PRODUCTIVITÉ ÉNERGÉTIQUE, ÉCONOMIE CIRCULAIRE ET INDUSTRIE 5.0

NOUVEAU POINT DE DÉPART POUR LA CRÉATION DE RICHESSE

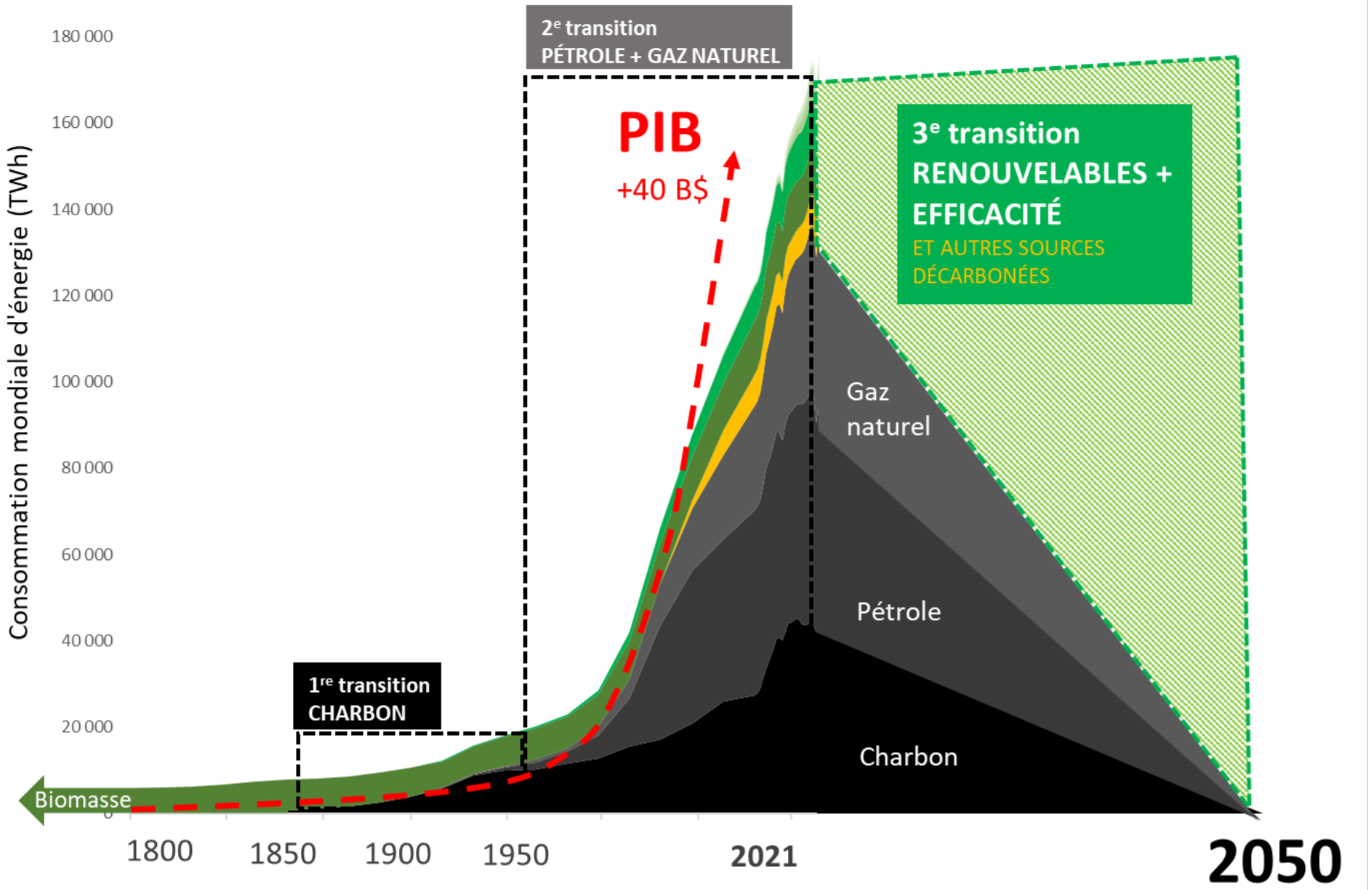
Chaire de gestion du secteur de l'énergie
HEC MONTRÉAL

Johanne Whitmore
Chercheuse principale

22 novembre 2022

LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

UN DÉFI COLLECTIF SANS PRÉCÉDENT



Hall, 2011.

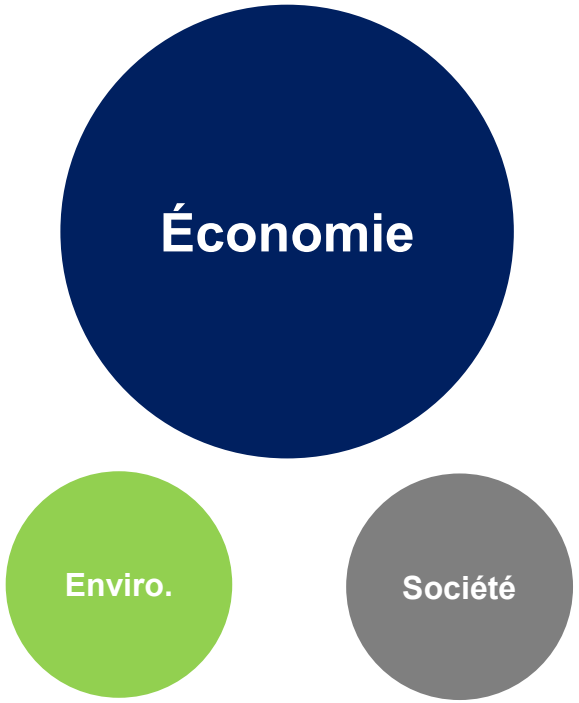
VERS UNE TRANSITION SYSTÉMIQUE…

BESOIN DE CHANGEMENT DE PARADIGME POUR LA CRÉATION DE RICHESSE

ÉCONOMIE LINÉAIRE

Ressources illimités

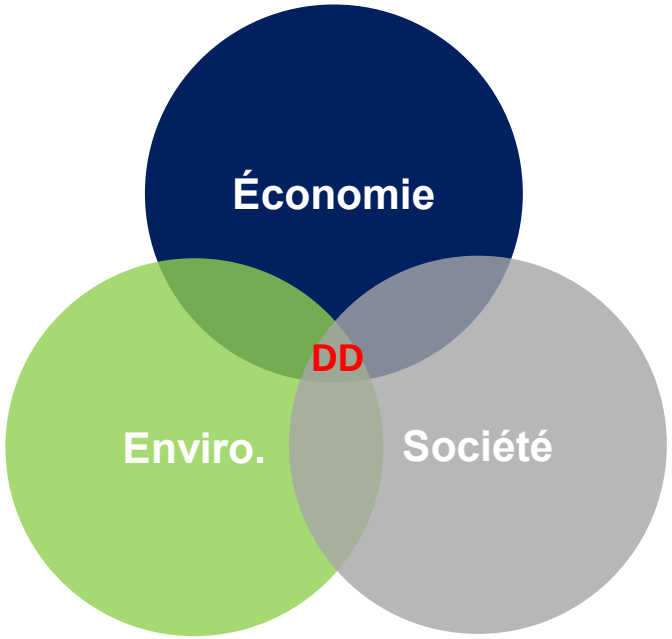
Les retours financiers sont tout ce qui compte : les entreprises privatisent les gains et externalisent les pertes.



