



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada

# Les piliers d'une exploitation optimale des bâtiments [intelligents]

Symposium du Réseau Énergie et Bâtiments

12 décembre 2022

Canada 

# OBJECTIFS

Au terme de la session, les participants seront en mesure de :

- ❖ **Comprendre la complémentarité entre les trois piliers soutenant une exploitation optimale et intelligente des bâtiments**
- ❖ **Discerner les techniques d'analyse de données et le rôle de la modélisation et de l'intelligence artificielle dans les différentes familles d'outils**



# CanmetÉNERGIE À VARENNES | MISSION

Un chef de file en matière de S et T au sein du gouvernement fédéral, nous menons des activités de recherche innovantes pour concevoir et mettre en oeuvre des solutions énergétiques propres et durables pour le Canada.





# NOS DOMAINES DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE

## INDUSTRIE

- Procédés écoefficaces
- Bioraffinage et bioéconomie
- Intelligence artificielle
- Outils et soutien technique

## INTÉGRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

- Évaluation des systèmes PV
- Réseaux intelligents et microréseaux
- Villes et communautés intelligentes
- Intégration élevée des énergies renouvelables au réseau

## BÂTIMENTS

- Systèmes de chauffage et de refroidissement renouvelables
- Bâtiments intelligents et gestion de l'énergie



# NOS PRODUITS ET SERVICES

## RETScreen INTERNATIONAL

- Logiciel de gestion d'énergies propres RETScreen
- Service RETScreen Entreprise

## SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES DES INFRASTRUCTURES ÉLOIGNÉES DU NORD

- Planification et simulation énergétiques
- Outils et soutien technique

## ÉCOLOGISATION DES OPÉRATIONS GOUVERNEMENTALES

- Services de soutien technique pour les organisations fédérales
- En appui à la Stratégie pour un gouvernement vert



# ACTIVITÉS DE RECHERCHE ET DE DÉPLOIEMENT SUR LES BÂTIMENTS INTELLIGENTS



Gestion de l'énergie  
basée sur les  
données

Mise en service en  
continu



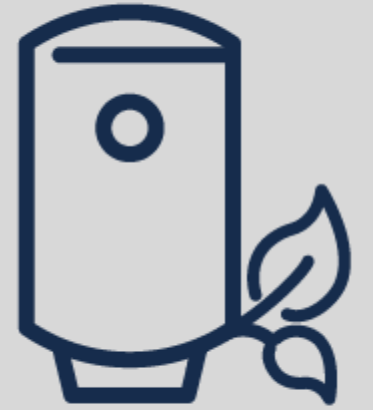
Indicateurs de  
performance

Contrôle  
prédictif

Bâtiments flexibles

Outils  
analytiques





DOCUMENT DE TRAVAIL / JUILLET 2022

# Stratégie canadienne pour les bâtiments verts



## VERS LA CARBONEUTRALITÉ DU SECTEUR DES BÂTIMENTS

**2050**  
Carboneutralité



## LE DÉFI

Comment maintenir les bénéfices des mesures mises en place?

