

22. Les défis de l'énergie

22.5 – *L'efficacité énergétique*

Daniel R. Rousse, ing., Ph.D.

Département de génie mécanique

Valéry J. Bouchard

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs
- L'efficacité énergétique
- La situation au Canada
- Efficacité énergétique applicable aux bâtiments
- Exemples
- Conclusion

Plan de la présentation

- ***Introduction et objectifs***
- L'efficacité énergétique
- La situation au Canada
- Efficacité énergétique applicable aux bâtiments
- Exemples
- Conclusion

Question

- L'efficacité énergétique permet :
 - A. Un meilleur rendement
 - B. Une augmentation des coûts de l'énergie
 - C. Un meilleur retour sur investissement
 - D. D'augmenter la consommation d'énergie
 - E. Toutes ces réponses



ENR2020

Introduction et objectifs

- L'objectif primordial est la **sobriété énergétique**. Il est possible de diminuer la consommation par l'entremise de nos habitudes de vies, mais aussi par **l'efficacité énergétique**.
- L'efficacité énergétique (EÉ) permet un **meilleur rendement** et **retour sur investissement**. Il est donc important de comprendre son fonctionnement et de l'augmenter le plus possible.
- Sans son optimisation, l'implantation des énergies renouvelables serait beaucoup moins favorable.

Introduction et objectifs

- Objectifs:
 - Comprendre ce qu'est l'efficacité énergétique
 - Survoler quelques applications dans divers domaines
 - Connaître la situation sur l'EÉ au Canada
 - Comprendre la structure énergétique des bâtiments et ses systèmes CVCA
 - Connaître quelques-uns des domaines d'exploitation

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs
- ***L'efficacité énergétique***
- La situation au Canada
- Efficacité énergétique applicable aux bâtiments
- Exemples
- Conclusion

L'efficacité énergétique

Définition :

- Lorsqu'un système, procédé, bâtiment et/ou équipement permet de:
 - diminuer l'utilisation nette d'énergie pour un niveau de service énergétique donné;
 - accroître le niveau de service énergétique pour la même quantité d'énergie consommée.
- Dans les deux cas, on parle **d'amélioration du rendement.**

L'efficacité énergétique

- L'effet rebond :
 - Dès lors qu'il y a un gain d'efficacité, et donc une réduction d'utilisation d'énergie, il y a un risque d'utiliser cette énergie économisée pour autre chose : c'est l'effet rebond.
 - Mis en lumière dès 1865 par W. S. Jevons pour la consommation de charbon anglaise (cf. paradoxe de Jevons).
 - L'effet rebond peut s'évaluer en pourcentage :
 - 0 % : aucun effet rebond
 - 100 % : aucun gain réel
 - > 100% : pire qu'avant

L'efficacité énergétique

- L'effet rebond :
 - Malheureusement, l'effet est encore difficile à quantifier;
 - Pour ce faire, il faut pouvoir créer un lien de causalité suffisamment fort entre la mesure d'économie et l'augmentation de consommation pour pouvoir quantifier l'effet rebond;
 - Encore trop peu d'études s'intéressent à ce sujet.

L'efficacité énergétique

- L'effet rebond :
 - Actuellement, le consensus converge vers le fait que l'efficacité énergétique reste un moyen de diminuer la consommation énergétique :

Tableau : Estimations de l'effet rebond direct à long terme pour les services énergétiques grand public dans les pays de l'OCDE

Usage	Fourchette de valeur trouvée dans la littérature	Nombre d'études	Valeur moyenne estimée par l'UKERC
Transport automobile personnel	5 à 87 %	17	10 à 30 %
Chauffage domestique	0 à 60 %	9	10 à 30 %
Climatisation des locaux	0 à 26 %	2	1 à 26 %
Autres services énergétiques grand public	0 à 49 %	3	

Source : UKERC

Source : Lettre « Ademe et vous », n°24, 2010, Les effets rebond des mesures d'efficacité énergétique : comment les atténuer ?

Pour aller plus loin :
UK Energy Research Centre
(UKERC), 2007, *The Rebound Effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency*

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- L'efficacité énergétique
- ***La situation au Canada***
- Efficacité énergétique applicable aux bâtiments
- Exemples
- Conclusion

La situation au Canada

JALONS DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE AU CANADA

La *Loi sur l'efficacité énergétique* entre en vigueur.

1992

1995

Le *Règlement sur l'efficacité énergétique* est adopté pour stimuler l'innovation, éliminer les produits les moins écoénergétiques et réduire les émissions de GES.

Le Règlement prévoit des normes minimales de rendement énergétique pour certains produits de consommation et produits commerciaux ainsi que des étiquettes permettant aux consommateurs de comparer la consommation d'énergie de différents produits d'une catégorie.

Des modifications apportées au cours des années subséquentes accroissent la rigueur et la portée du Règlement.

Le *Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments* procure – pour la première fois – une norme nationale pour le rendement énergétique des bâtiments au Canada.

1997

1998

Le programme *ÉnerGuide* pour les maisons et l'étiquette *ÉnerGuide* pour les véhicules sont lancés.

Le Canada devient un partenaire international de l'initiative *ENERGY STAR*® avec l'Environmental Protection Agency des États-Unis et lance le programme *ENERGY STAR* pour les produits.

2001

2008

Le Canada est le premier pays à avoir adopté la norme *ISO 50001* pour les systèmes de gestion de l'énergie.

Les programmes *écoÉNERGIE* pour l'efficacité de l'industrie et *écoÉNERGIE* pour les biocarburants sont lancés.

La version mise à jour de 2015 du *Code national de l'énergie pour les bâtiments* est publiée. Elle renferme plus de 90 changements qui aideront à assurer une efficacité énergétique supérieure dans les bâtiments commerciaux neufs au Canada.

Le Canada est au nombre des 195 pays qui ont adopté l'Accord de Paris, lequel vise à limiter l'augmentation de la température moyenne à l'échelle mondiale à moins de 2 °C.

