



Chapitre de  
**Montréal**

# L'efficacité énergétique d'hier à demain

**Roland Charneux, ing. MscA, FASHRAE**  
Pageau Morel et Associés Inc.

Séminaire ASHRAE Montréal  
Développement durable  
9 mars 2020

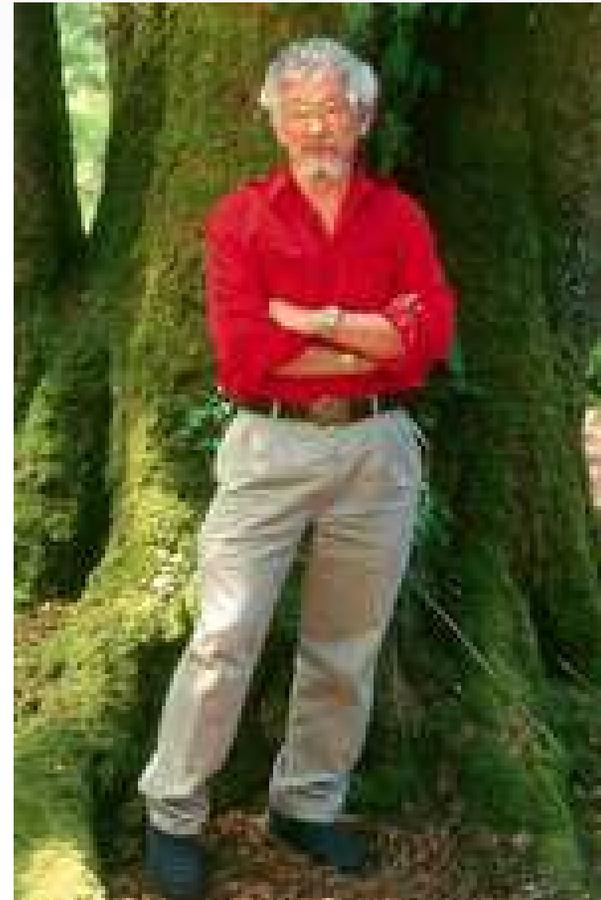
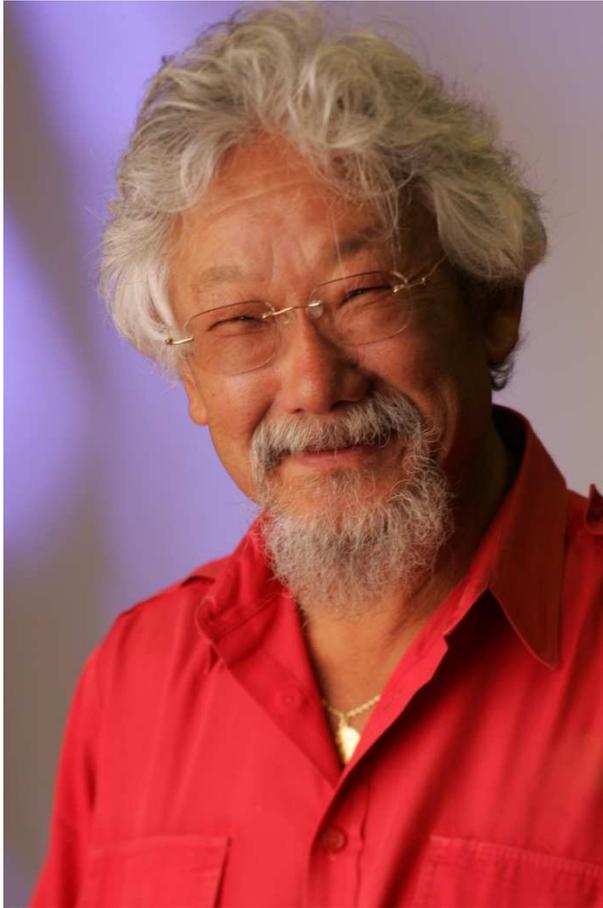
# Agenda

- Réflexions générales
- Le passé de l'efficacité énergétique
- L'évolution du coût de l'énergie et ses impacts
- La situation actuelle
- Le futur
- Nos outils
- Conclusion

# Agenda

- **Réflexions générales**
- Le passé de l'efficacité énergétique
- L'évolution du coût de l'énergie et ses impacts
- La situation actuelle
- Le futur
- Nos outils
- Conclusion

# David Suzuki



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Les quatre éléments

- Air
- Eau
- Feu
- Terre

# Besoin quotidien d'eau - 1,5 L/j



# Nous sommes tous dans la même piscine



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020



Alvéoles = terrain de tennis - 15 000 L/j



# Le soleil est notre source d'énergie



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Nous sommes liés à la terre



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Notre vaisseau est unique



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# La nature va toujours gagner



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

**ASHRAE** Chapitre de  
**Montréal**

# La nature va toujours gagner



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Agenda

- Réflexions générales
- **Le passé de l'efficacité énergétique**
- L'évolution du coût de l'énergie et ses impacts
- La situation actuelle
- Le futur
- Nos outils
- Conclusion

# L'humain s'adapte; À quelle vitesse ?



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Adaptation au milieu



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Adaptation au contexte



# L'adaptation au climat et ressources



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Le Bijou et le Président



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# L'ombrage et cuisine d'été



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Les volets aux fenêtres



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Les châssis doubles



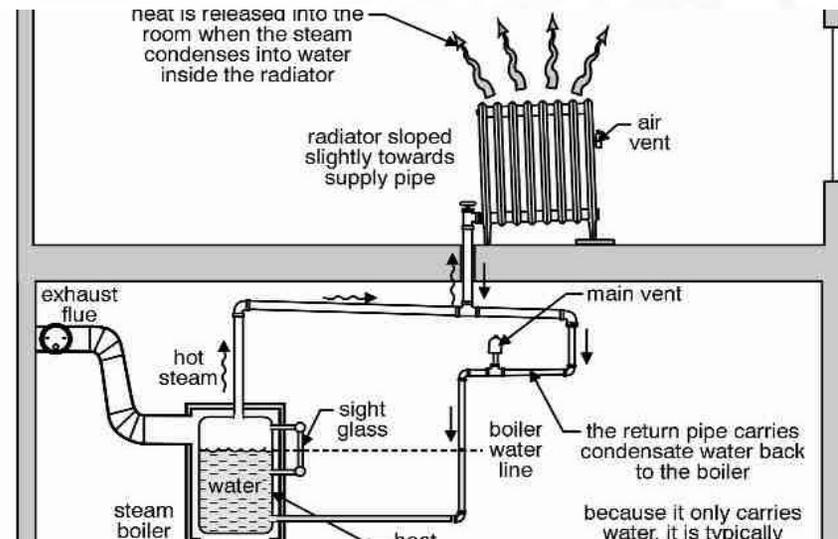
L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Les maisons Victoriennes



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Et la vapeur arriva avec le train



# Avec le charbon



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Ensuite l'huile No 6 et No 2



# Puis le Gaz naturel et l'électricité



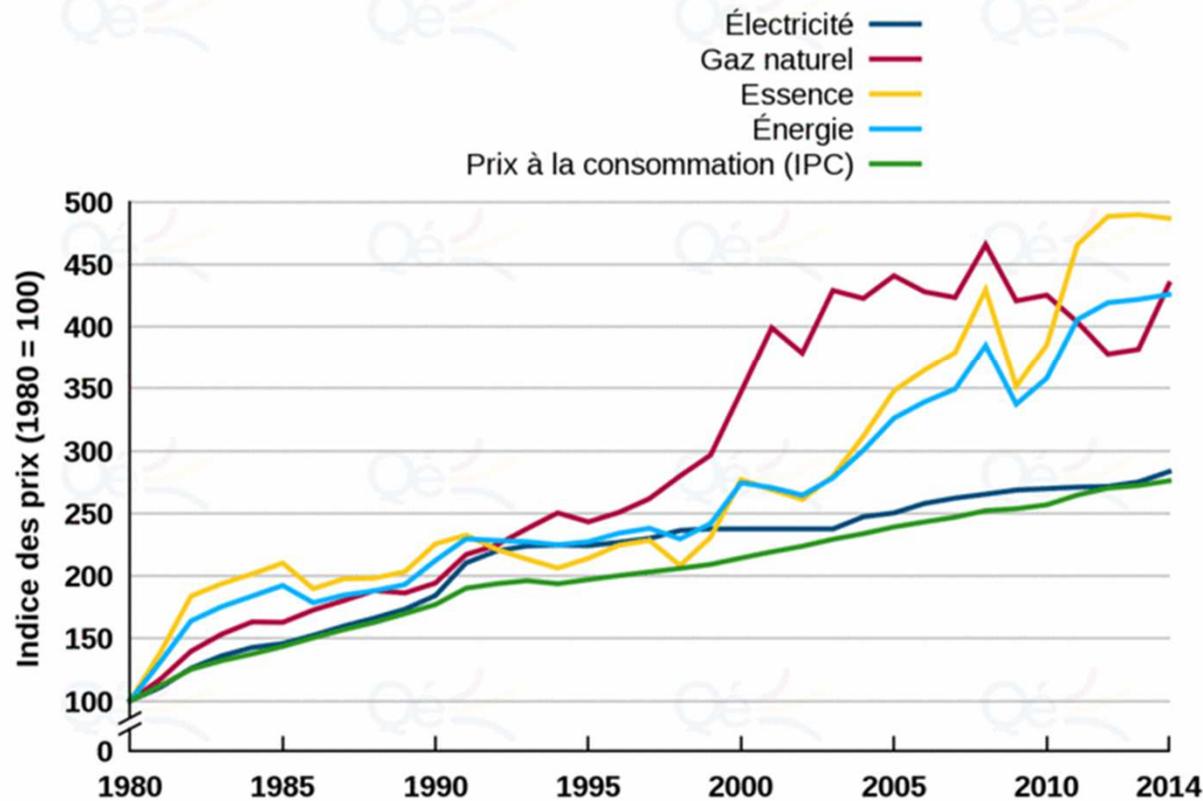
L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Agenda