**25% ↓**

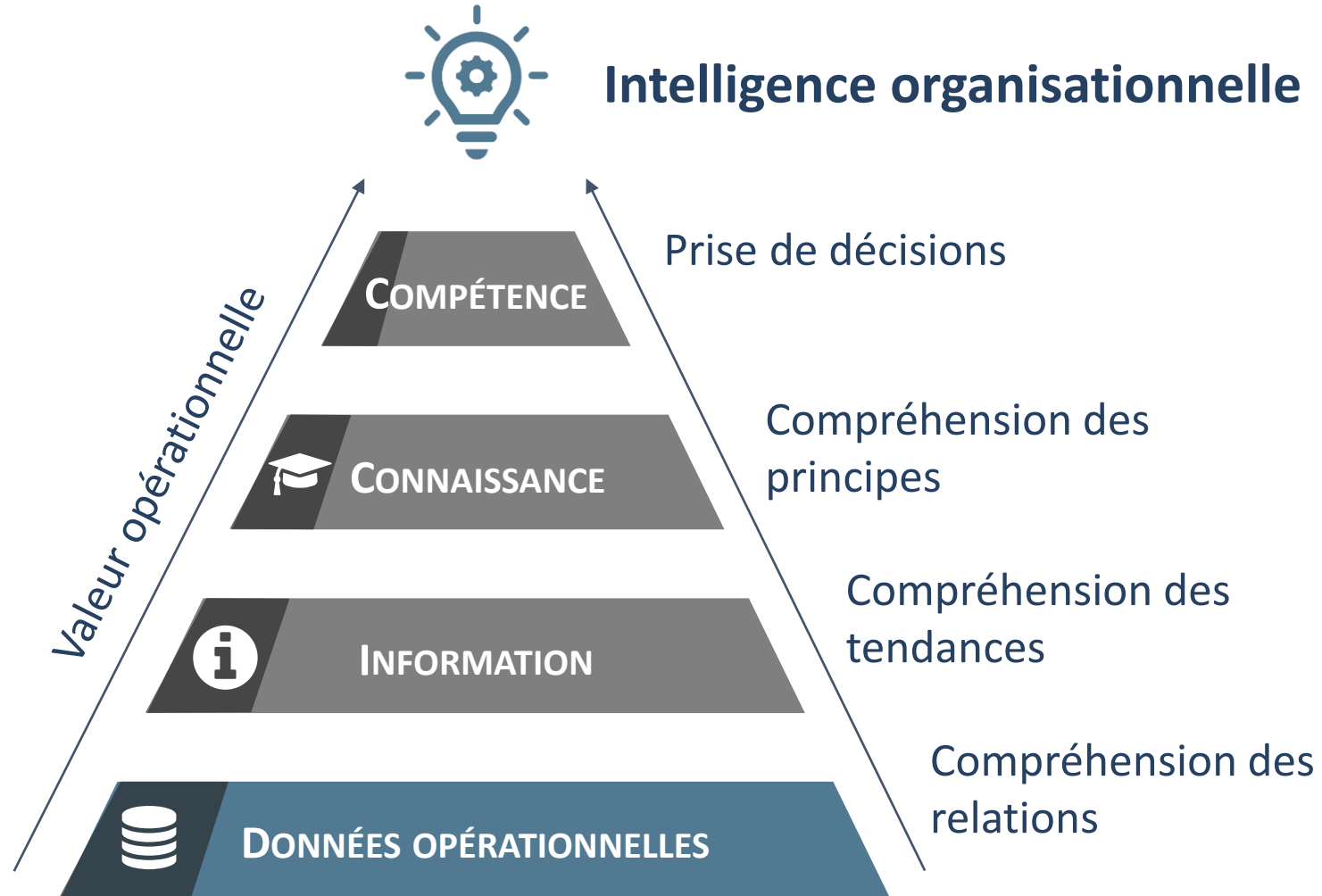
des économies d'énergie se perdent en l'absence de stratégies de persistance

(IEA Annex 47, Sub-task C Final Report, 2009)

<https://www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/buildings/research/optimization/17892>