2015

2016

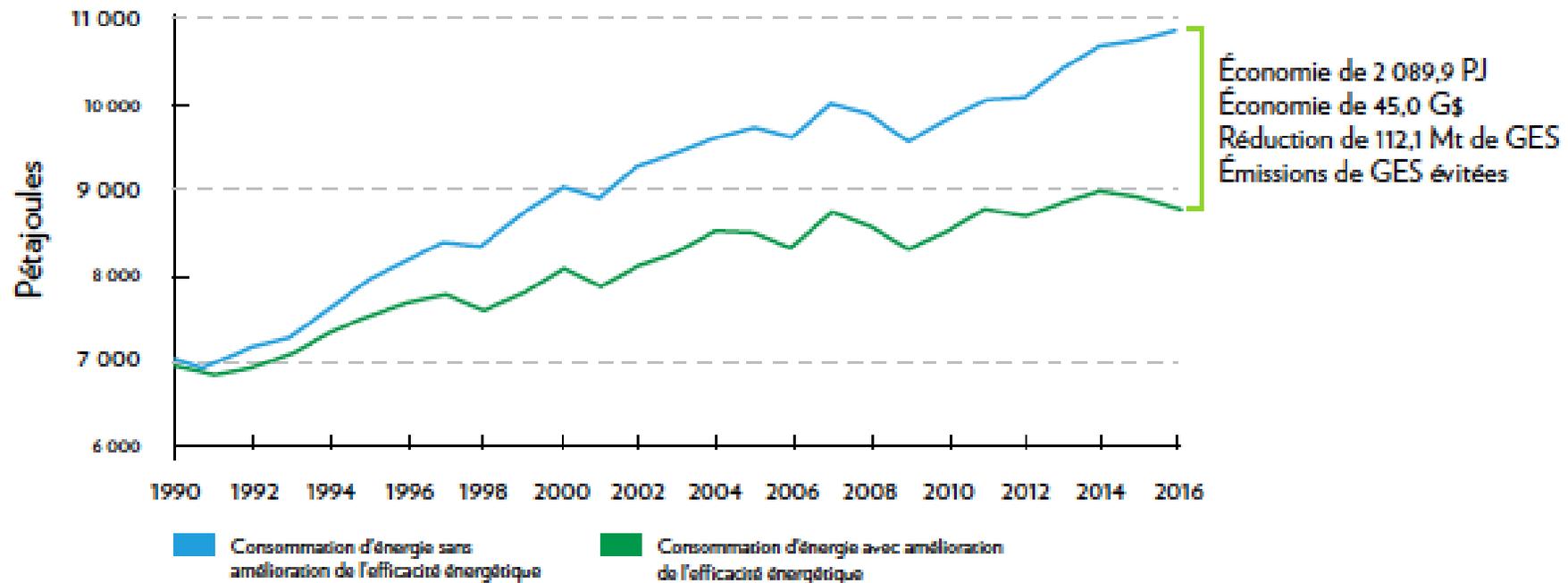
Les premiers ministres provinciaux et territoriaux publient le *Cadre pancanadien sur la croissance propre et les changements climatiques*.

Les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux publient *Une construction intelligente – une stratégie canadienne pour les bâtiments*, une stratégie pour transformer l'environnement bâti du Canada.

2017

La situation au Canada

CONSOMMATION D'ÉNERGIE SECONDAIRE, AVEC ET SANS AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE (1990-2016)



Source : Évolution de l'efficacité énergétique au Canada de 1990 à 2016

La situation au Canada

- L'office de l'efficacité énergétique (OEE) de RNCan a pour mandat de renforcer l'engagement du Canada à l'égard de l'ÉE et des carburants de remplacement :
 - en collaborant et mobilisant avec les partenaires, municipalités, universités, entreprises, etc.
 - en propageant l'information nécessaire et le déploiement des nouvelles technologies
 - en intégrant des règlements, codes et normes tels que :
 - éliminer du marché les produits les moins et efficace et augmenter les normes d'efficacité
 - augmenter les exigences faces au code du bâtiment
 - avec des programmes de certifications d'étiquetage tels que :
 - ÉNERGY STAR
 - EnerGuide
 - R-2000 (pour les maisons neuves)

Question

- De 1990 à 2015, l'efficacité énergétique a permis d'augmenter le rendement net du secteur résidentiel. À quel pourcentage équivaut cette augmentation ?

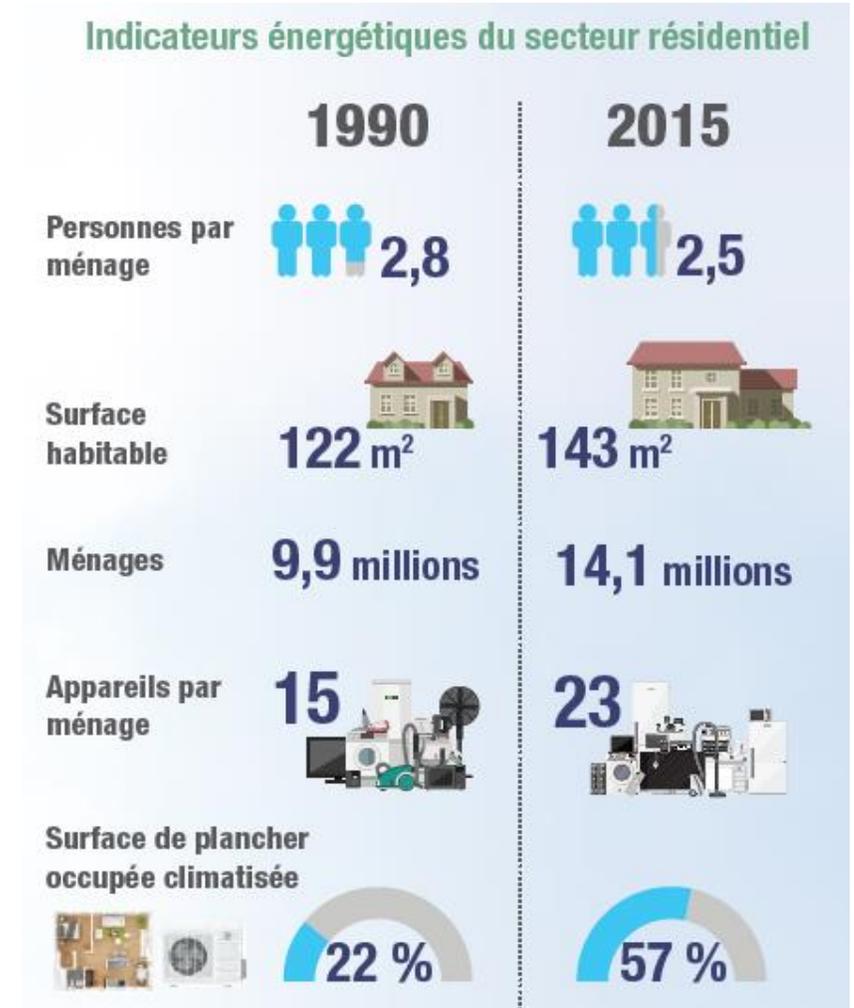
- A. 11 %
- B. 24 %
- C. 33 %
- D. 46 %
- E. 53 %



ENR2020

La situation au Canada

- Secteur résidentiel (1990-2015)
 - Consommation d'énergie: +8%
 - GES : -10%
 - Amélioration nette du rendement de 46%
 - La consommation d'énergie par ménage a diminué de 24%, et la consommation d'énergie par m² a chuté de 35%, principalement en raison de la modification des exigences liées à l'enveloppe des bâtiments et à l'amélioration de l'efficacité des produits consommateurs d'énergie.