L'art du compromis

Recherche équilibre entre l'économie, l'environnement et le social, avec **l'économie qui souvent passe en premier**

Approche actuelle
(modèle ONU, depuis 1987)



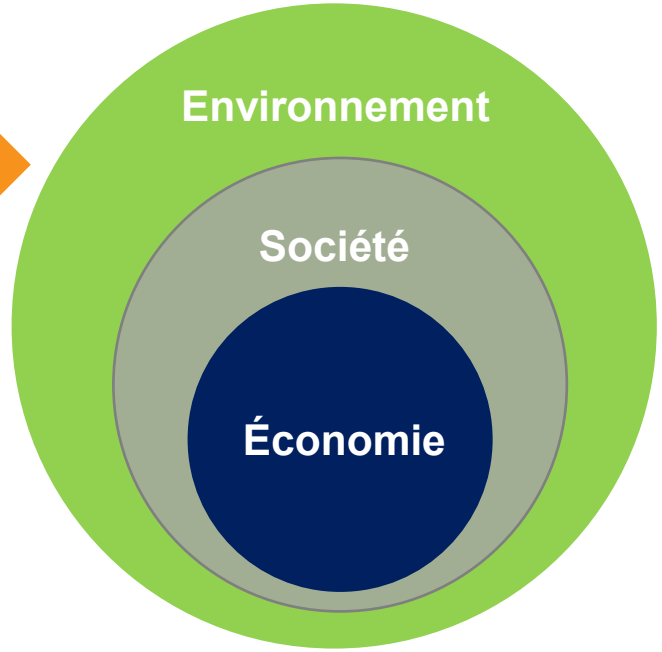
Transition

ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Valeur systémique

Le développement économique s'arrime avec les besoins de la société **à l'intérieur des limites des cycles environnementaux**

Ce qu'il nous faut…



Source : Future-Fit Foundation, 2017

BESOIN D'UN NOUVEAU POINT DE DÉPART

POUR IDENTIFIER LES SOLUTIONS

Approche actuelle X

Quelles nouvelles énergies peuvent résoudre la crise climatique sans coût à l'économie ?

Économie linéaire

$ = économie versus environnement

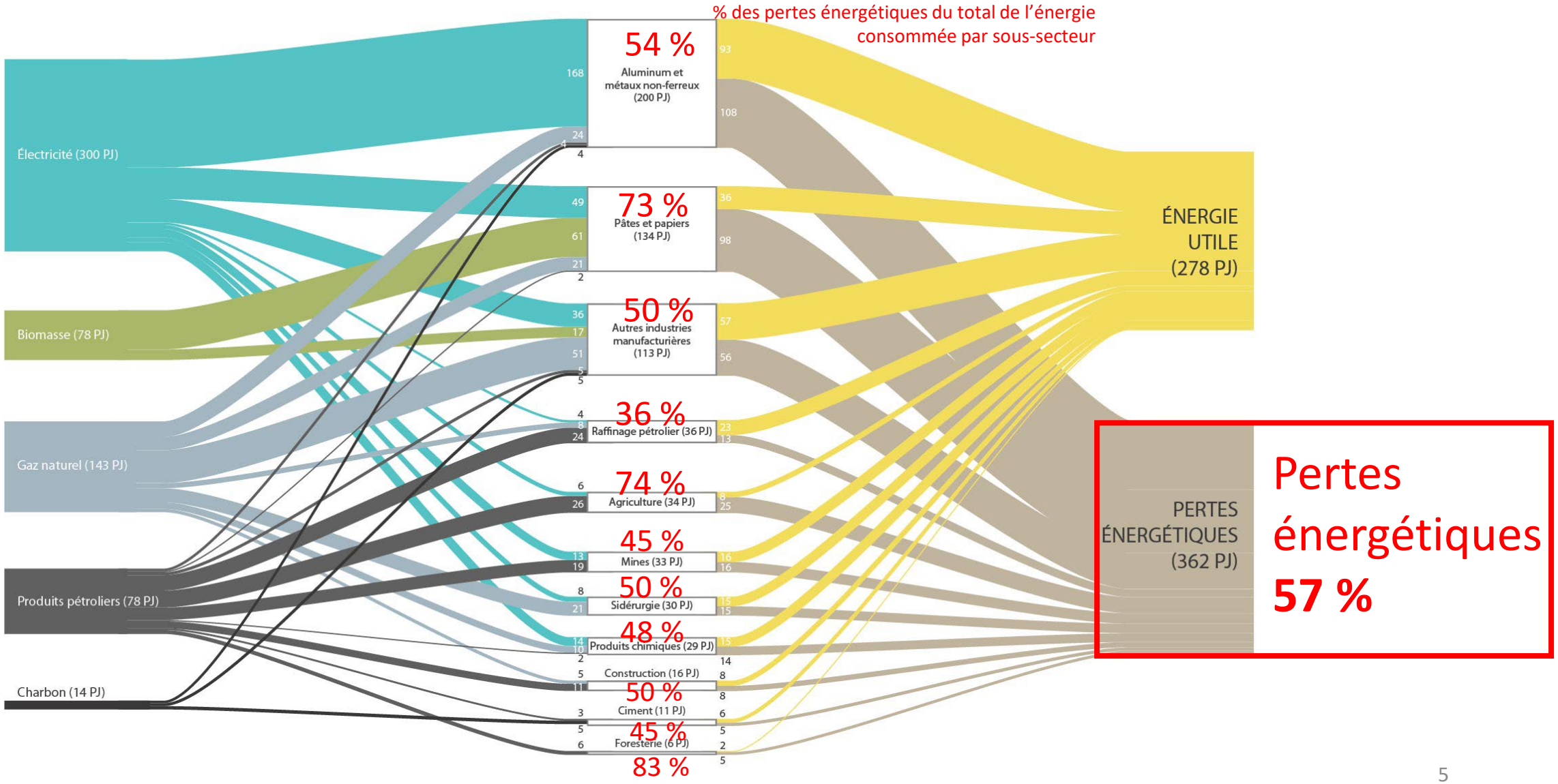
Ce qu'il nous faut… ✓

Quelles stratégies économiques et d'affaires peuvent s'accorder aux énergies renouvelables et les limites des cycles planétaires ?

Économie circulaire

$ = productivité + efficacité + optimisation

PERTES ÉNERGÉTIQUES DANS LES SOUS-SECTEURS INDUSTRIELS AU QUÉBEC, 2016



Sources : OEE, 2018 ; Département de l'Énergie des États-Unis, 2018.