# LE POTENTIEL





# PILIER n°1 – UNE APPROCHE CENTRÉE SUR LES GENS



... ET AXÉE SUR LES OBJECTIFS DE  
GESTION DES INSTALLATIONS

Sensibilisation et  
engagement



Connaissances et  
expérience



Renforcement des  
compétences

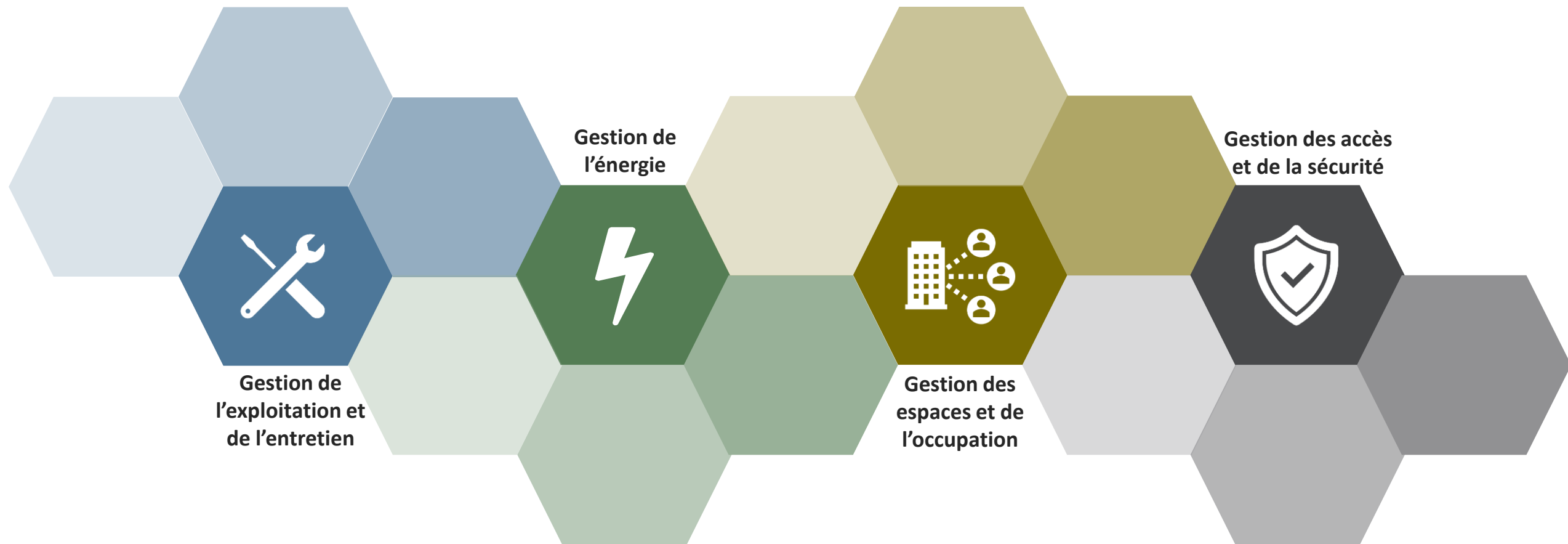


Gestion du  
changement



# PILIER n°2 – DES PROCESSUS PRATIQUES

... ET DICTÉS PAR LES OBJECTIFS DE LA GESTION DES INSTALLATIONS