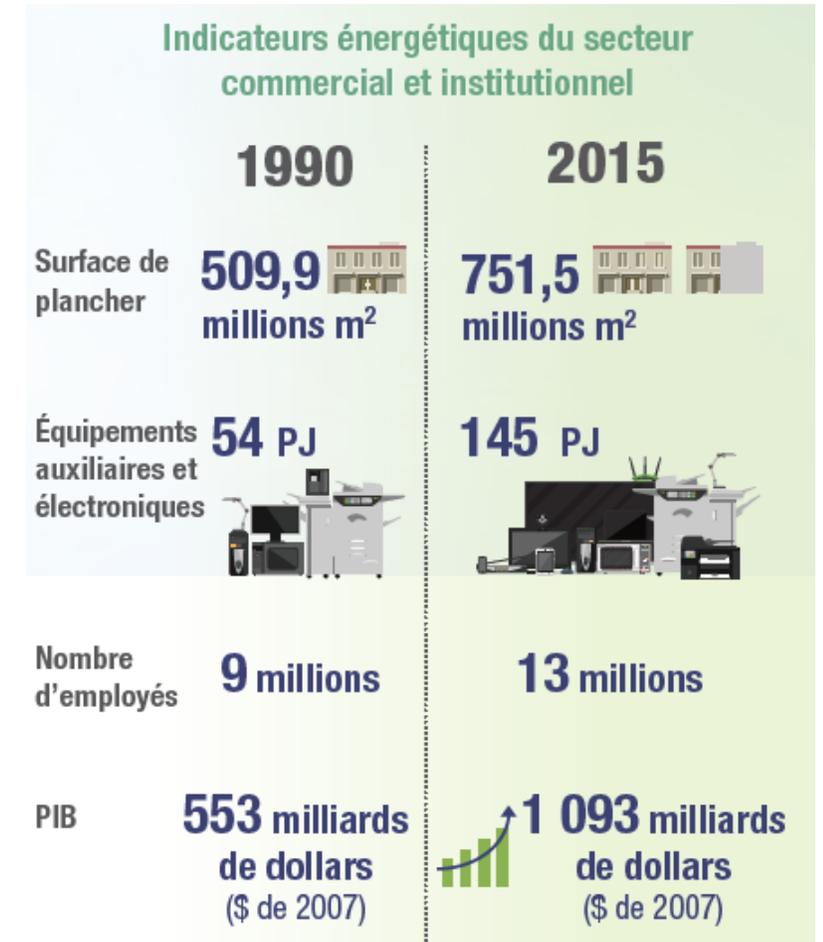


Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 2015, Ressources naturelles du Canada

La situation au Canada

- Secteur commercial et institutionnel (1990-2015)
 - Amélioration de l'EÉ: 23%
 - GES: diminution de 7,6Mt d'émissions
 - En ce qui concerne l'utilisation finale de l'énergie, la plus grande augmentation est attribuable à l'équipement et la « prolifération » des nouvelles technologies.

Avez-vous vraiment besoin d'un frigo qui donne de la glace, qui possède un écran digital, qui vous indique que le niveau de brocoli est bas?

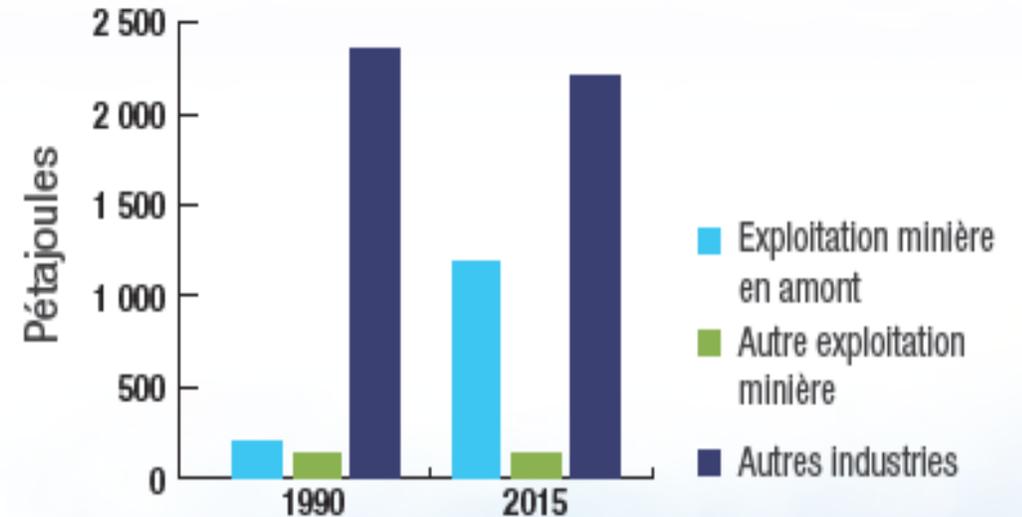


Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 2015, Ressources naturelles du Canada

La situation au Canada

- Secteur industriel (1990-2015)
 - Consommation d'énergie: +31%.
 - Surtout liée à l'exploitation minière.
 - S'explique notamment par l'augmentation des prix du pétrole et les avancées technologiques sur le plan des procédés
 - Ceci provoque un accroissement notable des activités au sein de l'industrie du pétrole et du gaz d'amont (particulièrement l'exploitation des sables bitumineux).