- Réflexions générales
- Le passé de l'efficacité énergétique
- **L'évolution du coût de l'énergie et ses impacts**
- La situation actuelle
- Le futur
- Nos outils
- Conclusion

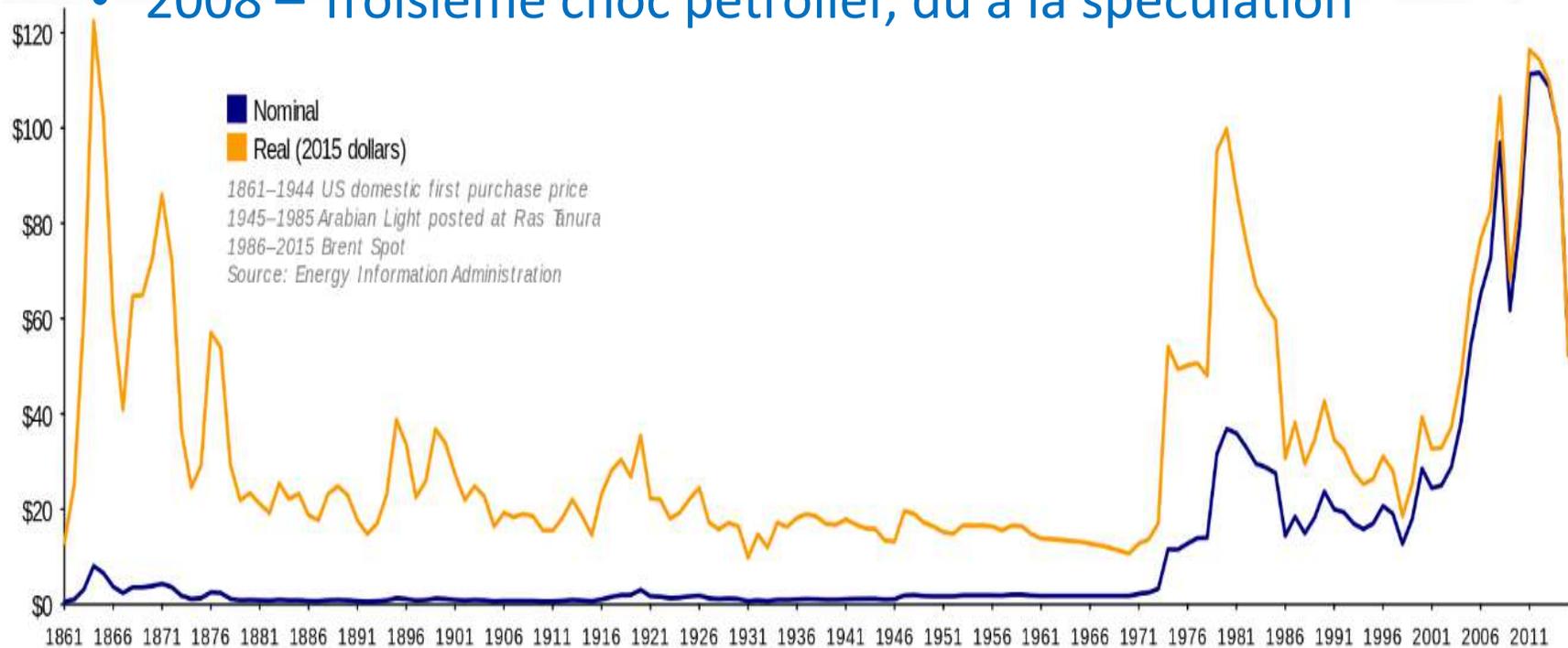
# Évolution du prix de l'énergie

Évolution des prix de l'énergie, Québec



# Prix du pétrole

- 1973 – Premier choc pétrolier, guerre du Kippour, embargo
- 1979 – Deuxième choc pétrolier, guerre Iran-Irak
- 2008 – Troisième choc pétrolier, dû à la spéculation

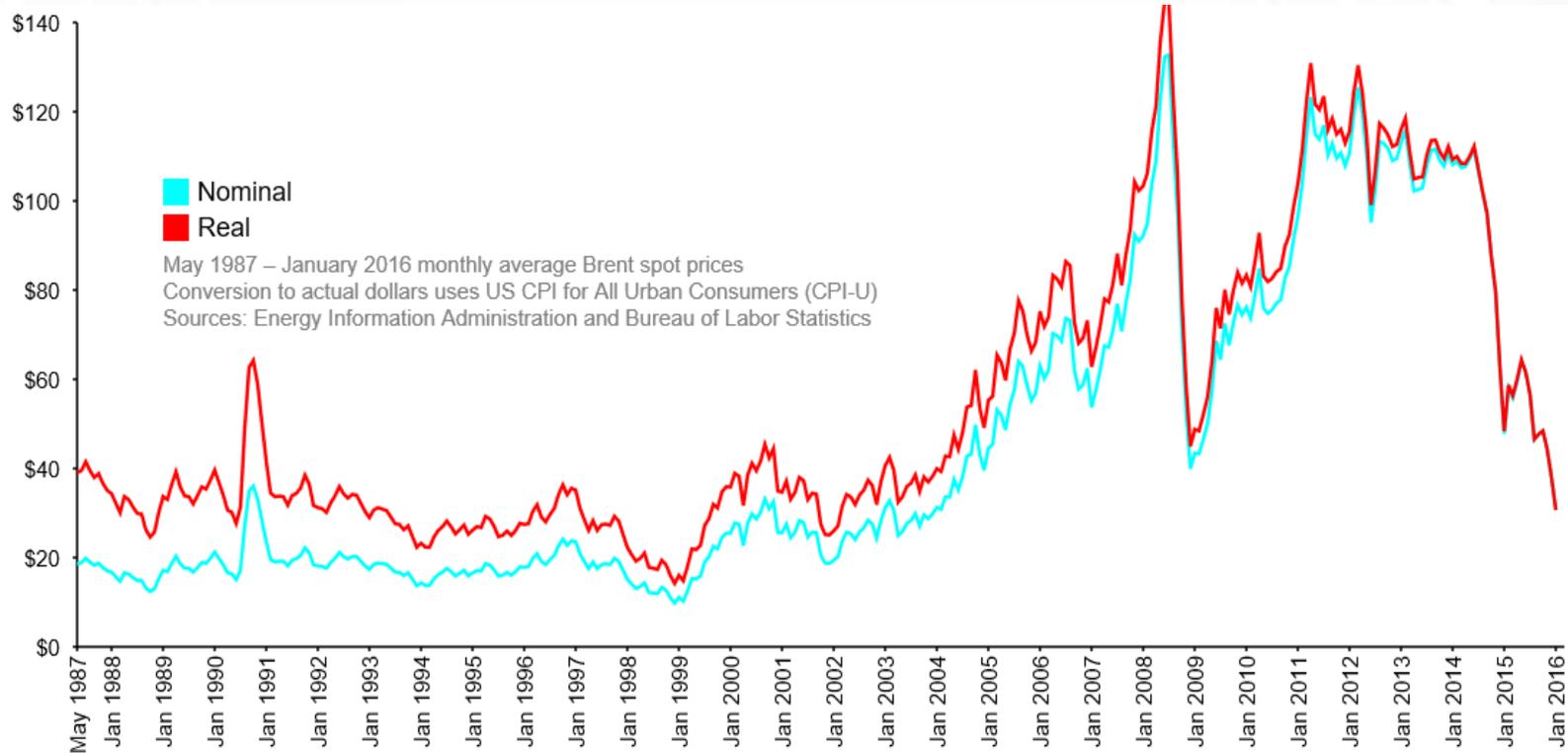


Par Tom TheHand

L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Évolution du prix du pétrole

- 2008 – Troisième choc pétrolier, dû à la spéculation



Par Tom TheHand

L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Standard ASHRAE 90,1 et autres

- 1975 ASHRAE 90
- 1980 ASHRAE 90A
- 1981 REENB; 1983, 1985, 1992,... 2012, 2019
- 1989 ASHRAE 90,1
- 1997 CMNEB
- 1999 ANSI/ASHRAE/IES 90,1; 1999, 2001, 2004, 2007, 2010, 2013, 2016, 2019
- 2002 Protocole de Kyoto
- CNEB 2011
- CNEB 2015

# Un peu d'histoire

- Durant les années 60;
  - Maison Médaillon, mieux isolée
  - Maison Novelec tout à l'Électricité
  - 1968; chauffe-eau Cascades
  - Programme de surplus d'électricité
  - Programmes de puissance interruptible
  - Divers programmes de subventions