# LES SYSTÈMES DE GESTION DE L'ÉNERGIE



## Programme 50001 Ready Canada



**Contexte de  
l'organisation**



**Leadership**



**Planification**



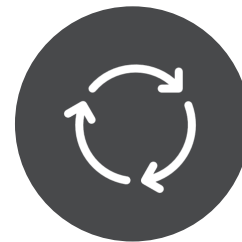
**Soutien**



**Exploitation**



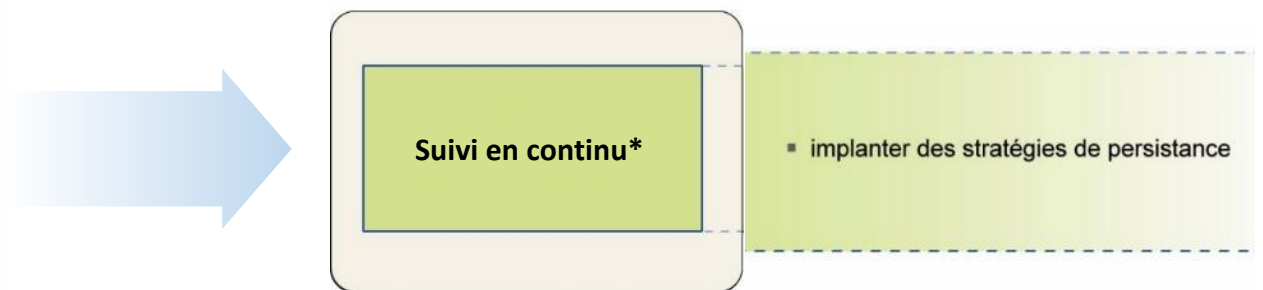
**Évaluation du  
rendement**



**Amélioration en  
continu**

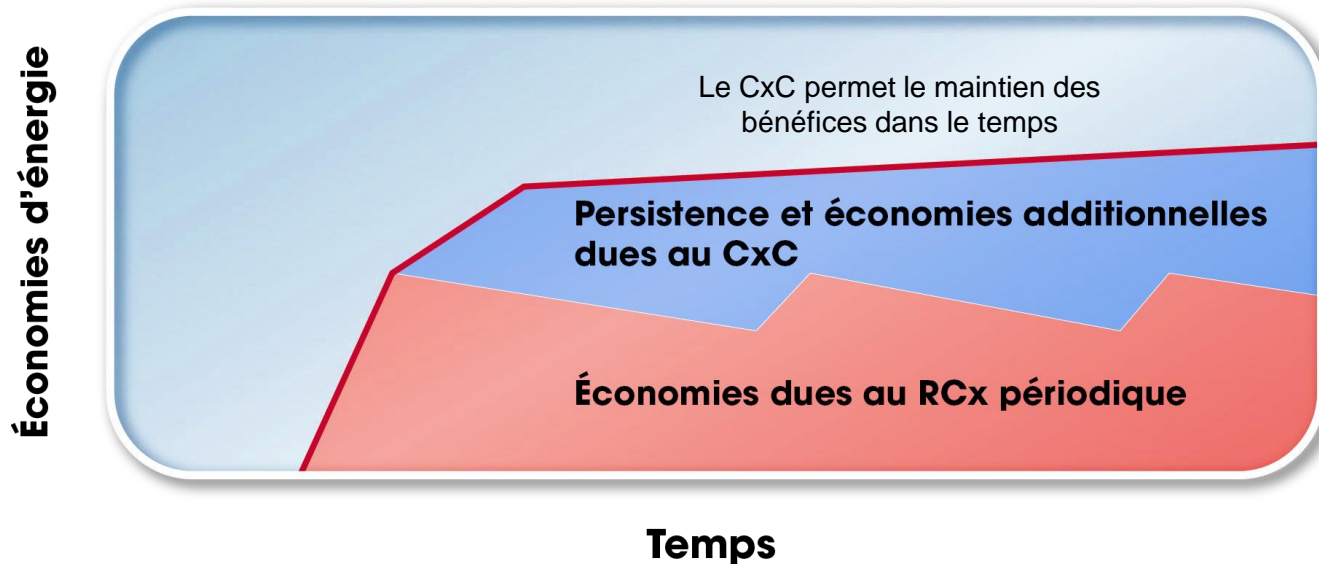


# LA REMISE AU POINT DE BÂTIMENTS EXISTANTS (RCx)



\* pendant au moins deux ans pour être éligible aux programmes d'aide financière