Consommation d'énergie dans le secteur industriel par industrie donnée, 1990 et 2015

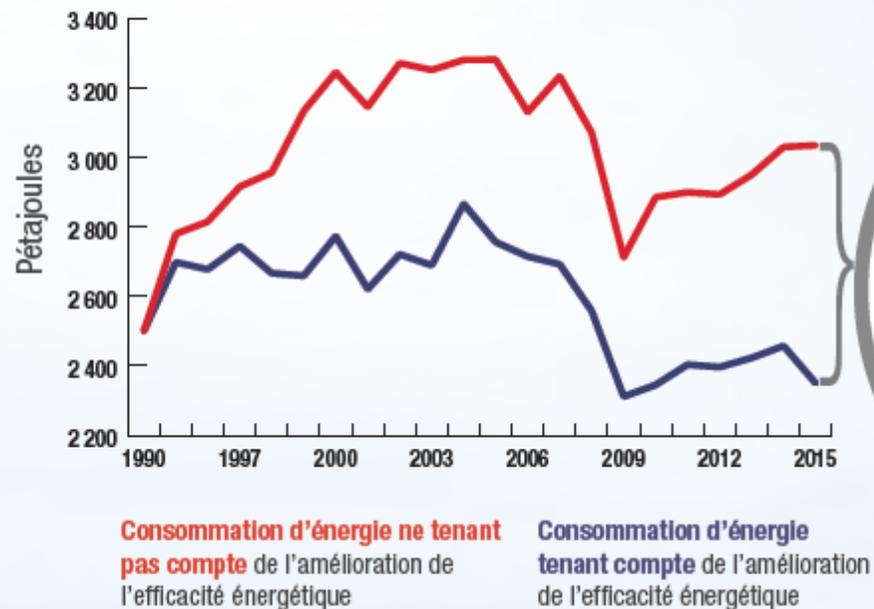


Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 2015, Ressources naturelles du Canada

La situation au Canada

- Secteur industriel (1990-2015)
 - Émissions de GES: +26%
 - en raison de la transition vers des combustibles produisant légèrement moins de carbone
 - Amélioration de l'ÉE: 11%

Consommation d'énergie dans le secteur industriel, tenant compte ou non de l'amélioration de l'efficacité énergétique (sans tenir compte de l'exploitation minière en amont), 1990-2015



L'économie de **684,5 pétajoules** est approximativement équivalente à la quantité de gaz naturel utilisée dans l'ensemble des habitations au Canada en 2015.



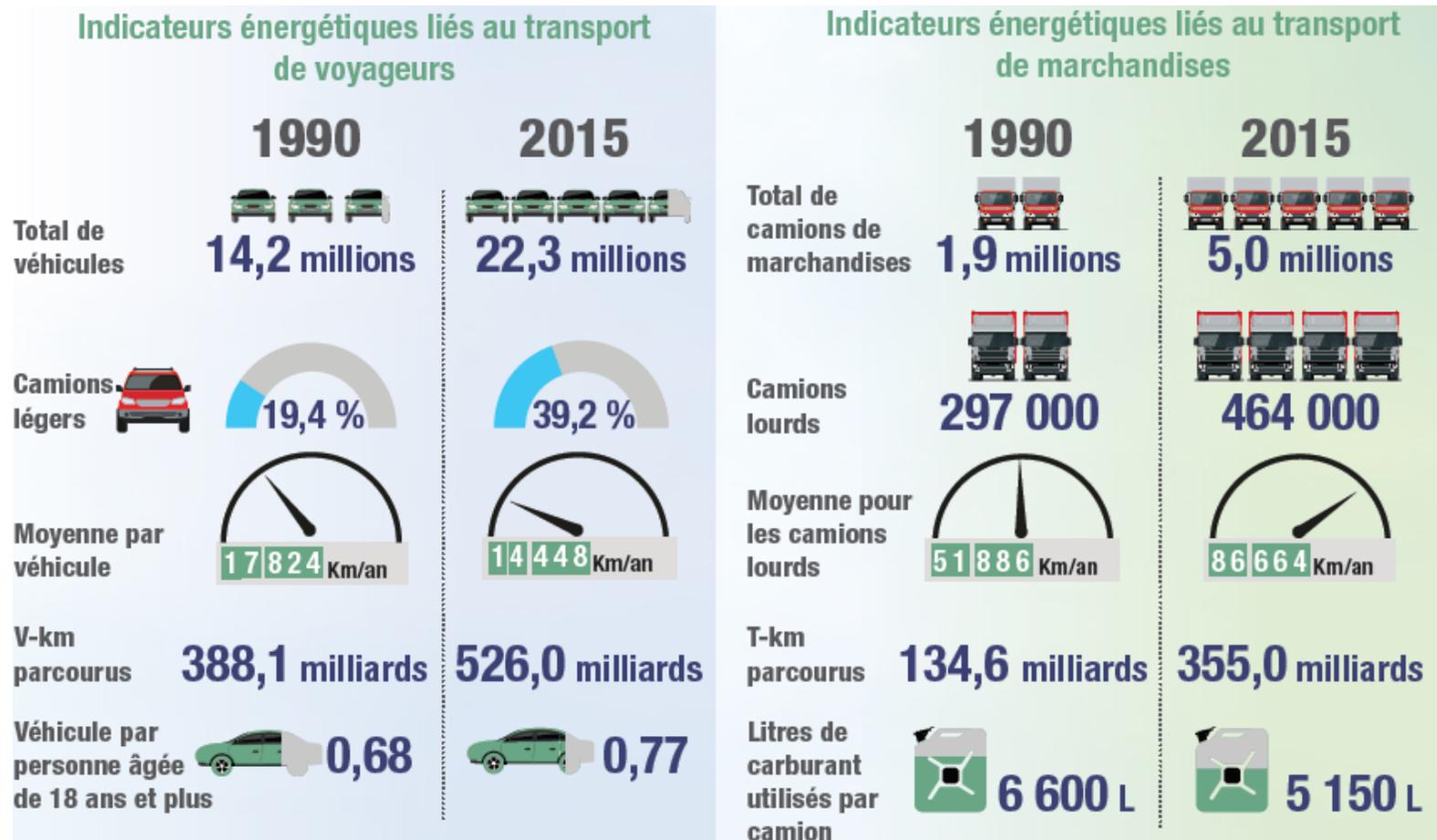
Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 2015, Ressources naturelles du Canada

La situation au Canada

- Secteur des transports (1990-2015)
 - Consommation d'énergie : +40%
 - Augmentation considérable du nombre de véhicules sur les routes.
 - Émissions de GES: +38%
 - 2/3 des GES sont attribuables au transport des marchandises.
 - Amélioration de l'EÉ: **+36%**
 - Principalement dû aux véhicules légers.

La situation au Canada

- Secteur des transports (1990-2015)



Évolution de l'efficacité énergétique au Canada 1990 à 2015, Ressources naturelles du Canada

La situation au Québec – Plan directeur 2030

Une vision rassembleuse

Faire du Québec, à l'horizon 2030, un chef de file nord-américain dans les domaines de l'énergie renouvelable et de l'efficacité énergétique, et bâtir ainsi une économie nouvelle, forte et à faible empreinte carbone.

