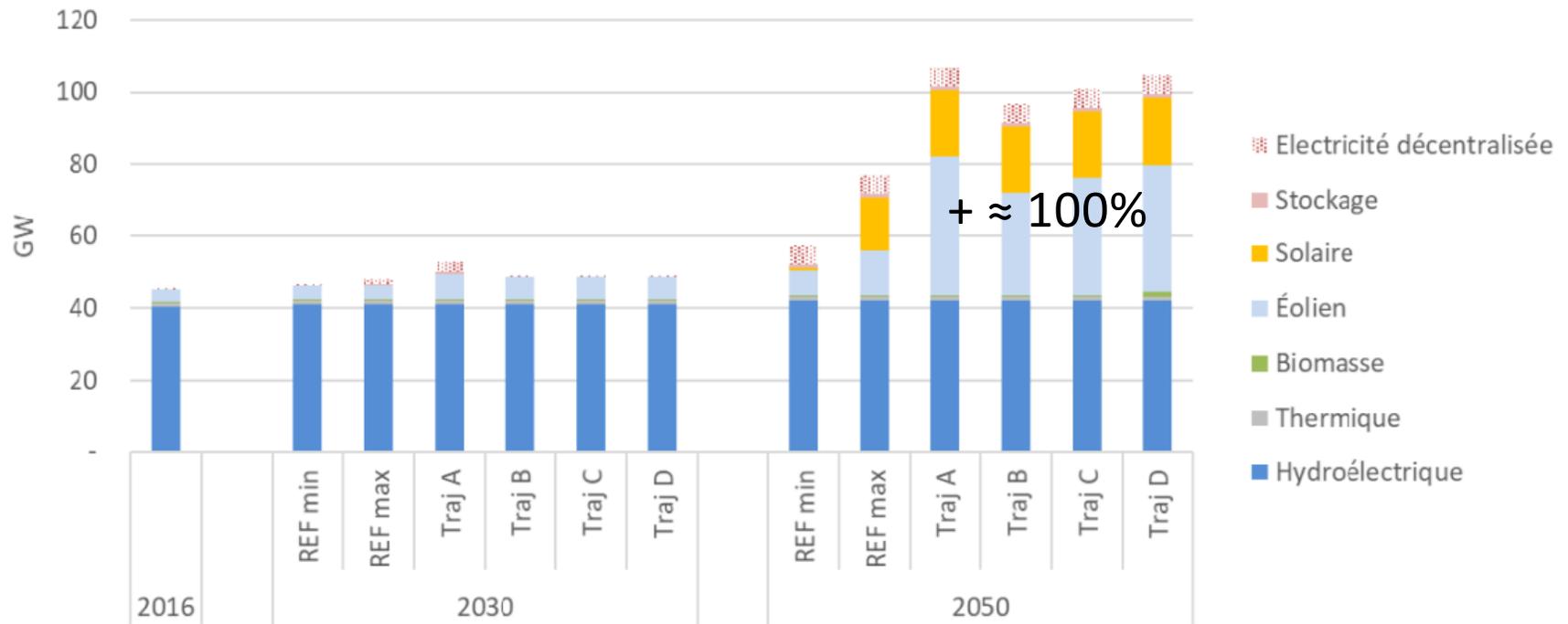


IEA (2021)

# Pas Dunsky et ESMIA !

**Total 2016 ≈ Total 2050 ≈ 1 600 PJ**

## Capacité installée pour la production d'électricité au Québec



# Conclusion

Nous avons le choix:

1. Le Québec peut consolider sa place dans le trio de tête des plus gros consommateurs d'électricité au monde, de 23 000 kWh à > 30 000 kWh par an par personne.
2. Le Québec peut devenir efficace et se réorganiser pour consommer moins d'énergie.

Toutes les options entre 1 et 2 sont ouvertes. Mais pourquoi parle-t-on essentiellement de 1 ?

# ÉTAT DE L'ÉNERGIE AU QUÉBEC

ÉDITION 2023

Chaire de gestion  
du secteur de l'énergie  
**HEC MONTRÉAL**

Québec 



<https://energie.hec.ca/eeq/>

Pierre-Olivier  
Pineau

# L'équilibre énergétique

Robert Laffont  
QUÉBEC

Chaire de gestion  
du secteur de l'énergie  
**HEC MONTRÉAL**

Internet [energie.hec.ca](http://energie.hec.ca)  
LinkedIn [Chaire énergie-HEC Montréal](#)  
Courriel [energie@hec.ca](mailto:energie@hec.ca)

# MERCI !

Partenaires de la Chaire de gestion du secteur de l'énergie:

---

**BORALEX**

**ENBRIDGE**

**energir**

**Evolugen**

**GREENFIELD**  
GLOBAL

**Hydro**  
Québec

Québec

**Schneider**  
Electric

**Valero**

**WSP**