# LA MISE EN SERVICE EN CONTINU (CxC)



## Avantages non-énergétiques

- ✓ Amélioration de la qualité de l'environnement intérieur
- ✓ Augmentation de la productivité du personnel d'exploitation et d'entretien
- ✓ Évolution des pratiques d'entretien vers une structure proactive

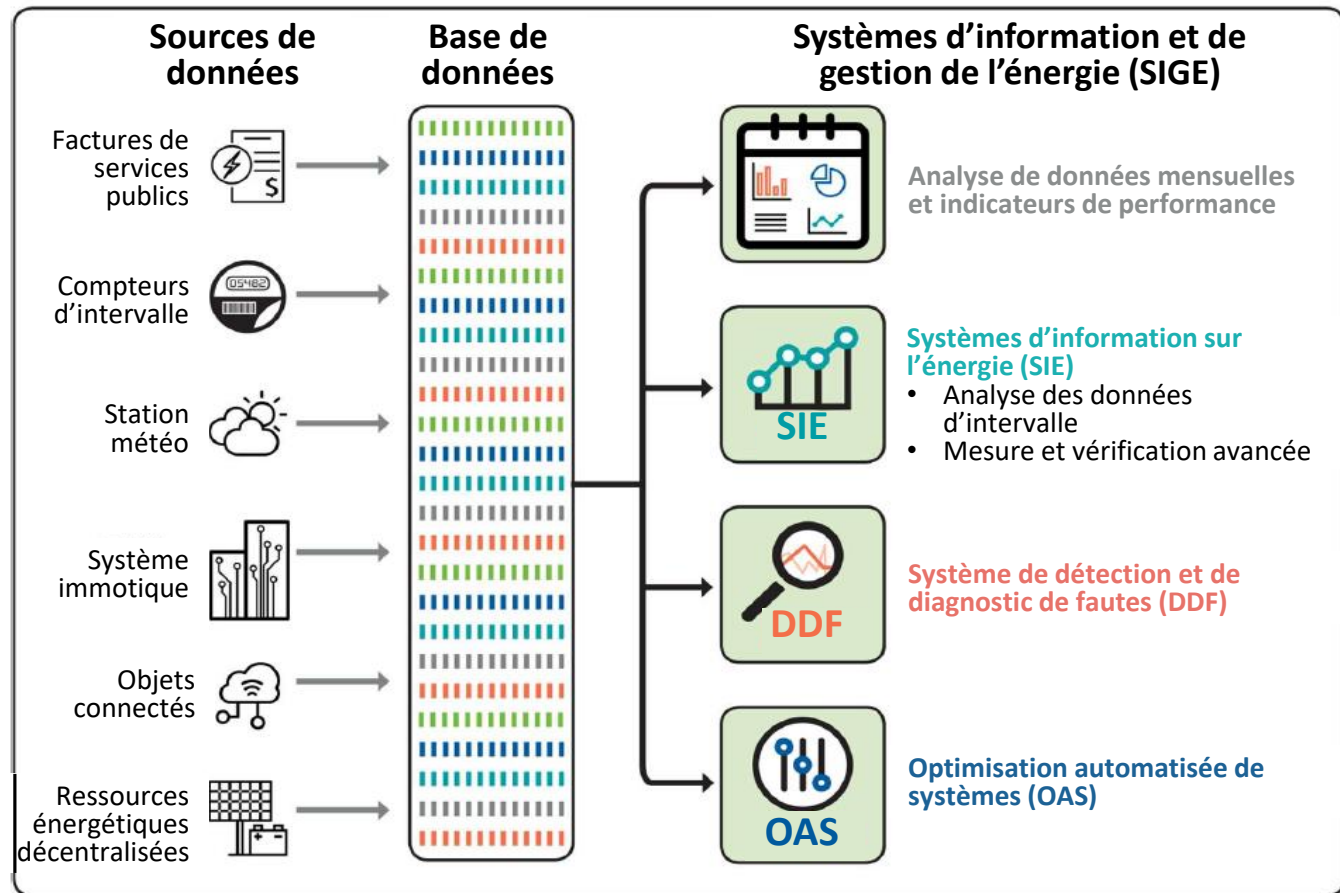
BCxA  
*Ongoing Commissioning  
Best Practices*