1 | PRODUCTIVITÉ ÉNERGÉTIQUE

- Économie et environnement ne doivent pas s'opposer. Il faut montrer qu'il est possible de faire croître la richesse à l'intérieur des limites environnementales
- **Productivité énergétique** : nouvelle approche en matière d'efficacité énergétique pour mesurer les gains économiques sur la base d'amélioration de la performance environnementale (maximiser la création de valeur ajoutée liée à une amélioration de la consommation d'énergie et/ou émission de GES); PIB$/GJ; VA$/GJ
- La productivité est couramment utilisée dans le milieu des affaires comme *Indicateur de performance clé* (KPI), mais pas pour l'énergie
- La **productivité énergétique** est un indicateur qui aiderait dans les processus décisionnel des gouvernements et de dirigeants d'entreprises → prépare pour une transition vers une approche d'économie circulaire

PRODUCTIVITÉ DU CARBONE

- Indicateur complémentaire qui mesure la performance environnementale
  - Ex. : PIB/t. éq.CO_2; VA$/t. éq.$CO_2$

- Évalue l'impact des externalités environnementales

- Ne peut être utilisé dans toutes les circonstances, notamment si aucun carbone n'est émis ou si les émissions sont compensées

- Utile aux grands émetteurs ayant une source importante de GES non énergétique

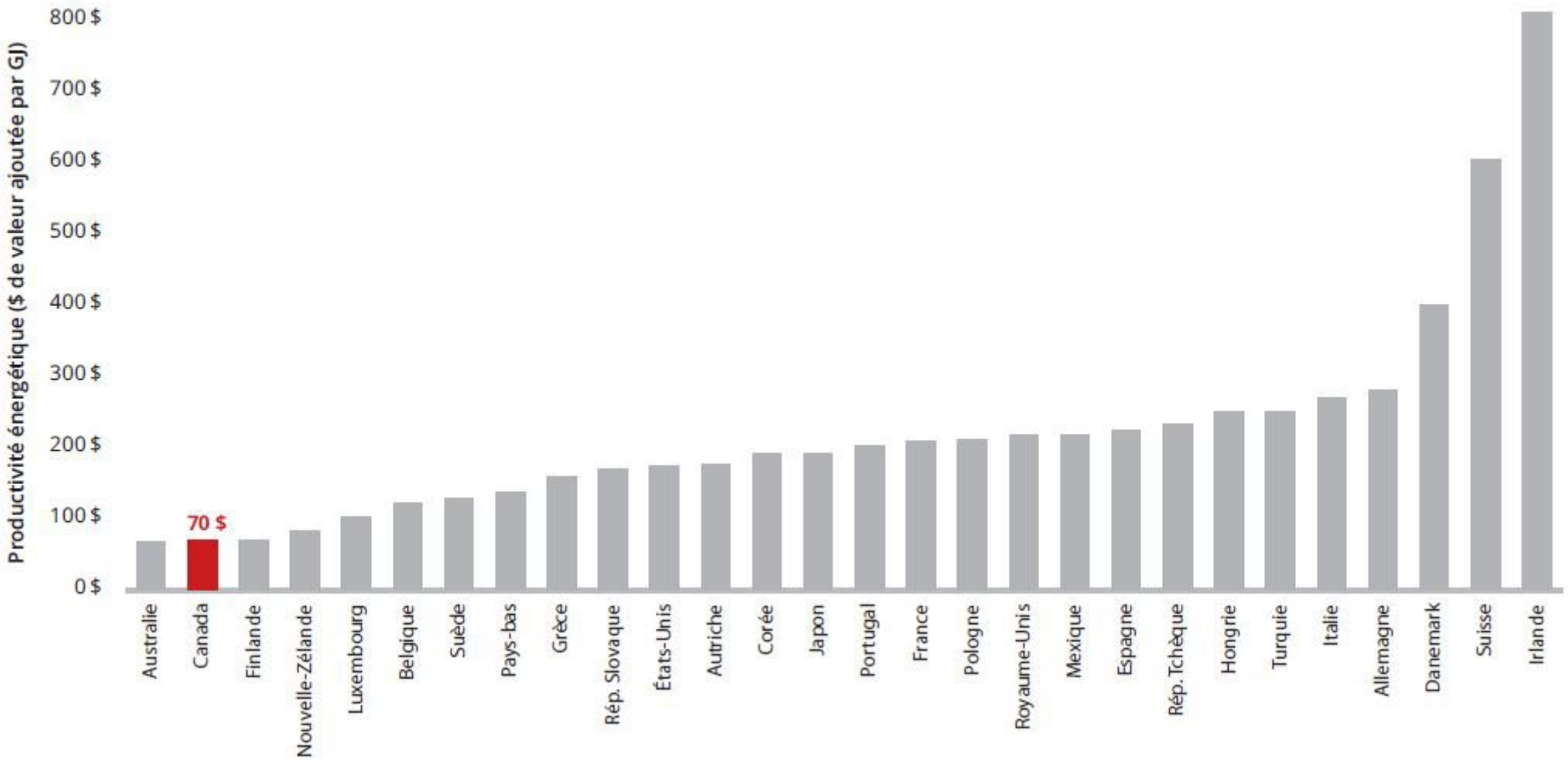
LIMITES

- Les indicateurs servent de **référence** pour identifier des mesures prioritaires à réaliser une transition et en évaluer la performance par rapport aux objectifs fixés
- Les progrès réalisés ne peuvent être captés par **un seul** indicateur
- La PÉ et la PC sont des mesures relatives et sont à risque de l'**effet rebond**
- Elles ne sont **pas garantes d'une réduction globale** de la consommation et des impacts environnementaux
- Pour tirer profit, ces indicateurs doivent s'inscrire dans un **cadre stratégique global** et être utilisés avec d'autres mesures de suivi de performances environnementales et économiques (ex., ACV, consommation d'énergie totale)