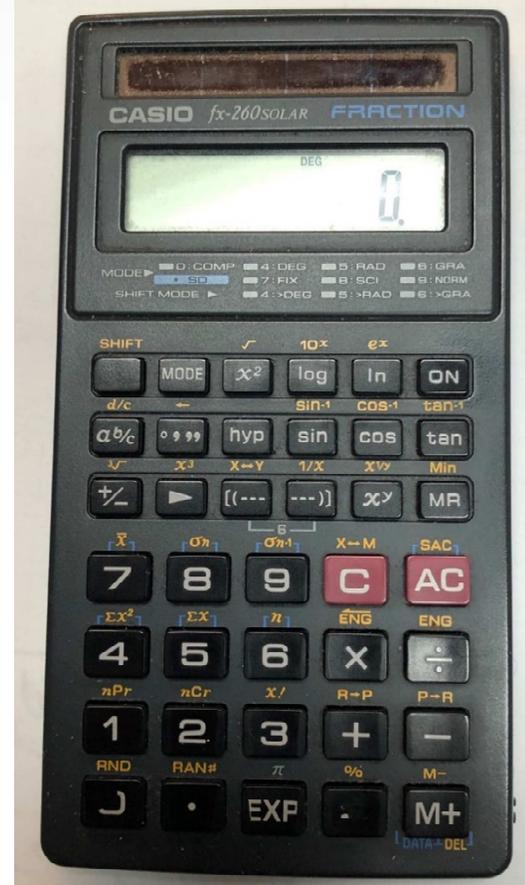
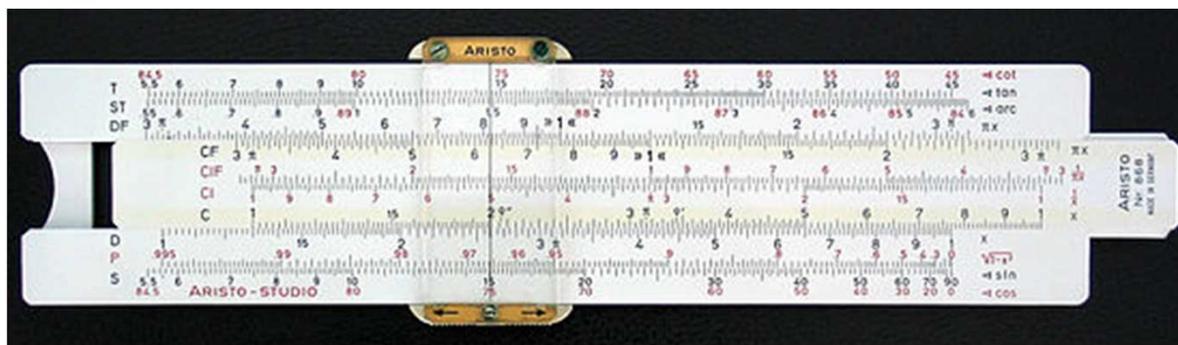
# Un peu d'histoire

- Durant les années 70;
  - Développement du Cascade 60
  - Programme de location de chauffe-eaux à haute efficacité
- Durant les années 80;
  - Programme d'isolation des maisons existantes Energain
  - Programmes bi-énergie résidentiel, commercial et institutionnel
  - Programme des électrotechnologies

# Un peu d'histoire

- Avant 1980; pas de règles concernant l'efficacité énergétique
- Difficile de convaincre une équipe quand le prix de l'huile No 2 est à 25¢/gallon
- En 1981 Loi et règlement sur l'économie d'énergie
- Par la suite, de nombreux programmes d'efficacité énergétique pour le gaz naturel et l'électricité ont été élaborés.

# L'évolution



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# La simulation énergétique

- Calmec (calculs mécanisés d'Hydro-Québec) à la fin des années 60; Calculs centralisés avec IBM-360
- HP-35, VIC-20, TRS-80,

# Service Calmec

## SERVICE CALMEC

COEFFICIENTS DE TRANSMISSION ET DIVERS

### FORMULES DE COLLECTE DES DONNÉES DE BASE

**CARTE N° 1**

**CARTE D'IDENTIFICATION**

NOM DU PROJET	ESTIMÉ REQUIS PAR (INDIQUER LE NOM DE L'ARCHITECTE, DE L'INGÉNIEUR OU DU RESPONSABLE DU PROJET)	LOCALITÉ	DATE	GENRE D'ÉDIFICE	NUMÉRO TOTAL DE ZONES DANS LE PROJET	NUMÉRO DE LA ZONE	FIGURE CLIMATOLOGIQUE	COEFFICIENTS PRÉÉTABLIS	NUMÉRO DE COPIES DES RÉSULTATS
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20	22 24 26 28 30 32 34 36 38 40	42 44 46 48 50	52 54 56 58	60 62 64 66 68	70	72	74	76	78 80

**CODE DES RÉGIONS CLIMATOLOGIQUES**

- 1—BAGOTVILLE
- 2—MONT-JOLI
- 3—MONTREAL
- 4—QUÉBEC
- 5—SEPT-ÎLES
- 6—SHERBROOKE
- 7—VAL D'OR

**CODE POUR USAGE DES VALEURS PRÉÉTABLIES**

- 0—VALEURS À INSCRIRE
- 1—CONCIERGERIES AVEC OSSATURE
- 2—CONCIERGERIES SANS OSSATURE
- 3—ÉDIFICES À BUREAUX
- 4—COMMERCES
- 5—FOYERS DE VIEILLARDS

CES DONNÉES SONT HABITUELLEMENT FOURNIES PAR LE PROGRAMMEUR

CES DONNÉES PEUVENT ÊTRE PRÉSUMÉES PAR CALMEC

NE RIEN ÉCRIRE DANS CES CASES

**CARTE N° 2**

**DONNÉES GÉOMÉTRIQUES**

TOIT SURFACE EN P <sup>2</sup>	SURFACE TOTALE DE PLANCHER EN P <sup>2</sup> (EXCLUANT LES GARAGES)	MUR SOUS TERRE SURFACE EN P <sup>2</sup>	PLANCHER SOUS TERRE SURFACE EN P <sup>2</sup>	PLANCHER SUR TERRE PÉRIMÈTRE EN P <sup>1</sup> . LIN.	PLANCHER EXPOSÉ EXCLUANT PLANCHER SUR TERRE OU SOUS TERRE SURFACE EN P <sup>2</sup>	PORTES EXPOSÉES SURFACE EN P <sup>2</sup>	DALLES NON-ISOLÉES AU-DESSUS DU SOL PÉRIMÈTRE EN P <sup>1</sup> . LIN.	INFILTRATION P <sup>1</sup> . LIN. DE FENTE FENÊTRES	INFILTRATION DONNER P <sup>1</sup> . LIN. DE FENTE OU P <sup>2</sup> DE PORTES EXPOSÉES
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80

**CARTE N° 3**

**FENÊTRES — SURFACE EN P<sup>2</sup>**

NORD — EST	EST	SUD — EST	SUD	SUD — OUEST	OUEST	NORD — OUEST	NORD
10	20	30	40	50	60	70	80

**CARTE N° 4**

**MURS NETS — SURFACE EN P<sup>2</sup>**

NORD — EST	EST	SUD — EST	SUD	SUD — OUEST	OUEST	NORD — OUEST	NORD
10	20	30	40	50	60	70	80

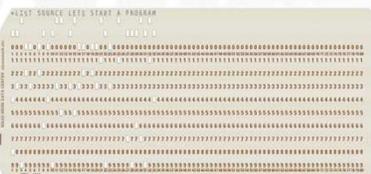
NOTE: Toutes les indications doivent être centrées à l'intérieur des espaces disponibles.

L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# La simulation énergétique

- Logiciel Merrywether de Travaux Publics Canada
- ESP-II de l'APEC (Automated procedures for engineering consultants)
- DOE-2
- Energyplus
- IES VE
- TRACE 700, Carrier HAP
- TRNSYS
- E-Quest, Can-Quest
- Etc....