Berkeley Lab (LBNL)  
*Monitoring-Based Cx  
Plan Template*

ASHRAE  
*Guideline 1.7P  
(en développement)*

# PILIER n°3 – LES TECHNOLOGIES

... AU SERVICE DES GENS ET DES OBJECTIFS DE LA GESTION DES INSTALLATIONS

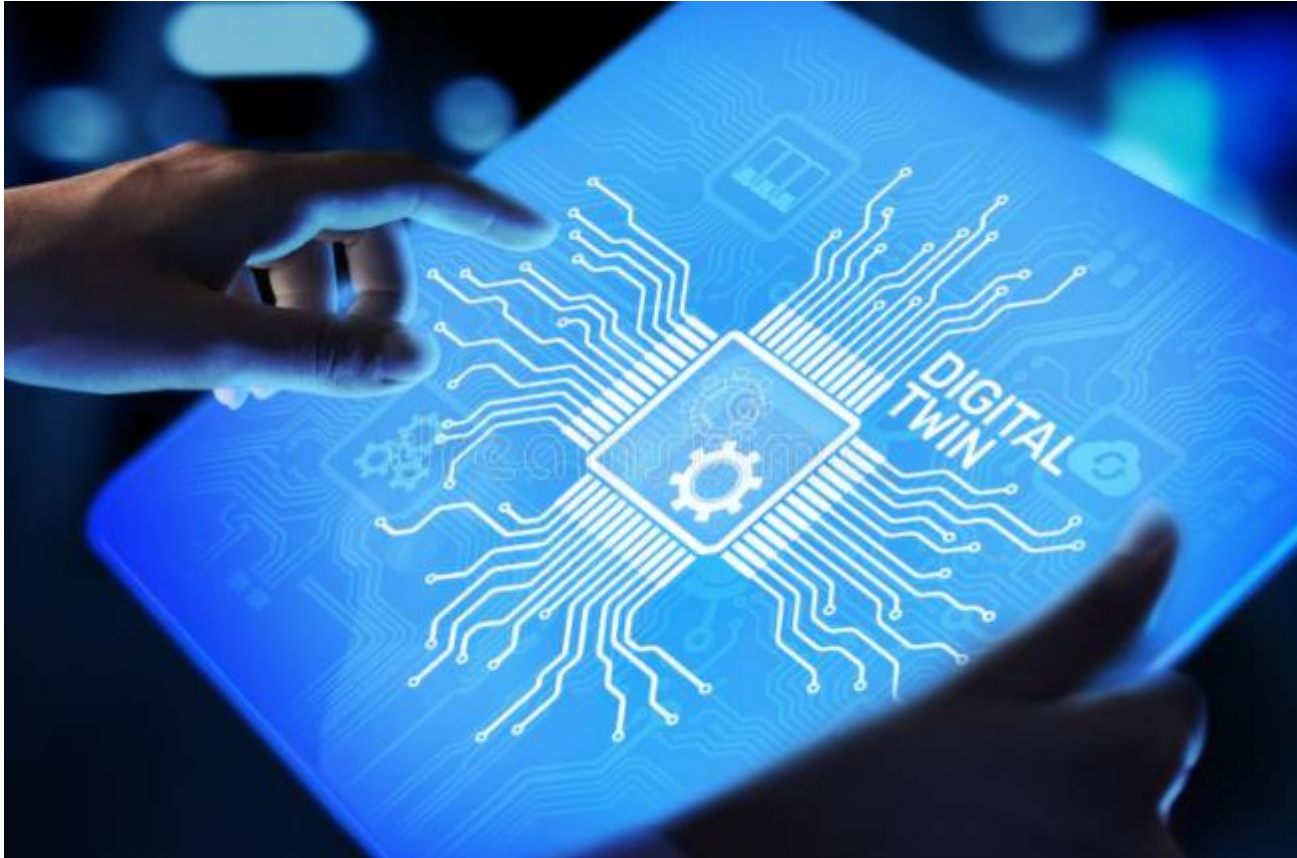


Source : *A Primer on Organizational Use of Energy Management and Information Systems*, Second Edition, Lawrence Berkeley National Laboratory, August 2021





# LE RÔLE DE LA MODÉLISATION ET DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



## Qu'est-ce qu'un jumeau numérique (*Digital Twin*)?

Modèle numérique représentatif du bâtiment

## À quoi ca sert?

- Suivre la performance
- Tester des scénarios hypothétiques
- Prédire le comportement futur du bâtiment pour en optimiser l'exploitation et l'entretien
- Générer des données qui ne sont pas mesurées



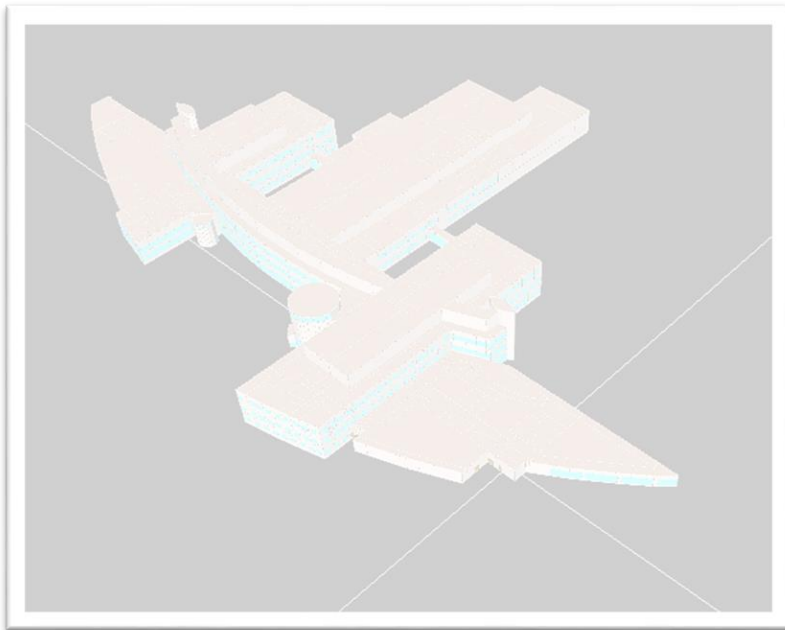
# LE RÔLE DE LA MODÉLISATION ET DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