3 | PRODUCTIVITÉ ÉNERGÉTIQUE DES ÉCONOMIES

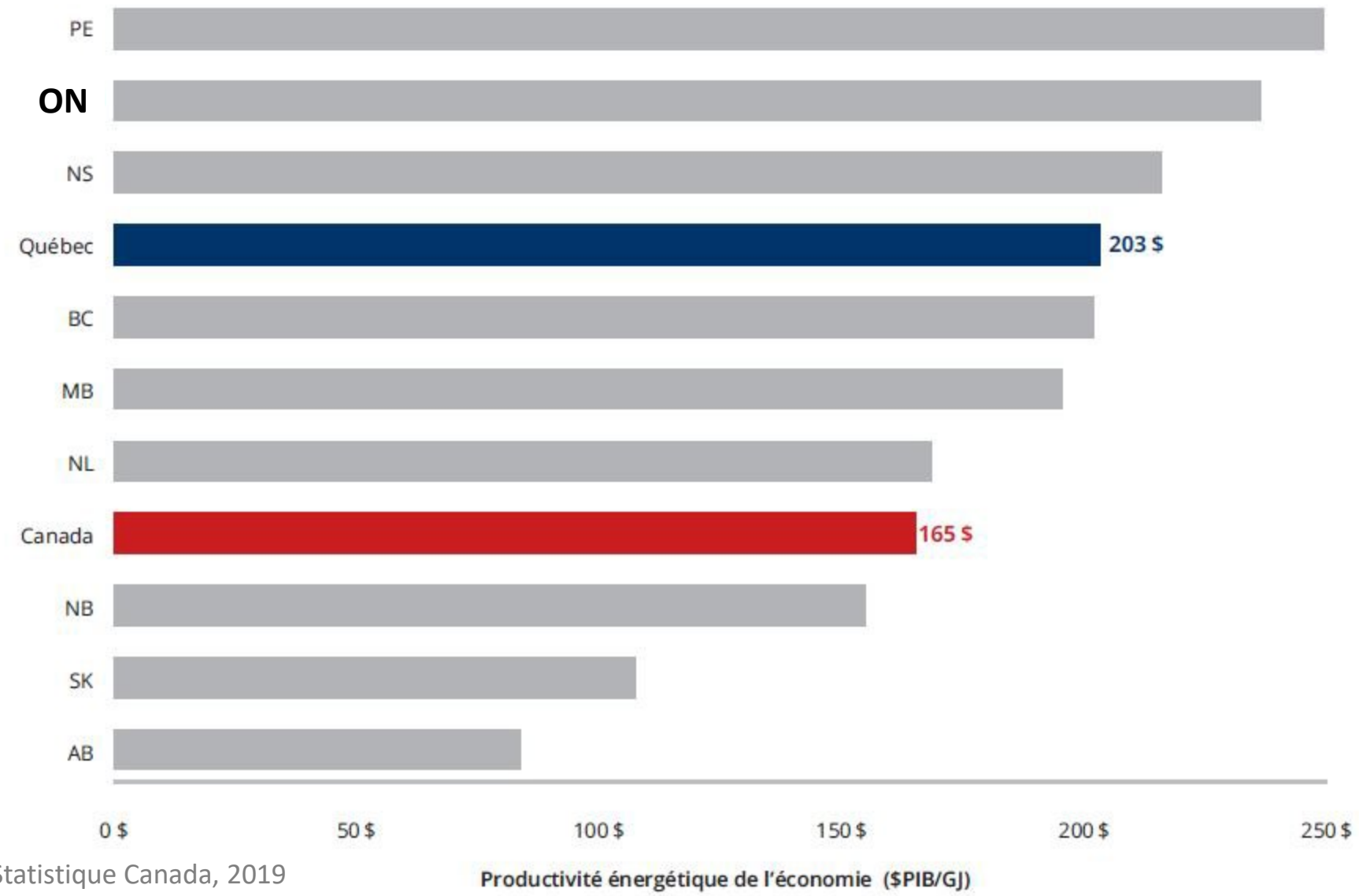
- Le Canada et le Québec gagneraient à mieux comprendre la PÉ de leurs économies, puisqu’elles sont parmi les plus faibles au monde
- Québec accuse un retard de 14 % par rapport à la productivité énergétique de l’Ontario
- Tous les secteurs peuvent améliorer leur productivité énergétique

PRODUCTIVITÉ ÉNERGÉTIQUE DU SECTEUR INDUSTRIEL MANUFACTURIER DE PAYS DE L'OCDE, 2016



Source : AIE, 2019

PRODUCTIVITÉ ÉNERGÉTIQUE DES ÉCONOMIES DES PROVINCES CANADIENNES, 2015



Source : Statistique Canada, 2019

COMMENT REDRESSER LA SITUATION ?

- Adopter des cibles et assurer un suivi de la PÉ aux échelles des entreprises, des secteurs et de chaque province
  - Allemagne : Croissance annuelle de la PÉ de 2,1 % d'ici 2030
  - É.-U. : Doubler la PÉ en 2030 par rapport à 2010
  - Australie : Améliorer la PÉ de 40 % en 2030 par rapport à 2015

- Développer des réseaux d'échange et d'apprentissage
  - *Large industrial Energy Network (LIEN)* – Irlande (199 entreprises; 70 %)
  - Learning Energy Efficiency Network (LEEN) – Allemagne (1 600 entreprises)

- Déployer des stratégies et des mesures pour accroître la productivité de l'énergie plus rapidement

4 | EXEMPLES DE STRATÉGIES POUR +PÉ

1. Lean Energy (*kaizen* ; cartographie de la chaine de valeur de l'énergie ; analyse multivariée)

Identifie et élimine les pertes et le gaspillage d'énergie dans les processus par l'optimisation de la production, la recherche systématique, la quantification et la **réduction de la consommation de ressources sans valeur ajoutée.** (ex., logiciels EXPLORE; RETScreen Expert)

2. Système de management de l'énergie (SME)

Formalise la gestion de l'énergie dans les entreprises en mettant en place un cadre de gestion axé sur la recherche de gains énergétiques par l'**amélioration continue** (ex., ISO 50001; *US DOE Better Plants - Superior Energy Performance 50001;*)

COMPARAISON DU NOMBRE DE CERTIFICATION ISO 50001 PAR PAYS, 2021

Allemagne : 5 498 certifications ISO 50001

La certification est volontaire, mais…

- Selon la *Loi allemande sur les services énergétiques*, **toute organisation sans SME normé doit réaliser un audit énergétique tous les 4 ans**;
- La **certification ISO 50001 est la condition préalable** à d'importants allégements fiscaux, tels que le plafonnement des taxes ou la limitation de la surtaxe énergétique.

Sources :
TUV Nord, 2022. https://www.tuev-nord.de/en/company/certification/iso-50001/
Faunhofer ISI, n.d., https://iea.blob.core.windows.net/assets/imports/events/304/ROHDEGermany.pdf

Canada : 22 certifications
(dont 4-5 au Qc)

Sources : ISO, 2022. https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1

4 | EXEMPLES DE STRATÉGIES POUR +PÉ (suite)

3. Économie circulaire

Recherche de **plus grande circularité** dans les flux physiques et énergétiques d'un système afin de réduire les besoins en matière première, de même que les rejets et les pertes, et créer de nouvelles sources de revenus par leur revalorisation.

4. Industrie 5.0

Réindustrialisation durable et responsable, visant l'implantation de **technologies numériques** pour enregistrer et contrôler, **en temps réel**, les équipements et processus à chaque étape de la production afin de piloter efficacement les besoins des entreprises par une gestion ciblée et optimale des ressources.