# L'évolution



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# L'ordinateur portable et le modem

**Radio Shack® TRS-80 Computer System...**



**The first complete, low-priced, fully assembled microcomputer!**

Radio Shack® TRS-80. Here's the answer for the thousands of people who need a complete, inexpensive, ready-to-use computer without the delay and problems of building one! Designed in the U.S.A. by Radio Shack, the TRS-80 is 100% wired and tested. It's ideal for finances, accounting, education, laboratory, even games. Use your imagination, or use Radio Shack's expanding line of prepared cassette programs. And Tandy will provide FULL support in software and accessories. The advanced Z-80-based CPU includes 4K bytes RAM, Radio Shack floating-point Level-1 BASIC stored in 4K ROM, integrated 53-character ASCII keyboard, computer-controlled interface with expansion port, regulated power supply, 12" video monitor that displays 16 lines of 64 characters, battery-AC data recorder, 300-page instruction/programming manual, and a 2-game cassette. Computer, 16" x 8" x 3 1/2". Video display, 16 1/2" x 13 1/2" x 12". For 120VAC, U.S. listed. Complete System, Shpg. wt. 35 lbs. .... **599.95**

Computer with Power Supply and Built-in Keyboard, 26-1001 .....	\$399.95
12" Video Display, 26-1001 .....	199.95
Realistic® CTR-41 Data Recorder, 14-041 .....	49.95
Separate Components Price .....	\$649.85

**Save \$49.90 . . . Buy the Complete TRS-80 System!**

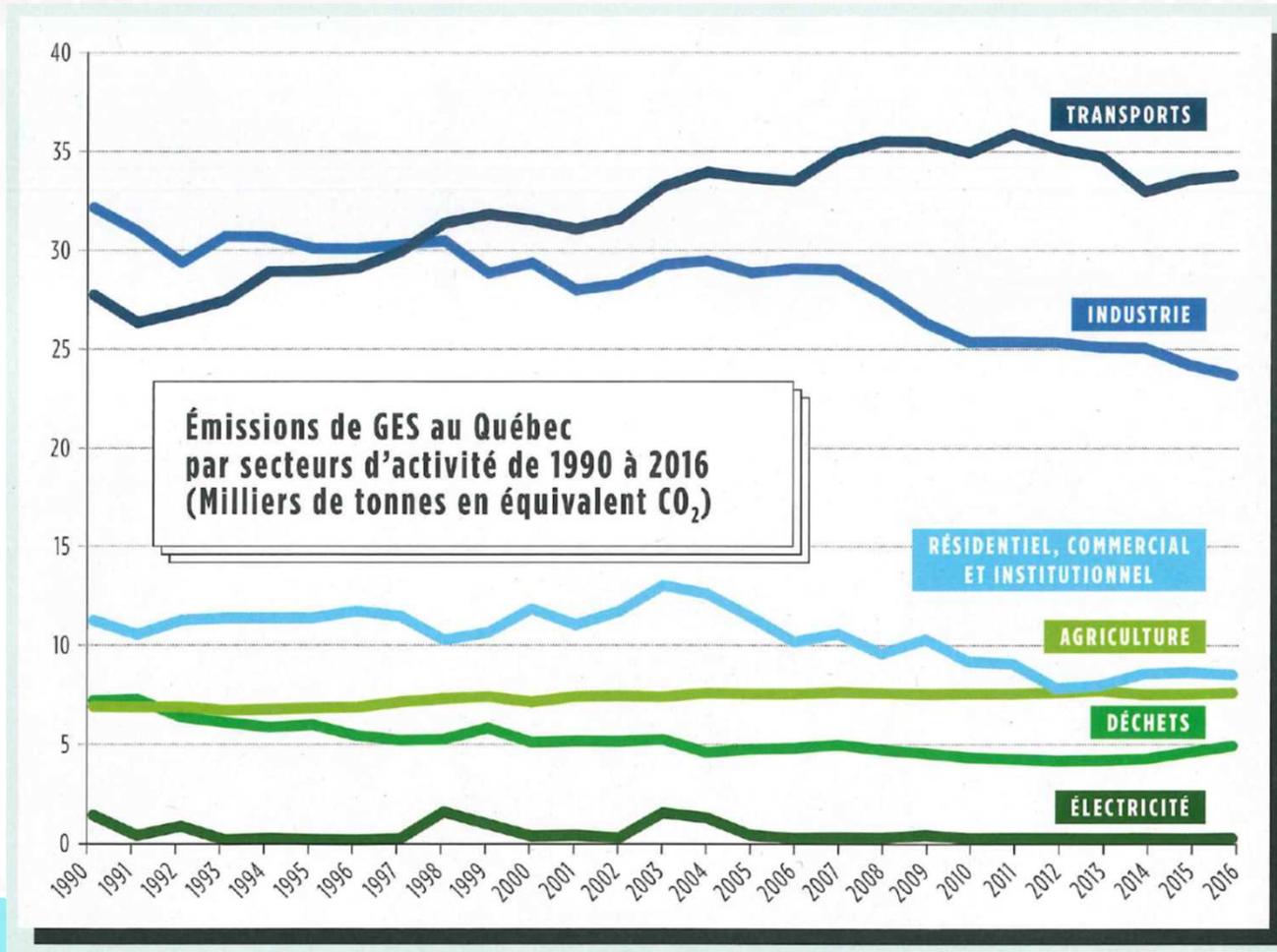
**599<sup>95</sup>**



# Agenda

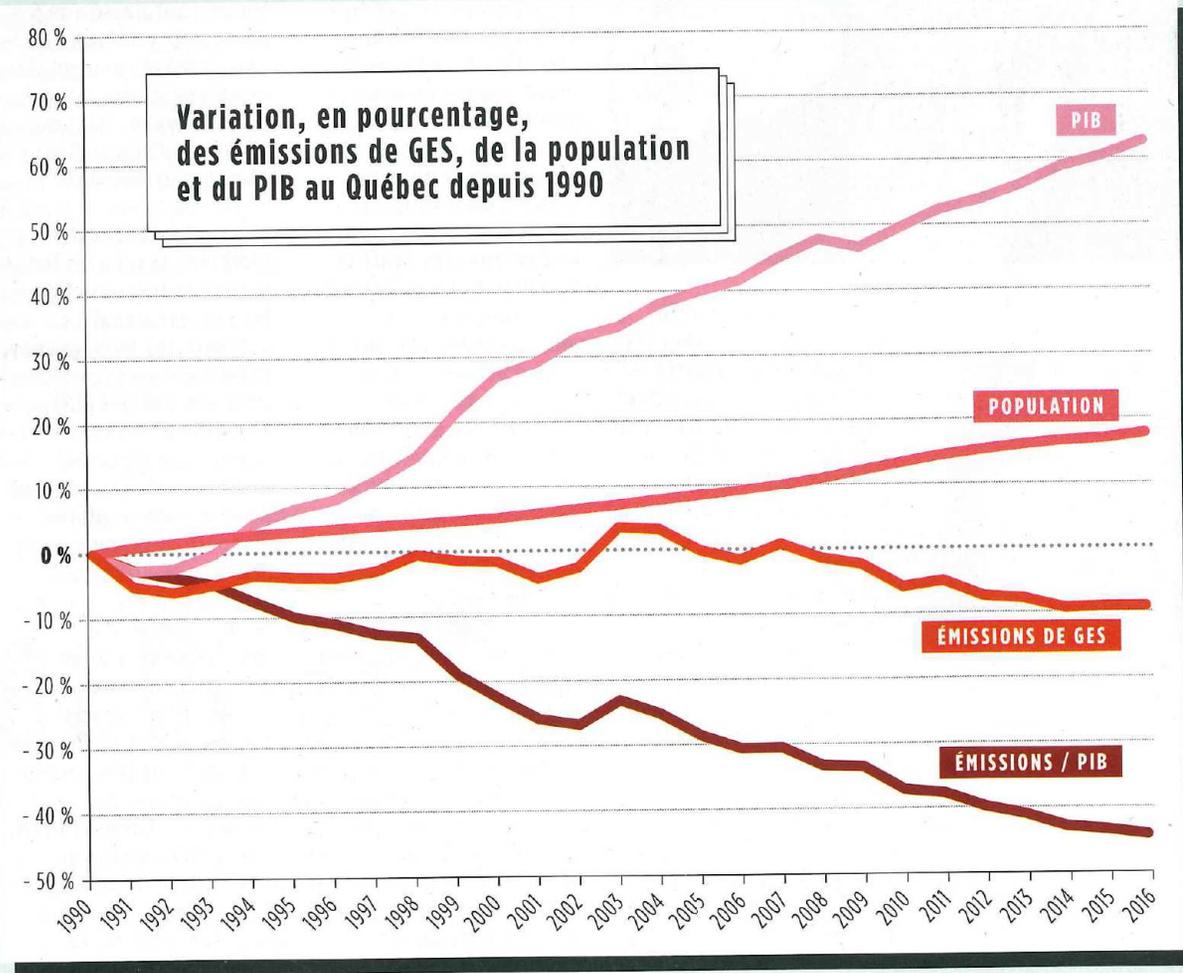
- Réflexions générales
- Le passé de l'efficacité énergétique
- L'évolution du coût de l'énergie et ses impacts
- **La situation actuelle**
- Le futur
- Nos outils
- Conclusion

# Émission des GES



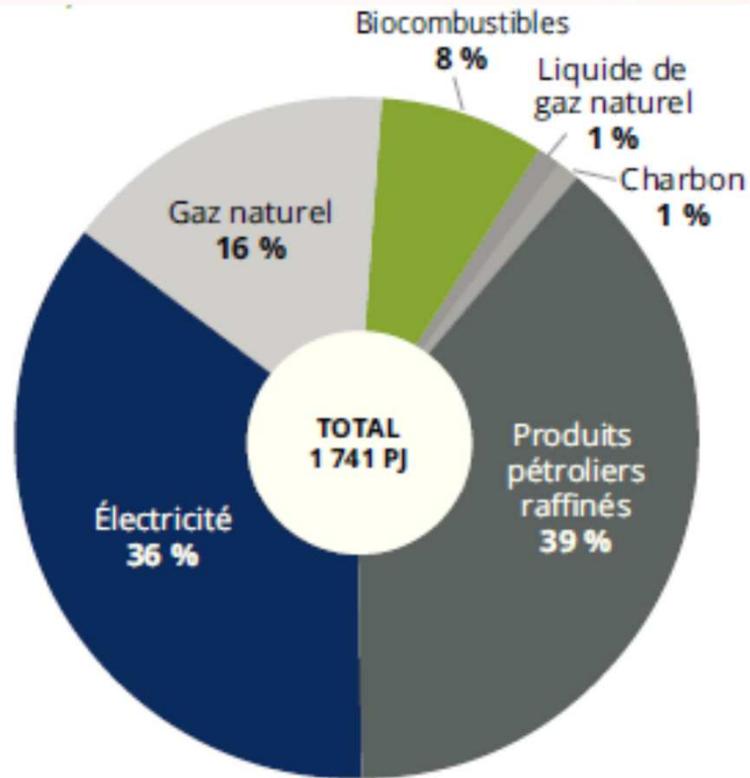
L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Émission des GES