Voici les grandes orientations qui guideront la transition énergétique du Québec au cours des 15 prochaines années :

1. Assurer une gouvernance intégrée de la transition énergétique
2. Favoriser la transition vers une économie à faible empreinte carbone
3. Proposer une offre énergétique renouvelée et diversifiée aux consommateurs
4. Définir une nouvelle approche en matière d'énergies fossiles

D'ici à 2030, le gouvernement se donne des cibles ambitieuses et exigeantes

1. **AMÉLIORER de 15 %** l'efficacité avec laquelle l'énergie est utilisée
2. **RÉDUIRE de 40 %** la quantité de produits pétroliers consommés
3. **ÉLIMINER** l'utilisation du charbon thermique
4. **AUGMENTER de 25 %** la production totale d'énergies renouvelables
5. **AUGMENTER de 50 %** la production de bioénergie

Les cibles ont été calculées à partir des dernières données disponibles, soit celles de l'année 2013.

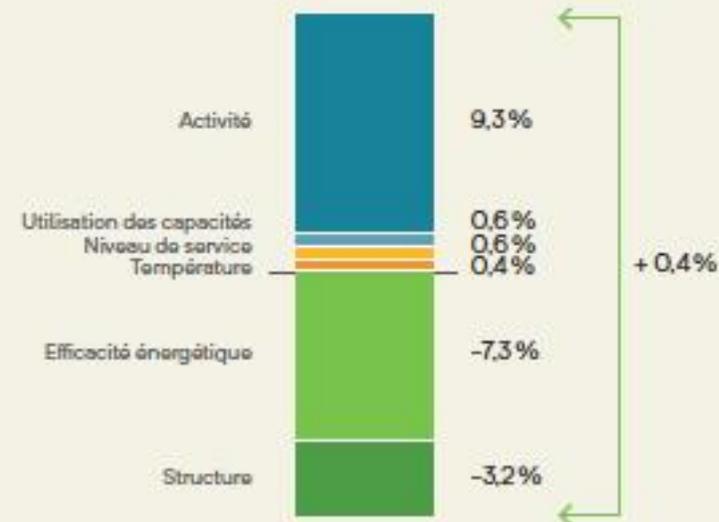
Politique énergétique 2030, L'énergie des Québécois source de croissance, Gouvernement du Québec, 2016

La situation au Québec - TÉQ

- Au Québec, le secteur de l'EÉ permet de diminuer la croissance de la consommation énergétique de 7.3% entre 2008 et 2015

- 1 / Reconnaître l'efficacité énergétique comme source prioritaire d'énergie
- 2 / Réduire la dépendance du Québec aux produits pétroliers
- 3 / Appuyer fortement l'innovation en énergie
- 4 / Développer le plein potentiel des énergies renouvelables
- 5 / Renforcer la gouvernance et responsabiliser l'État
- 6 / Appuyer le développement économique

Graphique 3
Facteurs de croissance de la consommation d'énergie au Québec, 2008-2015



Sources : Transition énergétique Québec et Office de l'efficacité énergétique

Plan directeur en transition, innovation et efficacité énergétiques du Québec 2018 – 2023, Transition énergétique Québec

Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule Exemples
- L'efficacité énergétique
- La situation au Canada
- ***Efficacité énergétique applicable aux bâtiments***
- Exemples
- Conclusion

Efficacité énergétique applicable aux bâtiments

RENDRE NOS BÂTIMENTS PLUS ÉCOÉNERGÉTIQUES
— les chiffres parlent —

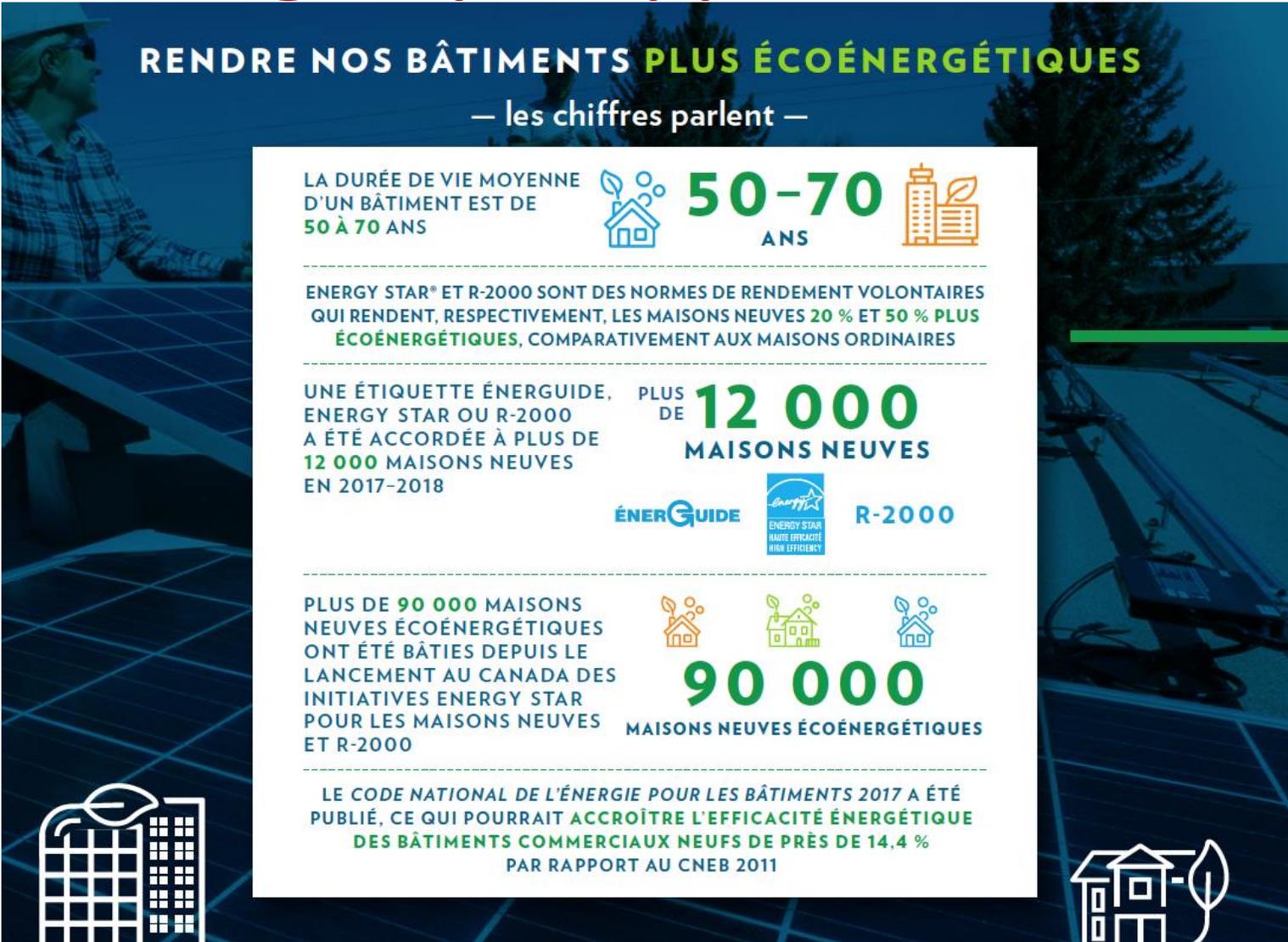
LA DURÉE DE VIE MOYENNE D'UN BÂTIMENT EST DE **50 À 70 ANS**