5 | ÉTUDES DE CAS

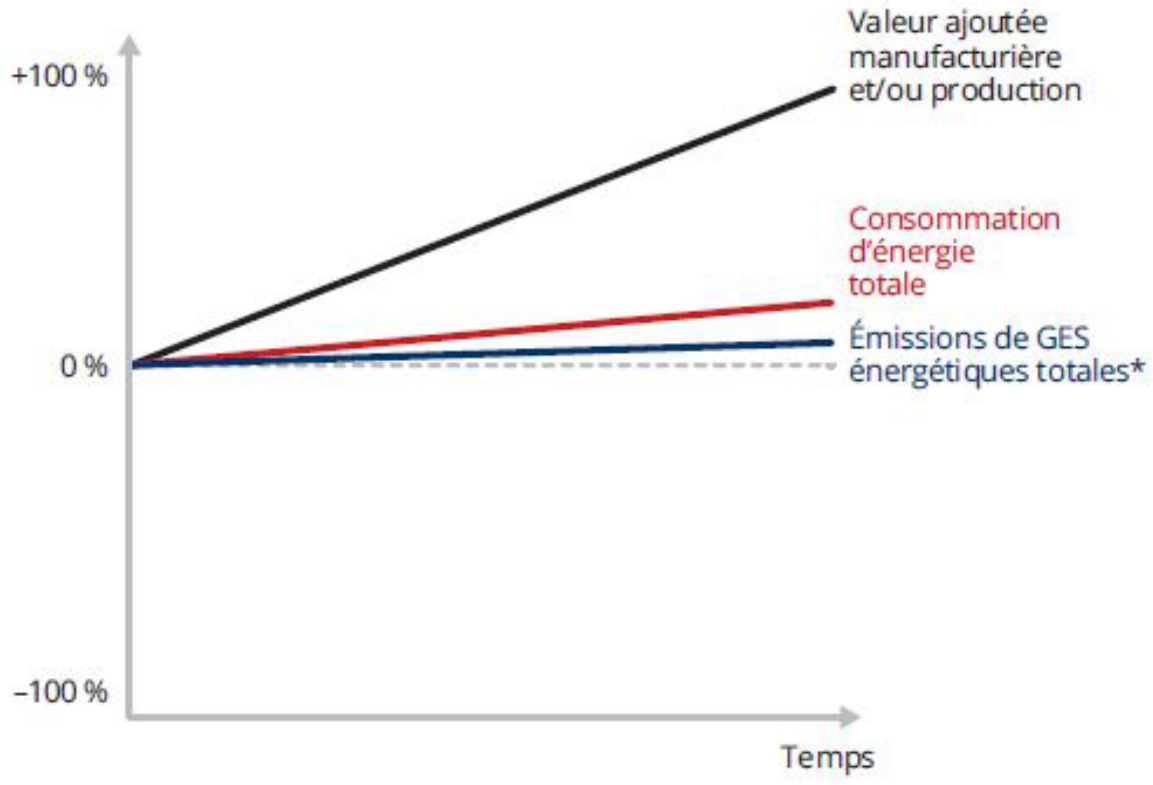
1. Harbec (États-Unis) / SME - ISO 50001, US DOE Superior Energy Performance
2. Bridgestone Canada / Modernisation vers l'industrie 4.0
3. Tafisa Canada / Économie circulaire
4. Papier Masson White-Birch / Lean Energy – Kaizen-blitz

LEÇONS À TIRER DES ÉTUDES DE CAS

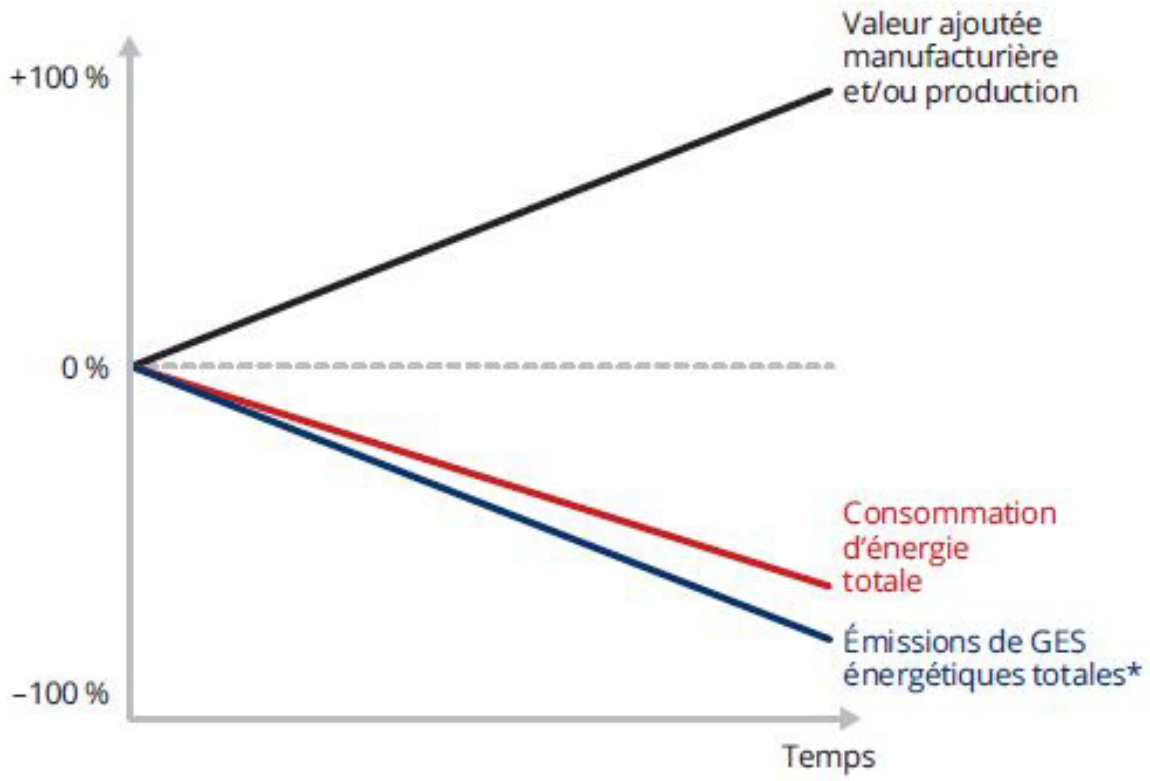
- Les études de cas montrent une amélioration de la PÉ grâce aux différentes stratégies mises en place
- La productivité du carbone (PC) est complémentaire et témoigne de l'évolution de la performance environnementale
- Les indicateurs PÉ et PC doivent être utilisés avec d'autres indicateurs absolus
- Décarboniser exige de découpler la valeur produite associée à la consommation d'énergie ou aux émissions de GES de façon absolue