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

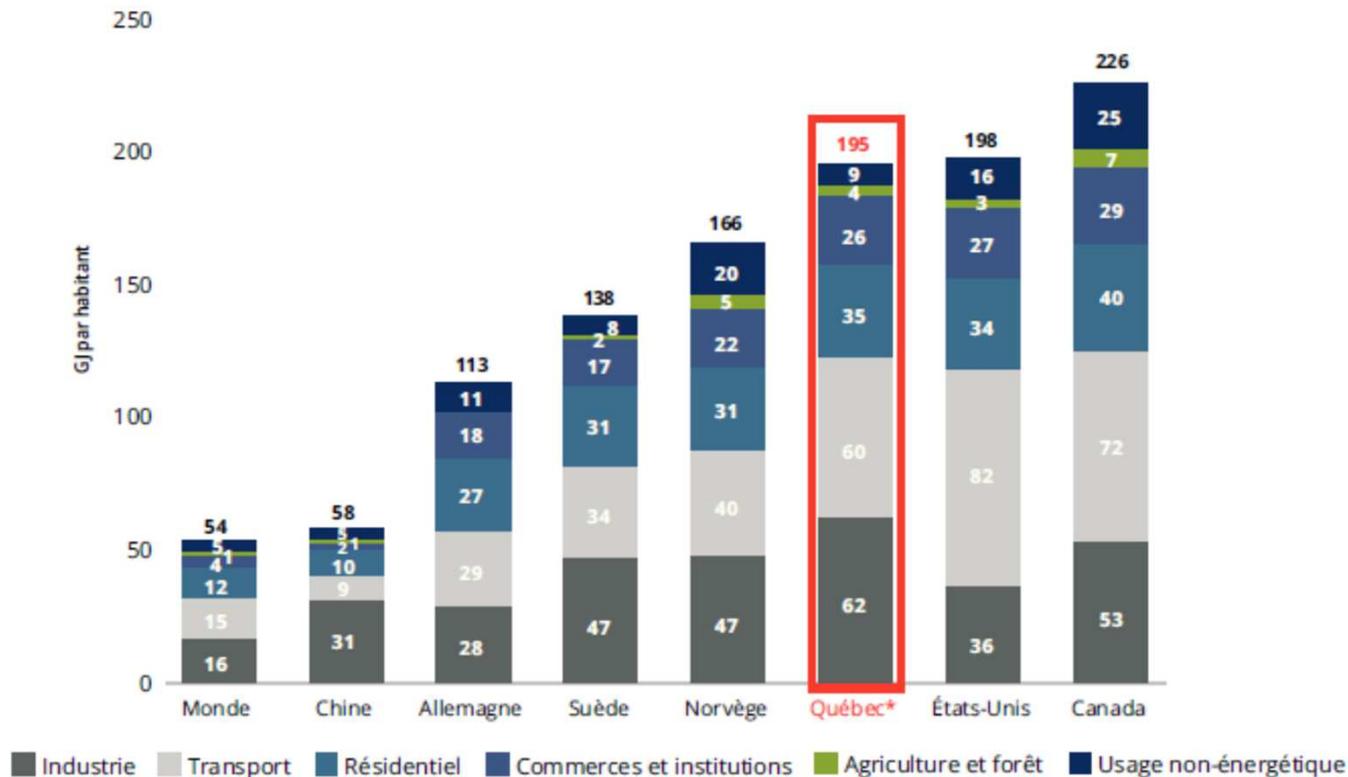
# Notre consommation



Sources : Statistique Canada, 2017 (tableau CANSIM 128-0016); MERN, 2017 (données préliminaires); Bert, 2015.

Note : La catégorie « liquide de gaz naturel » inclut le propane et le butane.

# Notre consommation par habitant

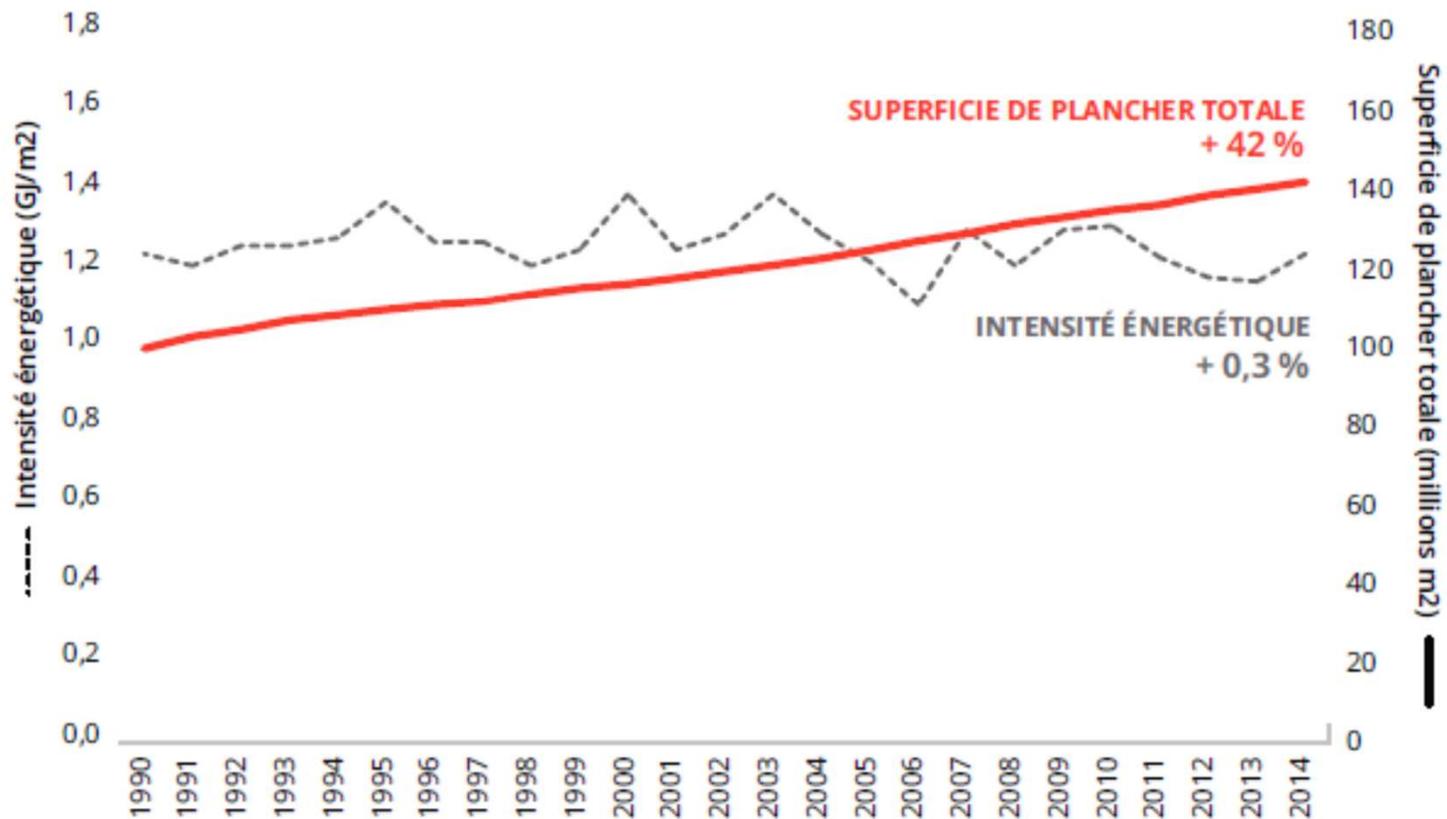


Sources : AIE, 2017 ; sauf \* pour le Québec, Statistique Canada, 2017 (tableau CANSIM 128-0016).

Note : Le graphique illustre la consommation énergétique de certains pays du monde. Seuls quatre petits pays ont une consommation par habitant supérieure à celle du Canada : Trinité-et-Tobago, le Qatar, l'Islande et le Luxembourg.