ENERGY STAR® ET R-2000 SONT DES NORMES DE RENDEMENT VOLONTAIRES QUI RENDENT, RESPECTIVEMENT, LES MAISONS NEUVES **20 % ET 50 % PLUS ÉCOÉNERGÉTIQUES**, COMPARATIVEMENT AUX MAISONS ORDINAIRES

UNE ÉTIQUETTE ÉNERGUIDE, ENERGY STAR OU R-2000 A ÉTÉ ACCORDÉE À PLUS DE **12 000 MAISONS NEUVES** EN 2017-2018

PLUS DE **90 000 MAISONS NEUVES ÉCOÉNERGÉTIQUES** ONT ÉTÉ BÂTIES DEPUIS LE LANCEMENT AU CANADA DES INITIATIVES ENERGY STAR POUR LES MAISONS NEUVES ET R-2000

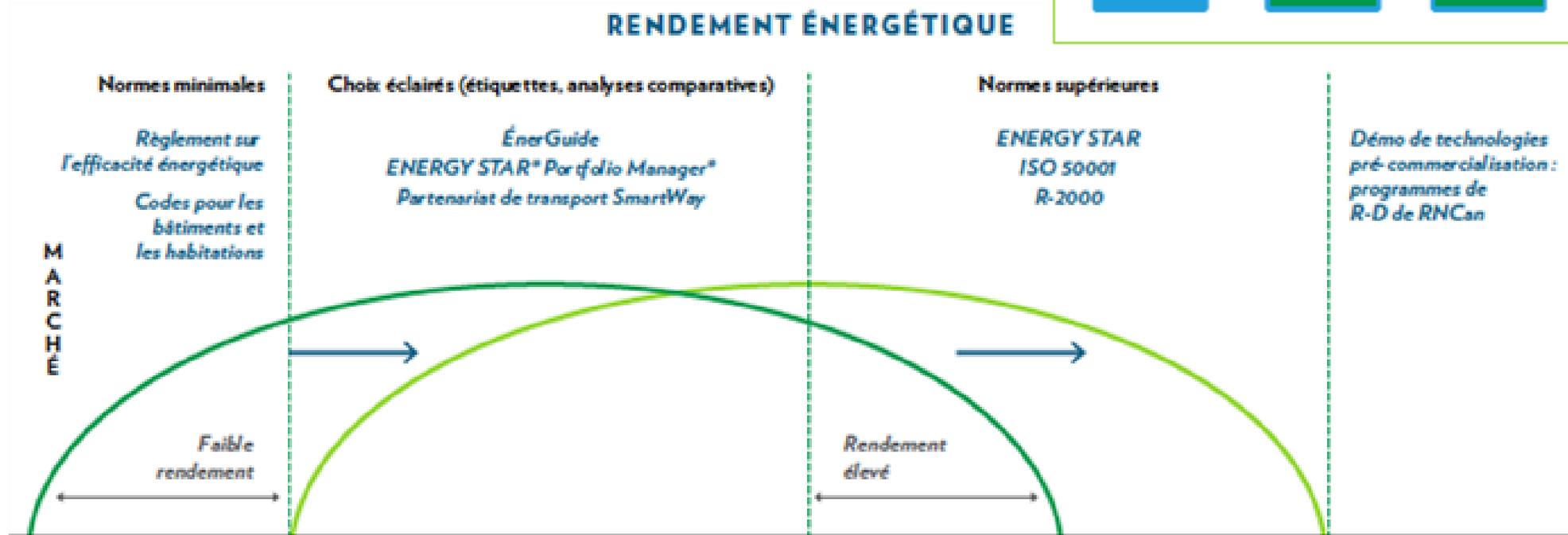
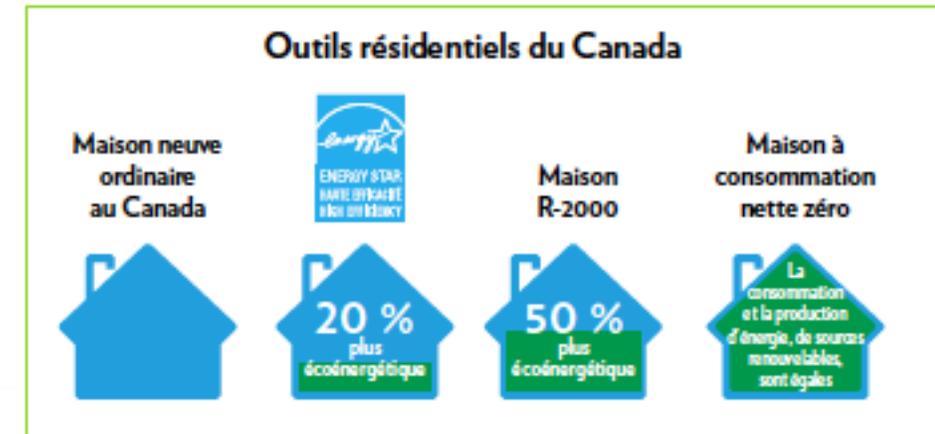
LE CODE NATIONAL DE L'ÉNERGIE POUR LES BÂTIMENTS 2017 A ÉTÉ PUBLIÉ, CE QUI POURRAIT ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS COMMERCIAUX NEUFS DE PRÈS DE **14,4 %** PAR RAPPORT AU CNEB 2011



Rapport au parlement en vertu de la loi sur l'efficacité énergétique 2017-2018, Ressources naturelles du Canada