DÉCOUPLAGE RELATIF ET ABSOLU ASSOCIÉ À L'AMÉLIORATION DE LA PRODUCTIVITÉ ÉNERGÉTIQUE

Relatif



Absolu



6 | CONCLUSIONS ET PISTES D'ACTIONS

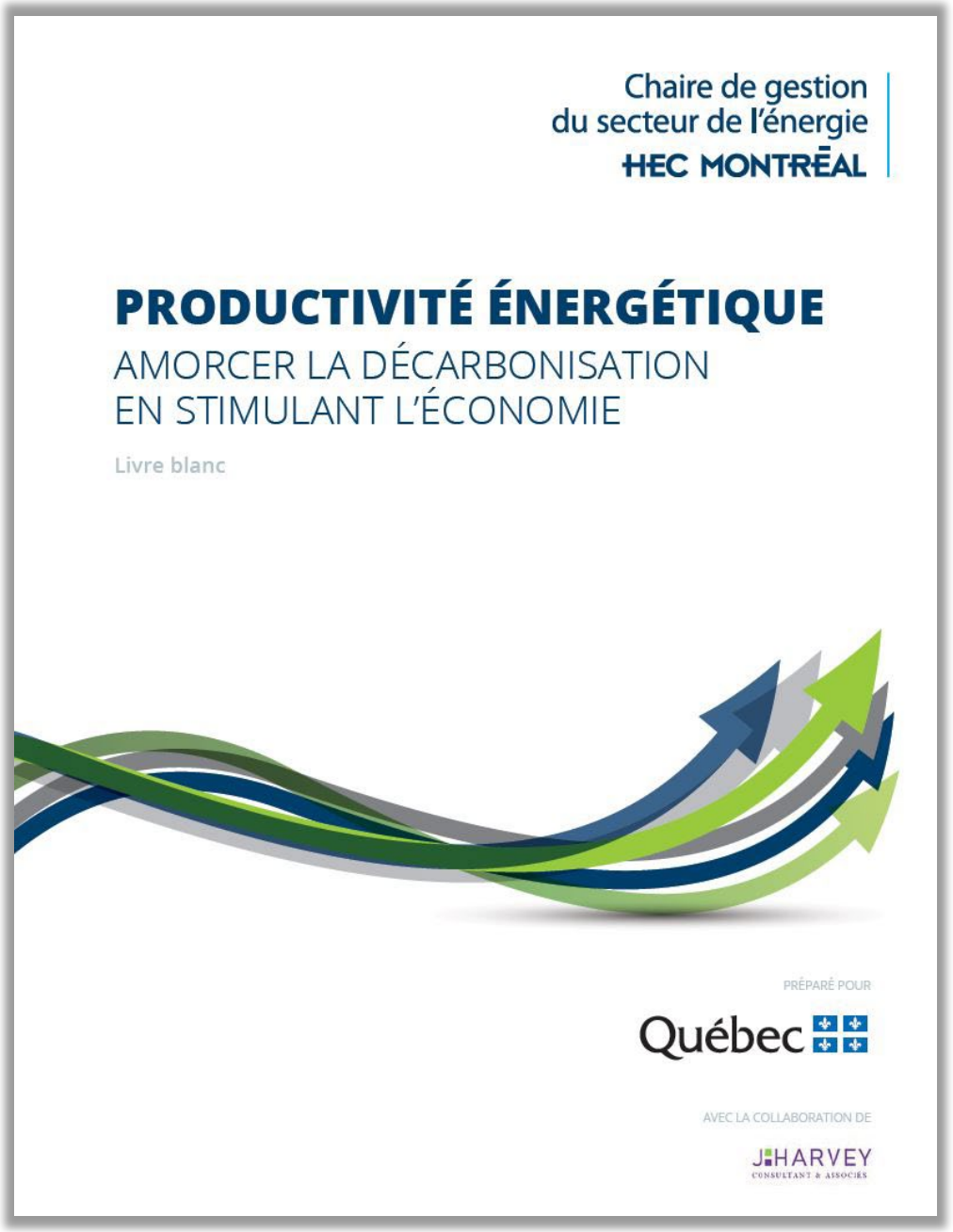
1. **Vision, cibles et stratégie globale.** À adopter pour l'accélération de la productivité énergétique au Québec

2. **Indicateurs de PÉ (et PC).** À intégrer les dans les processus décisionnels (ex., programmes gouvernementaux, ententes sectorielles, rapports d'indicateurs clés de performance)

3. **Cibles publiques et programmes d'amélioration en entreprise.** Pour améliorer la PÉ, fondés sur l'atteinte de résultats et la performance globale

4. **Effet rebond.** À prendre en compte pour l'atténuer ou l'éliminer dans les politiques et mesures énergétiques

5. **Économie circulaire**. Inscrire la transition énergétique dans une politique plus large d'économie circulaire (ex., France, Pays-Bas)



TÉLÉCHARGEZ LE RAPPORT

energie.hec.ca/productiviteenergetique

Chaire de gestion
du secteur de l'énergie
HEC MONTRÉAL

Internet energie.hec.ca
Twitter @HECenergie
Courriel energie@hec.ca

Partenaires de la Chaire

BORALEX
ENBRIDGE
energir
Evolugen
GREENFIELD GLOBAL
Hydro Québec
Québec
Schneider Electric
Valero
wsp

ANNEXES

HARBEC (Ontario, New York)

- Fabricant américain de pièces de plastique et de métal (10 000 t/an)

Stratégies

- ISO 50001, programme US DOE *Superior Energy Performance*
  - PRI : 2-3 mois
- Optimisation des micro-turbines au gaz naturel
  - PRI : 2,4 ans
- Installation d'une éolienne
  - PRI 8-10 ans
- Achat de crédits compensatoire de GES