L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

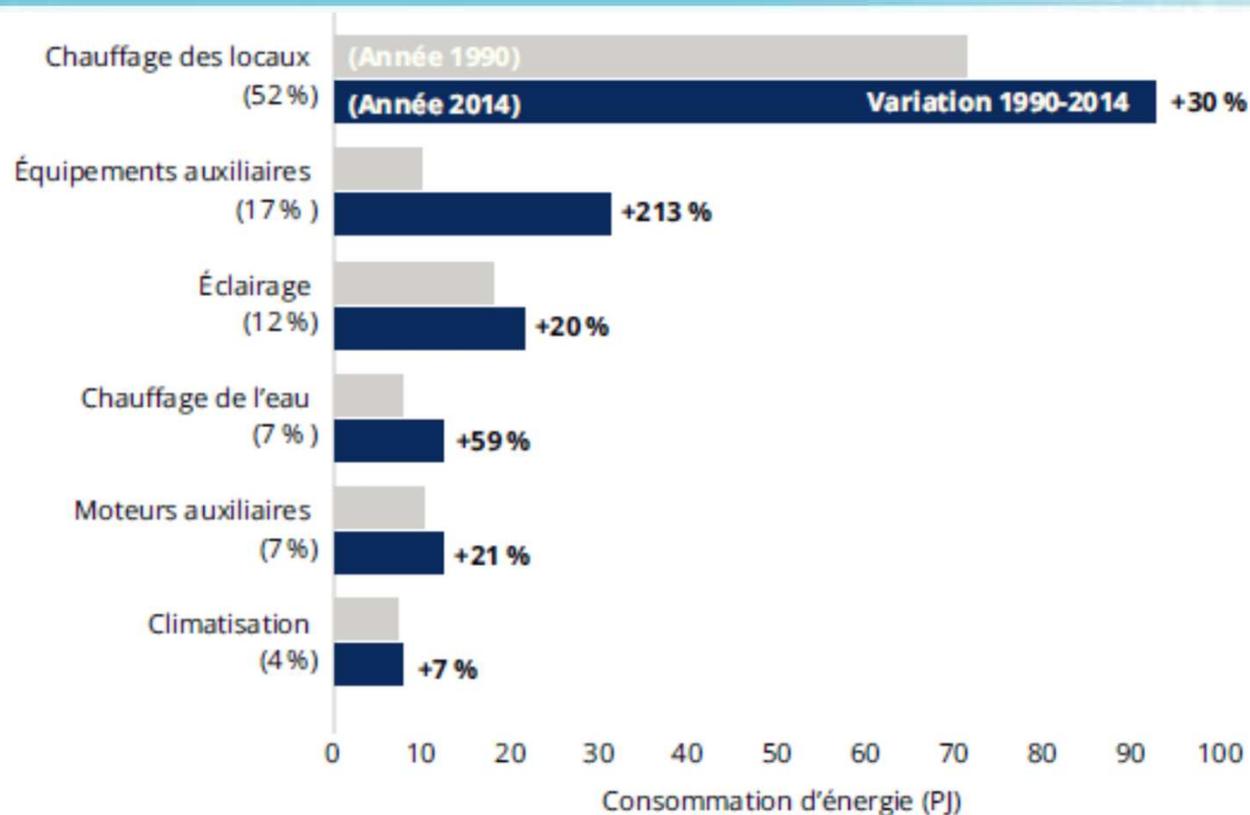
# Évolution de la consommation en C/I



Source : OEÉ, 2017.

L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# C/I usage de l'énergie

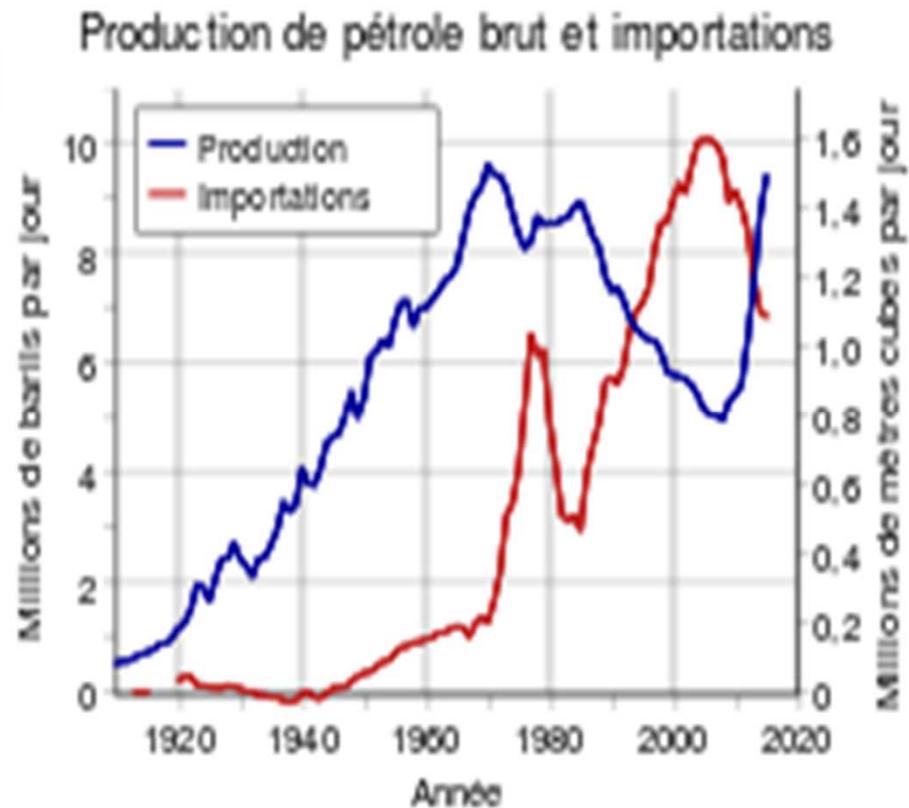


Source : OEE, 2017.

Note : Le graphique n'inclut pas la consommation liée à l'éclairage des voies publiques (moins de 3 PJ).  
Le pourcentage entre parenthèses, à droite des catégories d'utilisation finale, correspond à la part de cette utilisation dans le total d'énergie consommée par le secteur.

L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

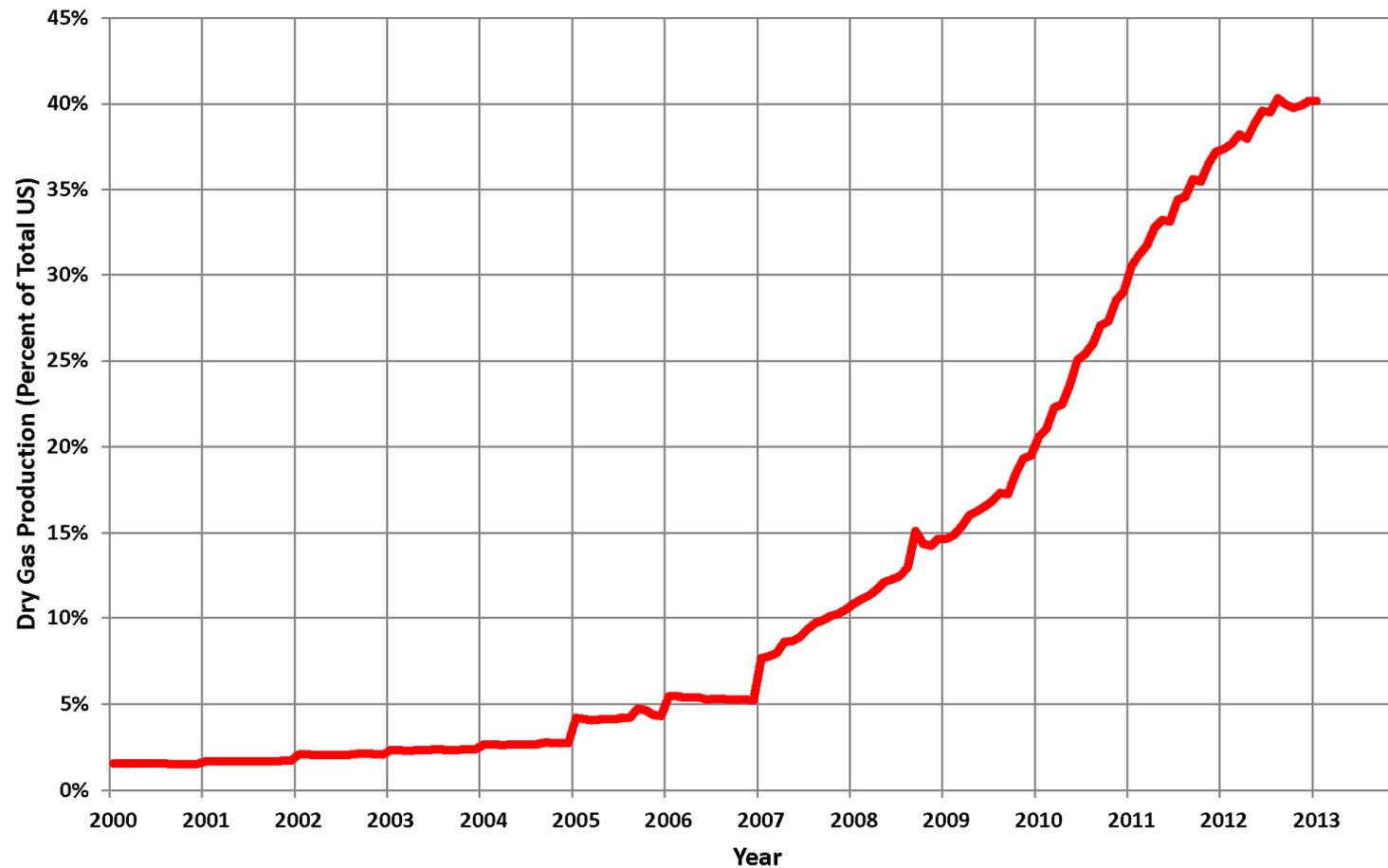
# USA, Importation/exportation de pétrole