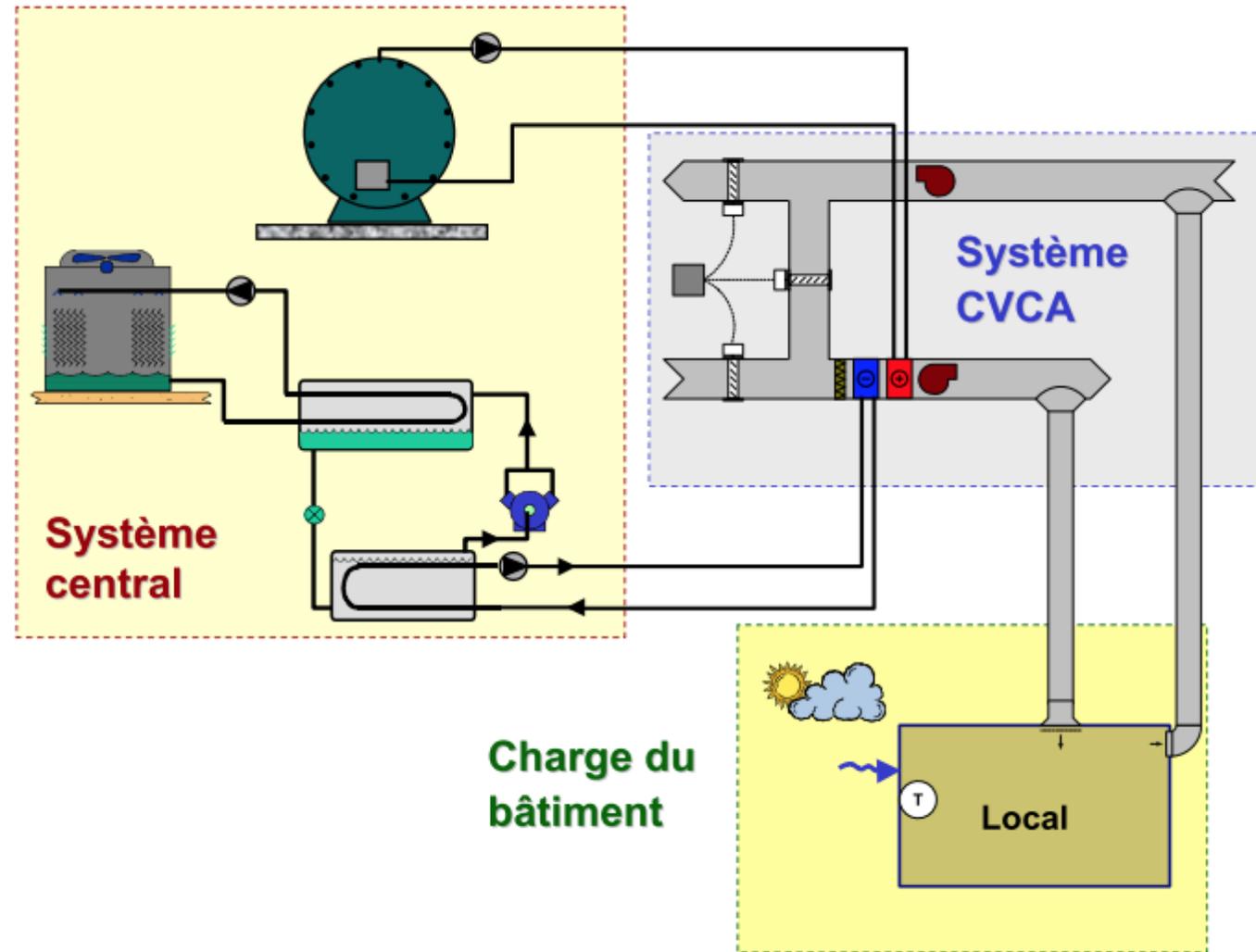
Efficacité énergétique applicable aux bâtiments

- Rendre nos bâtiments plus écoénergétiques - Outils



Rapport au parlement en vertu de la loi sur l'efficacité énergétique 2017-2018, Ressources naturelles du Canada

Efficacité énergétique applicable aux bâtiments



Efficacité énergétique applicable aux bâtiments

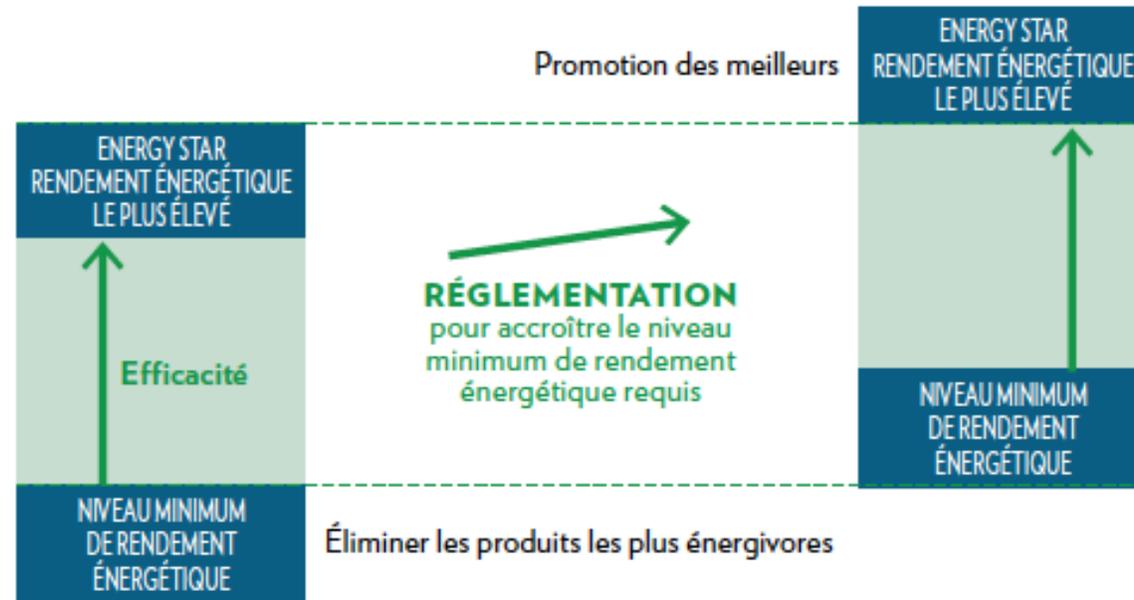
- CVCA (Chauffage, Ventilation, Conditionnement d'Air)
 - Rôle : maintenir la température et l'humidité de l'air à des valeurs prévues et désirées. Elle assure l'ensemble des quatre traitements d'air: chauffage, refroidissement, humidification et déshumidification
 - Le chauffage/climatisation des locaux représentent **39%** de la consommation énergétique totale au Québec.
 - C'est pourquoi il est important d'avoir un système CVCA avec une bonne efficacité énergétique.
 - Plusieurs systèmes existent pour répondre aux différents besoins.