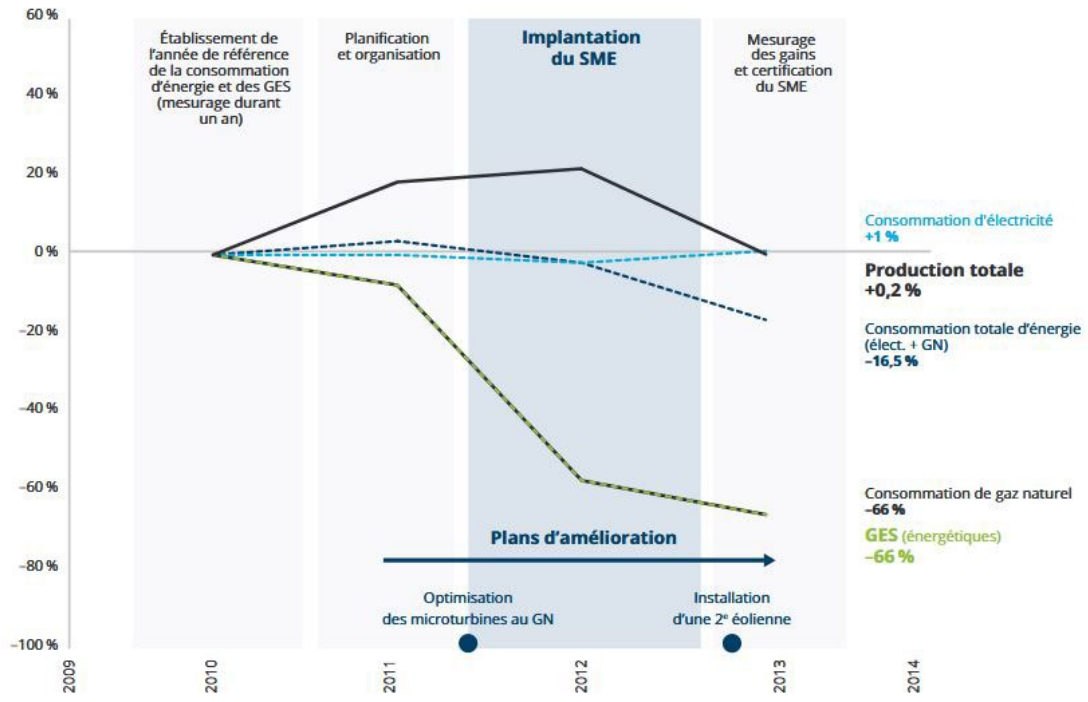
- Aide financière : 400 000 $US

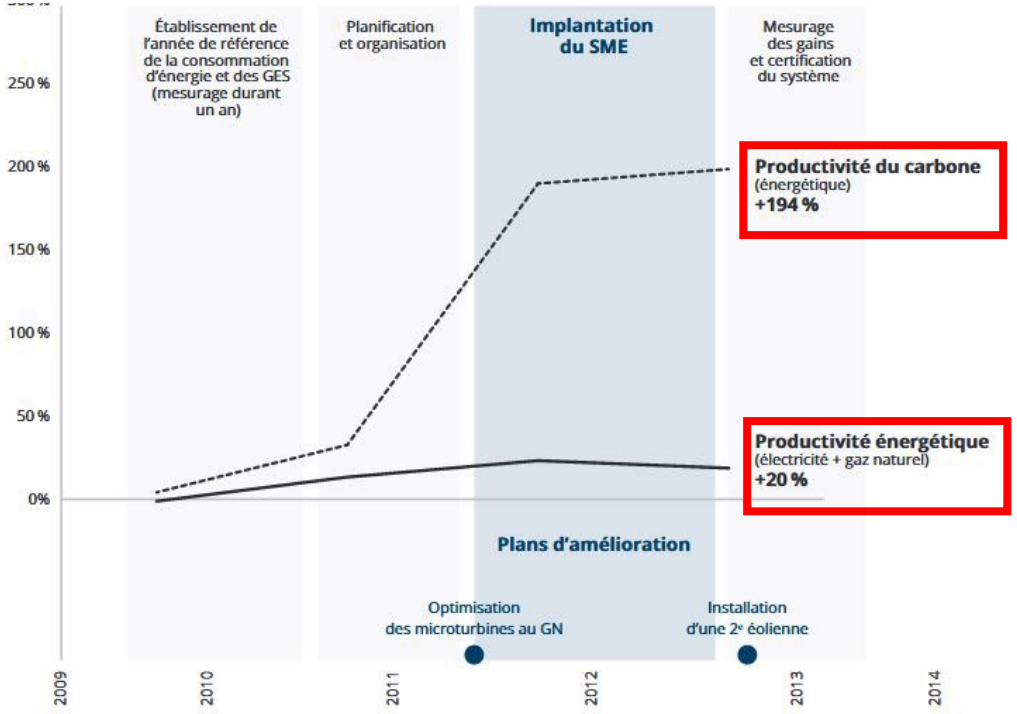
Résultats (2010-2013)

- Productivité énergétique : **+20 %**
- Productivité du carbone : **+194 %**

Leçon

Importance d'un robuste SME





BRIDGESTONE CANADA

(Joliette, Québec)

- Fabrication de pneus pour voitures

Stratégie

- Démarche de modernisation vers l'industrie 4.0
- Substitution du mazout par le gaz naturel, chaudière électrique hors pointe
- Modernisation de l'éclairage, EFV, compresseurs d'air, réseau de vapeur, équipement vulcanisation (2005-2015)

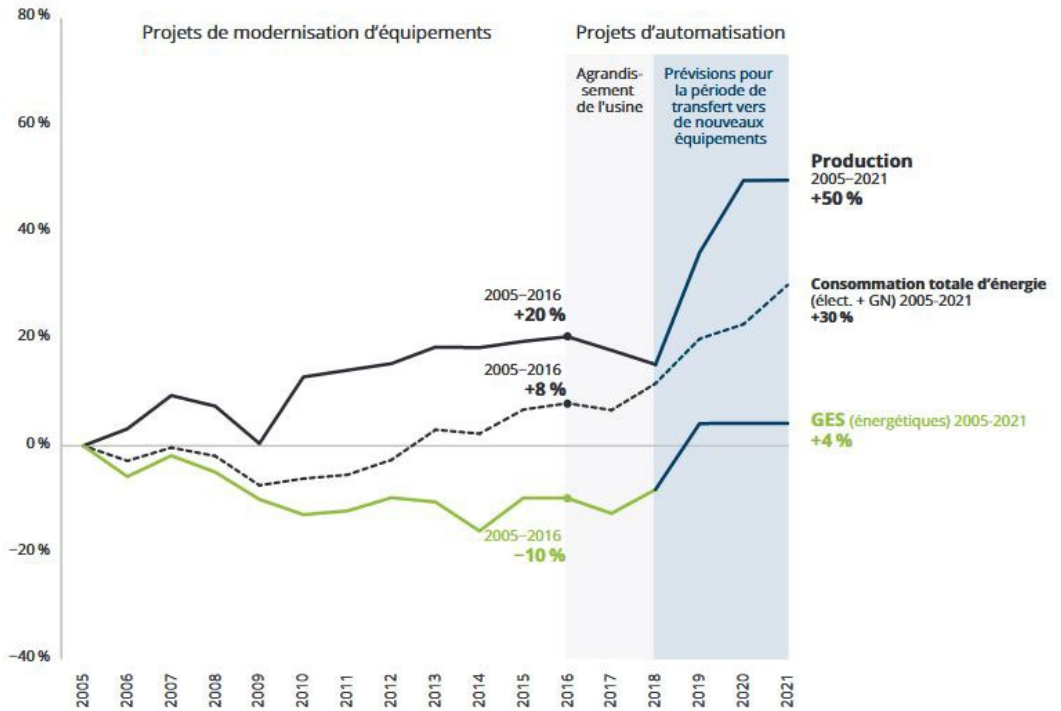
- Aide de financière de TEQ : 1,17 M$ (13 %)

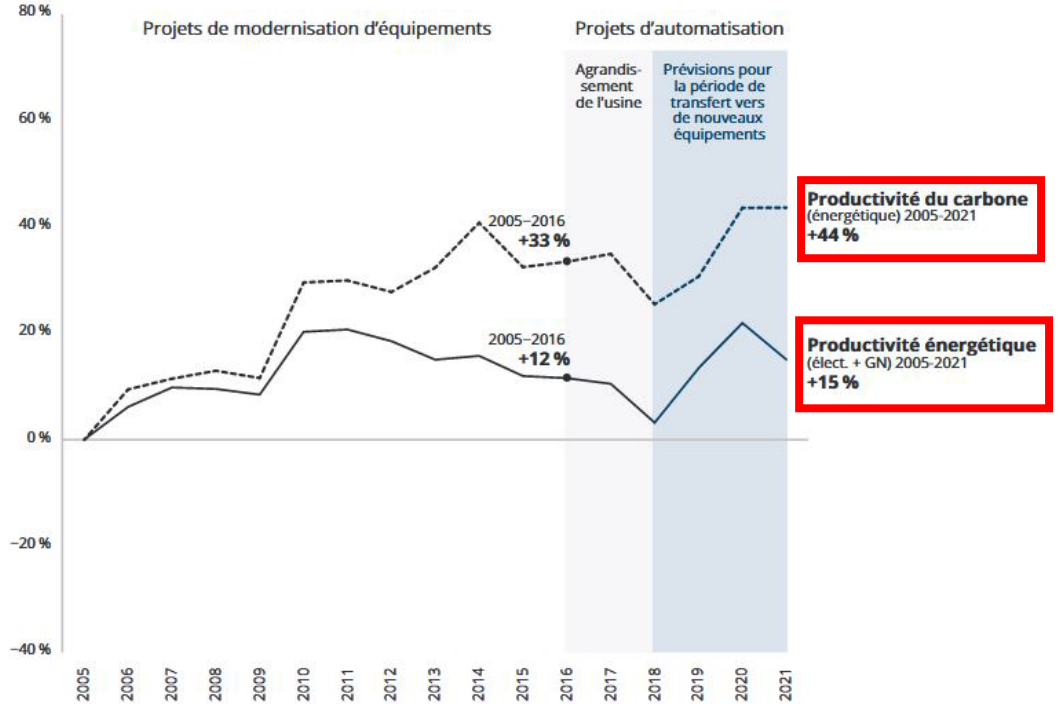
Résultats (2005-2016 / *2005-2021*)