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Production du gaz de schiste aux USA

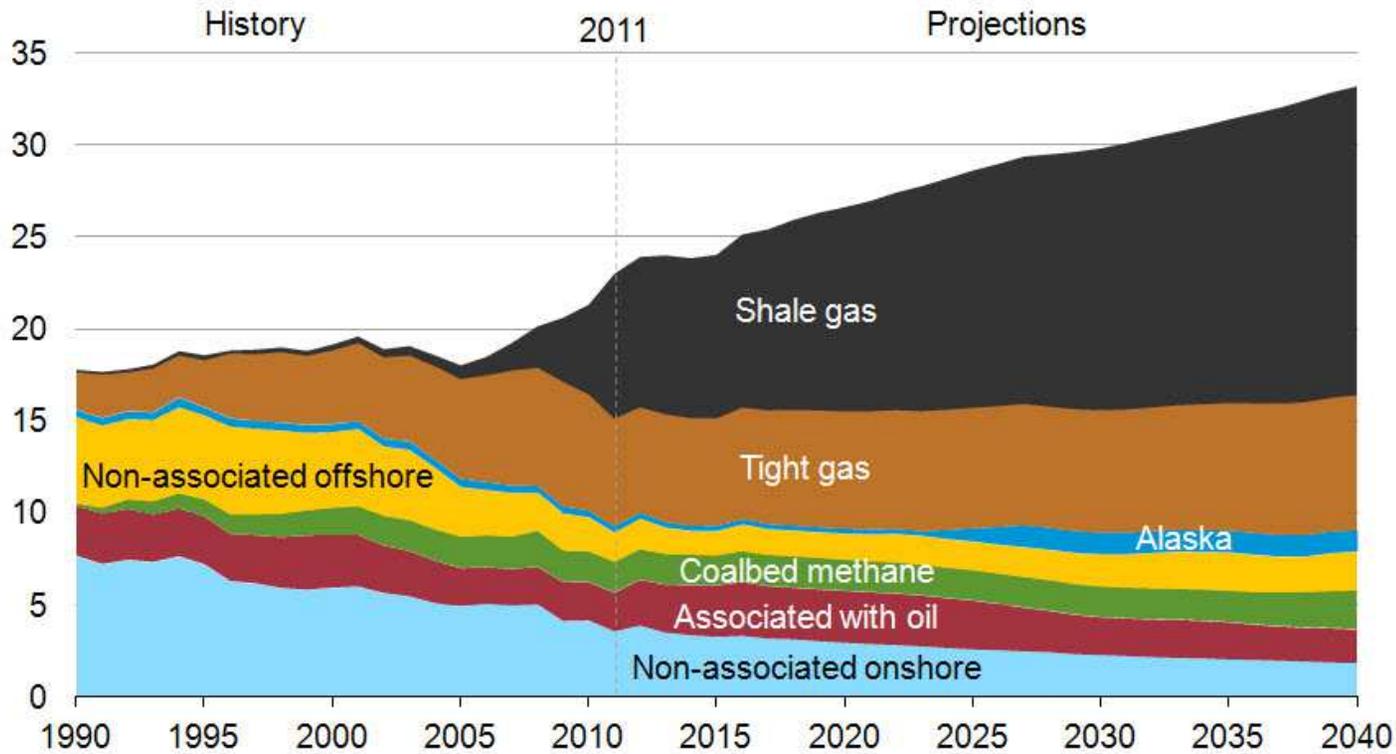
Percent of US Natural Gas Production from Shales, 2000-2013



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Production de gaz aux USA

U.S. dry natural gas production  
trillion cubic feet



Source: U.S. Energy Information Administration, *Annual Energy Outlook 2013 Early Release*

L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Est-ce que le prix reflète les impacts

- Un litre d'eau à +/- 1,10\$/litre
- Un litre d'essence à +/- 1,25\$/litre  
Ce n'est vraiment pas cher



# Agenda

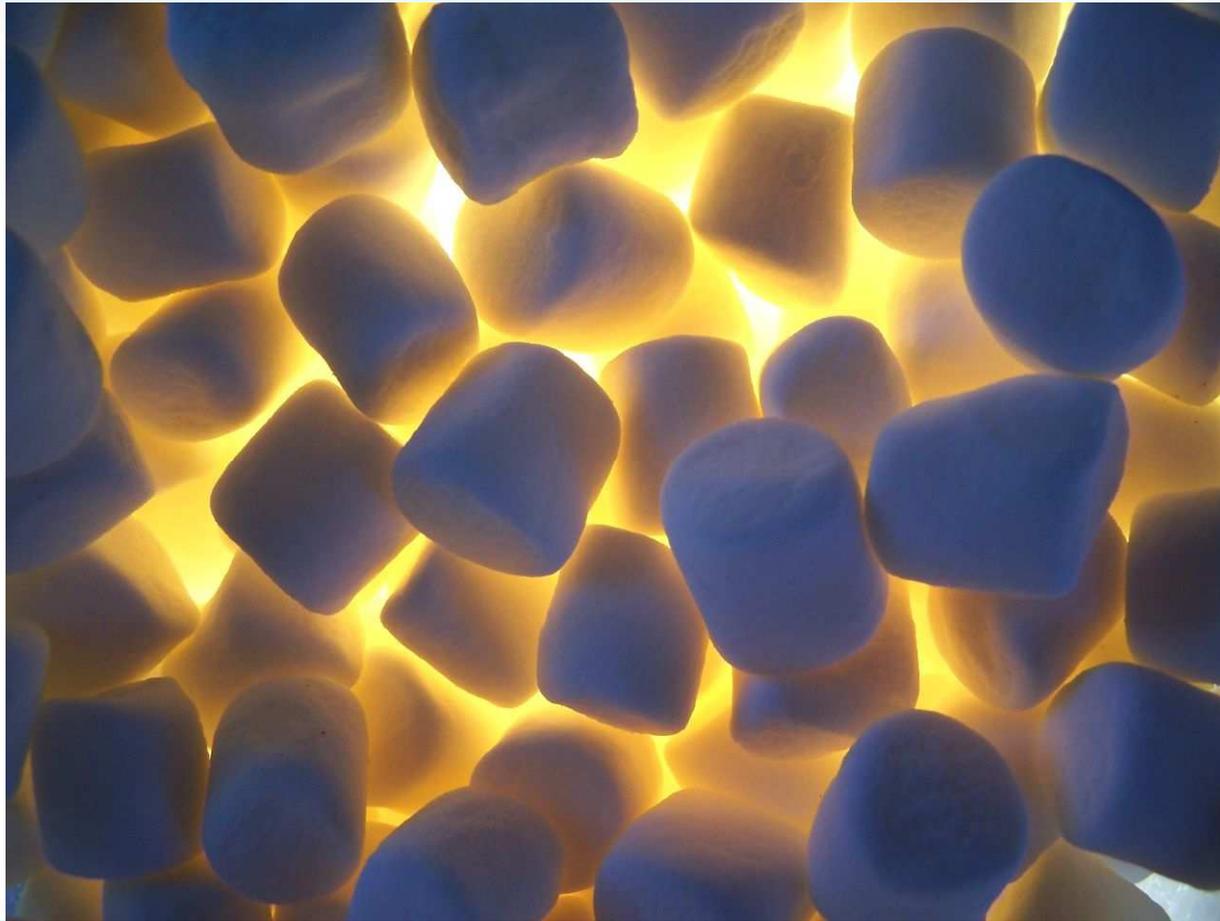
- Réflexions générales
- Le passé de l'efficacité énergétique
- L'évolution du coût de l'énergie et ses impacts
- La situation actuelle
- **Le futur**
- Nos outils
- Conclusion

# Gratification immédiate



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Gratification différée - Marshmallow



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Les défis sont nombreux

- Densification vs démolition de quartiers
- Toits verts vs panneaux solaires
- Production d'énergie locale vs densification (accès au soleil)
- Vision long terme vs court terme
- Élections aux 4 ans vs planification à long terme
- Éclairage naturel vs augmentation de superficie d'enveloppe
- Bâtiment de référence vs bâtiment optimum



# Les défis sont nombreux

- Coût de l'énergie vs coût en capital vs salaires des occupants
- Intelligence artificielle vs information privée (Big brother)
- Bien individuel vs bien collectif
- Bâtiments existants vs nouveaux bâtiments
- Démolition ou rénovation
- Transport collectif ou individuel

# Les opportunités

- Changement climatique
- Protocole de Kyoto
- Accords de Paris
- Internet des objets et big data
- Intelligence artificielle
- Conception intégrée

# Qui va arbitrer

- Bien commun
- On doit fixer des objectifs clairs afin de prendre les bonnes décisions
- Toute décision est un compromis

# Autorégulation

- Le marché peut-il s'autoréguler ?