Efficacité énergétique applicable aux bâtiments

- Quelques systèmes:
 - installations à un conduit à débit d'air constant
 - installations à un conduit à débit d'air variable - à expansion directe (Packaged VAV system) ou système alimenté en eau glacée (Build-up VAV system)
 - installations à double conduits (Dual-Duct)
 - ventilateur récupérateur de chaleur (VRC).
 - Assure l'aération et préchauffe l'air de la maison grâce à une extraction de chaleur de l'air vicié qui est évacué.

Efficacité énergétique applicable aux bâtiments

- Améliorer l'EÉ des appareils et de l'équipement
 - Promouvoir les équipements écoénergétiques
 - Électroménagers homologués ENERGYSTAR, ENERGUIDE, etc.
 - Réglementation



Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule Exemples
- L'efficacité énergétique
- La situation au Canada
- Efficacité énergétique applicable aux bâtiments
- ***Exemples***
- Conclusion

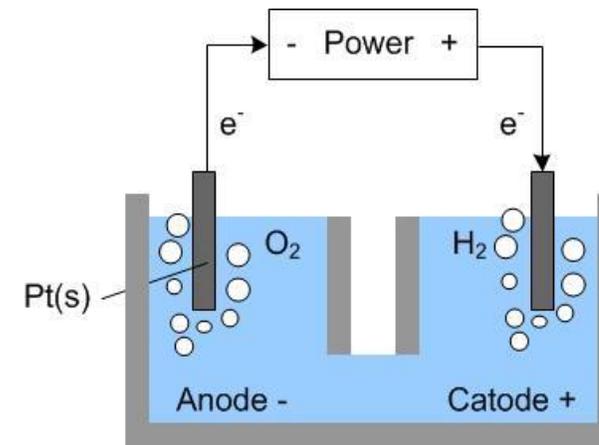
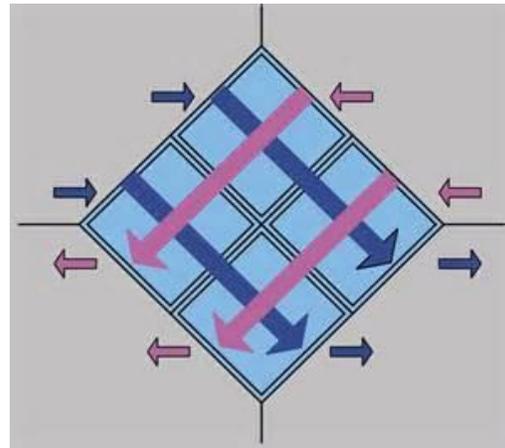
Exemples d'ÉÉ

- Exemples
 - Voitures (Meilleure conversion du pétrole en mouvement)
 - Lumières DEL (Meilleur taux de conversion de l'électricité en lumière)
 - Isolation (Augmenter le pourcentage de chaleur UTILE)



Exemples d'ÉÉ

- Électrolyse de l'eau (séparer l'hydrogène et l'oxygène en utilisant moins d'électricité (catalyseur))
- Échangeur de chaleur (réutiliser un rejet de chaleur)
- Réfrigération (obtenir la même quantité de froid en utilisant moins d'électricité)

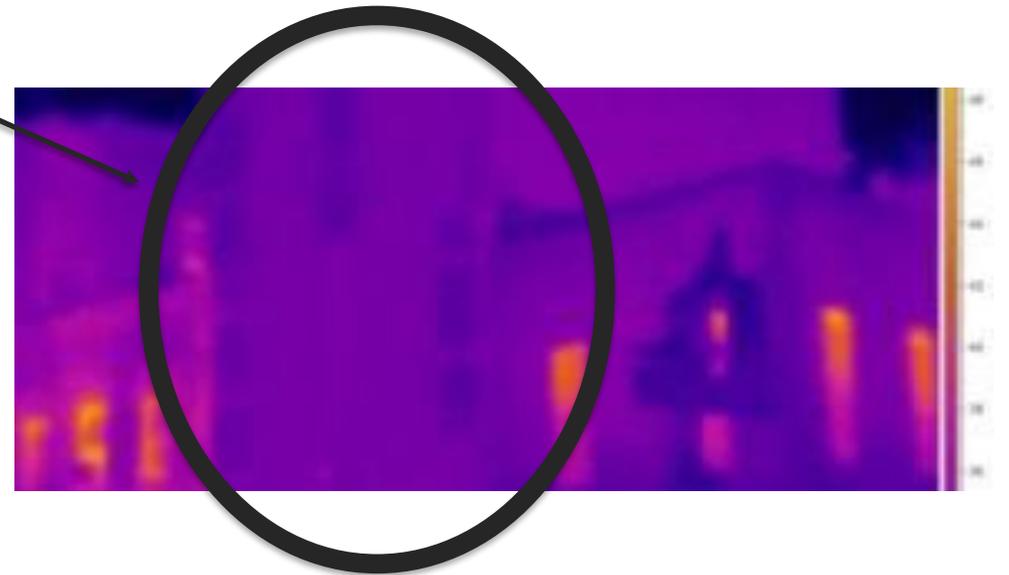


Exemples d'ÉÉ



Exemples d'EÉ

- La maison passive



Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule Exemples
- L'efficacité énergétique
- La situation au Canada
- Efficacité énergétique applicable aux bâtiments
- Exemples
- ***Conclusion***

Conclusion

- L'efficacité énergétique ne cesse de croître dans plusieurs domaines;
- Mais la croissance démographique ainsi que nos habitudes de surconsommation font en sorte que notre consommation d'énergie augmente néanmoins;
- Il faut garder à l'esprit le risque d'effet rebond dans toute mesure d'efficacité énergétique.

Conclusion

- Malgré l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur du transport (véhicule léger), un changement drastique doit être apporté pour diminuer les émissions de GES au Québec;
- L'efficacité énergétique des bâtiments est en pleine expansion;
- Plusieurs ressources sont à notre portée pour économiser sur la facture d'électricité et de diminuer nos émissions de GES.



Merci de votre attention !

Période de questions