- Productivité énergétique : **+12 % / *+15 %***
- Productivité du carbone : **+33 % / *+44 %***
- Production (2005-2021) : **+50 %**

Leçons

- Agrandissement
- Analyses énergétiques et études comparatives des meilleures pratiques.
- Évolution vers la gestion d'énergie (ISO 50001)





AUTRES CAS

TAFISA CANADA (Lac-Mégantic, Québec)

- Fabrication de panneaux particules et décoratifs

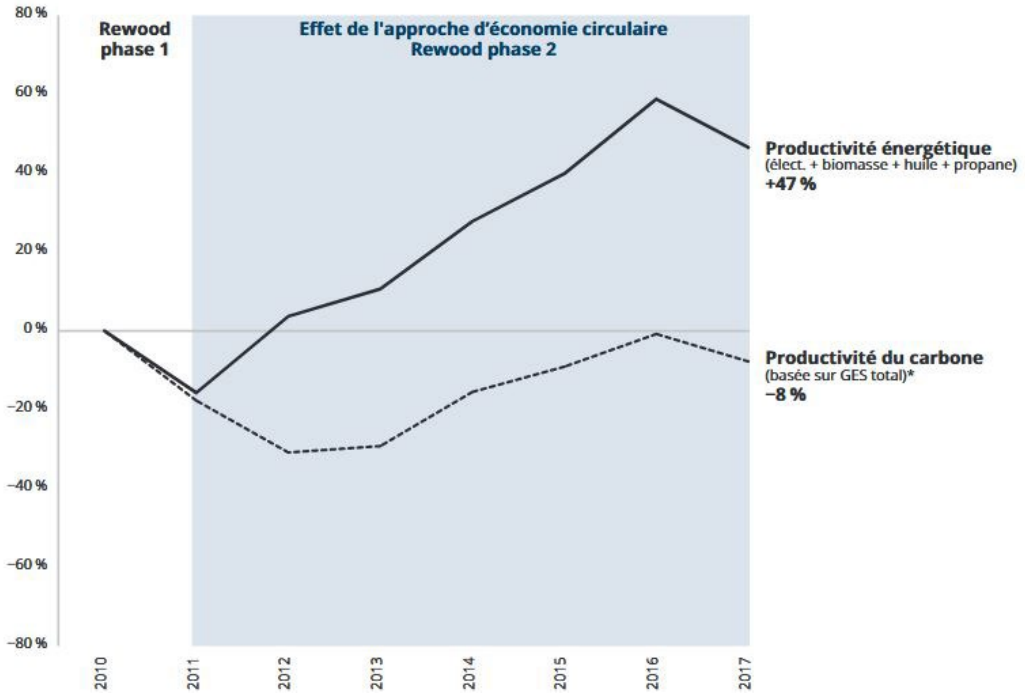
Stratégie

- Économie circulaire par l'utilisation de fibres post-consommation (*Rewood*)

Résultats (2010-2017)

- Valeur ajoutée manufacturière : **+59 %**
- GES compensées : **-61 %**
- Productivité énergétique : **+47 %**
- Productivité du carbone (GES total, non compensé) : **-8 %**

Tafisa Canada



PAPIER MASSON WB (Gatineau, Québec)

- Papier journal de pâte thermomécanique

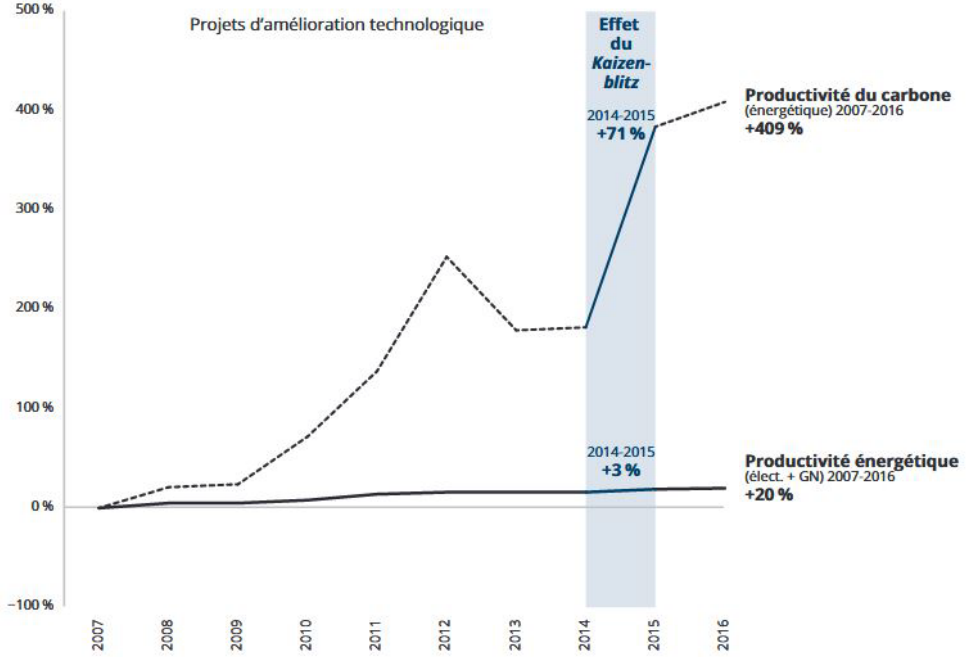
Stratégies

- *Kaizen-Blitz* et chasse aux trésors d'*Energy Star*

Résultats (2014-2015)

- Productivité énergétique : **+3 %**
- Productivité du carbone : **+71 %**

Papier Masson WB



L'EFFET REBOND

- **Définition :** Gain en efficacité moindre à cause d'une consommation additionnelle, liée directement ou indirectement au gain en efficacité
  - Ex., amélioration de la performance des voitures en matière de consommation (effet direct = 32 %)
- **Conséquence** : affaibli l'impact des mesures, investissements et politiques en EÉ et GES; éloigne de l'atteinte des cibles
- Ampleur de l'effet varie selon secteurs et technologies (0 % à plus de 50 %)
- Existe différents types d'effet rebond (direct, indirect, intrinsèque, secondaire…)
- Complexe à mesurer, car résulte de plusieurs facteurs et à différentes échelles
- L'existence du phénomène et le besoin de l'atténuer pour optimiser l'efficacité des politiques de transition énergétique et climatique est peu contesté dans le milieu de la recherche

ATTÉNUER L'EFFET REBOND - QUÉBEC

- Éliminer possibilité de fuites de carbone dans le système
  - Tarifs frontaliers pour inclure le prix du carbone
  - Élargir la couverture du SPEDE aux secteurs non assujettis (≈≈5%)

- En l'absence de prix du carbone assez élevé pour changer les comportements, des mesures complémentaires sont de mises:
  - Règlementations
  - Écofiscalité
  - Politiques d'aménagement
  - Programmes d'information
  - Etc.