# La cigarette



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Alcool au volant



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Ceinture de sécurité



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Texto au volant



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Des lois ont été requises

- Quelques exemples
  - *Obligation de voter en Australie, participation à 92%*
    - *Canada 66% en 2019*
    - *Élections municipales 42,5% en 2017*
    - *Élections scolaires 5% en 2014*
- Exploitation des enfants dans les mines au 19<sup>e</sup> siècle

# Une belle marche, et après ?



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

**ASHRAE** Chapitre de  
**Montréal**

# Nos choix



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Agenda

- Réflexions générales
- Le passé de l'efficacité énergétique
- L'évolution du coût de l'énergie et ses impacts
- La situation actuelle
- Le futur
- **Nos outils**
- Conclusion

# Histoire de cheval, fin du 19<sup>e</sup> siècle

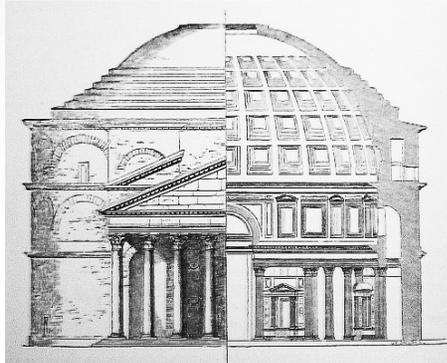
Bref, **les chevaux représentaient un enjeu de santé publique majeur**. Un problème insurmontable, croyait-on à l'époque. Rien ne semblait pouvoir freiner la tendance. En 1890, un prévisionniste new-yorkais avait statué qu'il y aurait de la bouse de cheval jusqu'au troisième étage partout à Manhattan dans quelques décennies.

« Dans 50 ans, toutes les rues de Londres seront enterrées sous 9 pi d'excréments », avait aussi titré le journal britannique Times en 1894.

Pour trouver des solutions, des délégués des quatre coins du monde se sont rassemblés à New York en 1898, lors d'une première conférence internationale d'urbanisme qui devait durer 10 jours. **Mais après trois jours seulement, les experts sont repartis chez eux, convaincus qu'il n'y avait rien à faire.**

Vous connaissez la fin de l'histoire. L'automobile est arrivée. Dès 1912, il circulait plus de voitures que de chevaux dans les rues de New York.

# Le panthéon de Rome

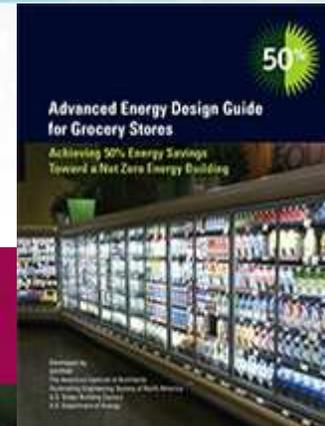
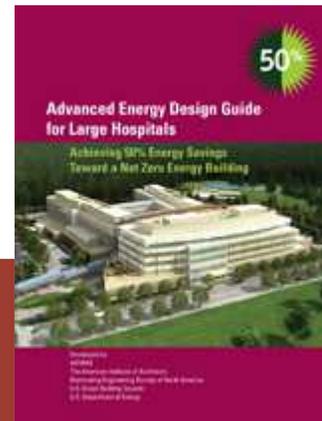
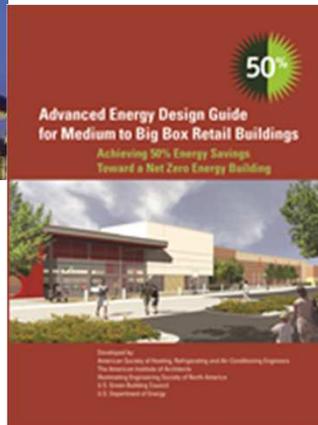
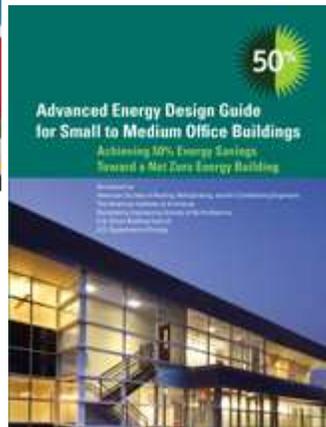
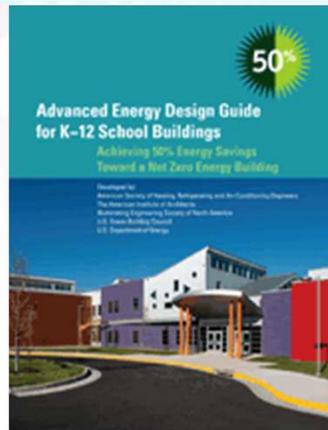


L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# 100 km/h en 1899; Jamais contente

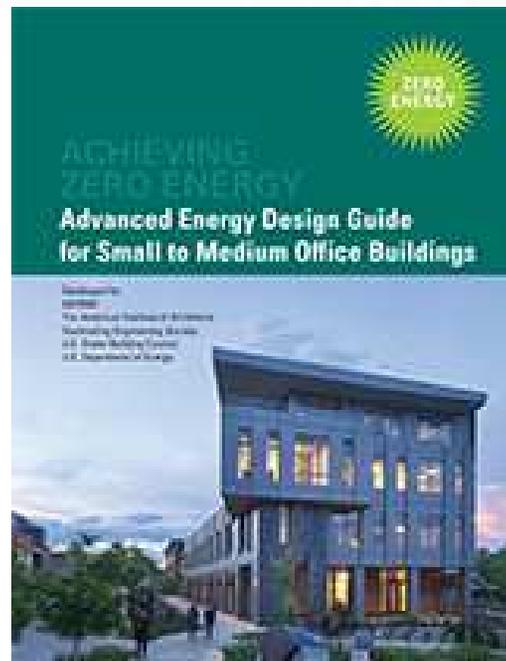
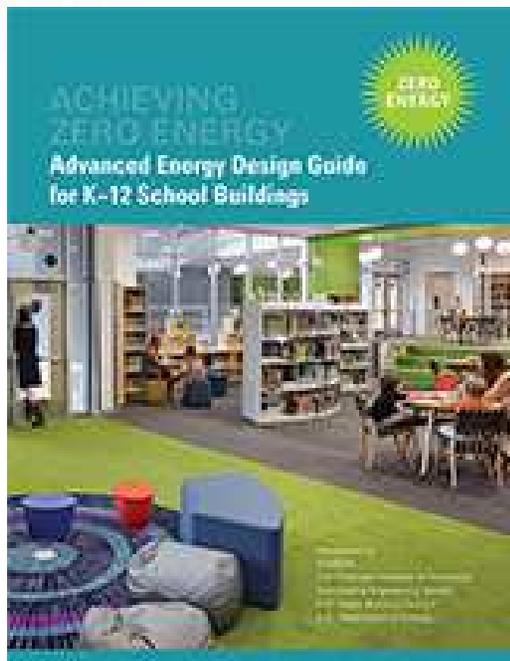


# Guides de l'ASHRAE – 50% de réduction



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Guides de l'ASHRAE - Zéro energy



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

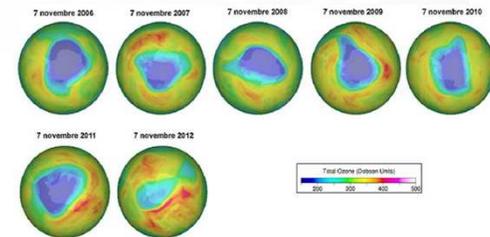
# L'énergie photovoltaïque distribuée



L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020

# Succès du passé

- Le trou dans la couche d'ozone qui se résorbe
- Les usines d'épuration des eaux
- Les énergies renouvelables disponibles
- Réduction de la consommation du charbon et réduction des pluies acides
- Etc..



# Quelques outils

- La conception intégrée
- L'analyse du cycle de vie
- On peut difficilement améliorer ce qui n'est pas mesuré.
- Analyse des impacts à long terme sur l'environnement
- L'intelligence artificielle
- L'internet des objets (IOT)
- Ré-analyser les solutions du passé

# Quelques outils

- Il nous faut trouver d'autres arguments de vente que le simple « payback »
- Les impacts environnementaux de nos choix doivent être évalués.
- La bourse du carbone est un pas dans la bonne direction.
- Un organisme vraiment indépendant et permanent, et non politique serait-il requis ?
- Des lois contraignantes sont requises

# Agenda

- Réflexions générales
- Le passé de l'efficacité énergétique
- L'évolution du coût de l'énergie et ses impacts
- La situation actuelle
- Le futur
- Nos outils
- **Conclusion**

# Contexte spécifique du Québec

- Bas prix de l'Électricité
- Rends rentable les pompes à chaleur
- Utiliser l'électricité pour du chauffage à 20°C est dommage.
- L'usage de l'électricité en chauffage ne devrait être permis que si le système est centralisé afin de permettre une flexibilité future.

# Attention à l'impact de nos solutions

- Fréons et couche d'ozone
- Microbilles de plastique
- Les plastiques; 90% ne seraient pas recyclés.
- Combustibles fossiles
- Médicaments rejetés aux égouts
- MIUF

# Conclusion

- Le « timing » n'a jamais été aussi bon pour l'efficacité énergétique
- Nous avons tous les outils en main pour réussir
- Nous avons les ressources et les compétences
- Les succès du passé doivent être garants de l'avenir
- Les enveloppes de nos bâtiments doivent être ultra-performantes.
- Le temps nous presse
- Des lois seront nécessaires

# QUESTIONS

[RCHARNEUX@PAGEAUMOREL.COM](mailto:RCHARNEUX@PAGEAUMOREL.COM)

L'efficacité énergétique d'hier à demain,  
9 mars 2020



# S

- b

# S

- b