← *Modèles calibrés avec factures*

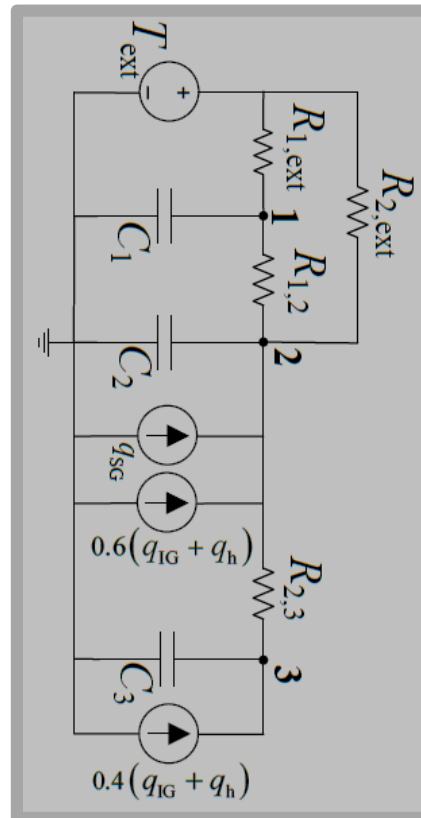
*Modèles calibrés avec données opérationnelles* →

## Type « boîte blanche »

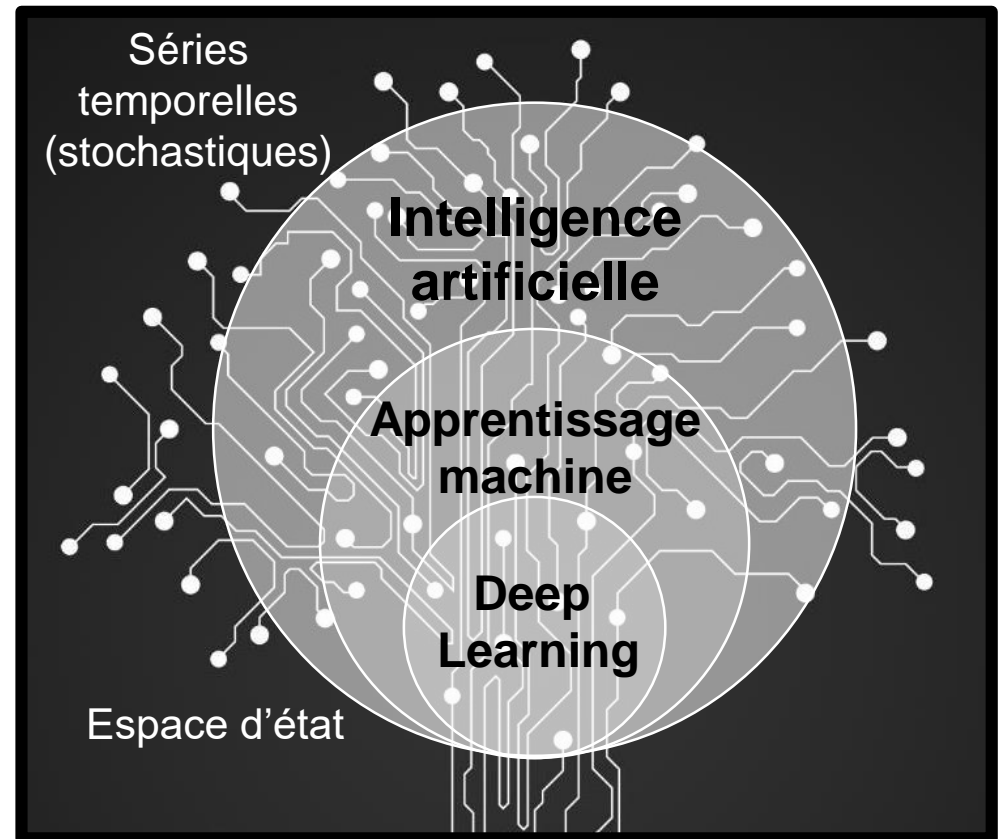
(EnergyPlus, TRNSYS, Modelica, eQuest, etc.)



## Type « boîte grise »



## Type « boîte noire »

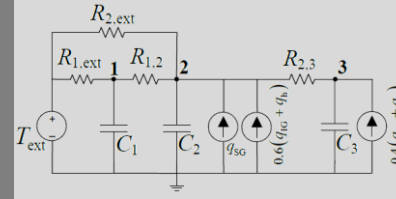


# LE RÔLE DE LA MODÉLISATION ET DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

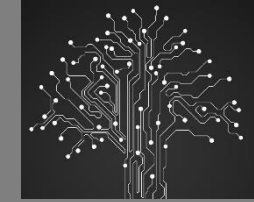
## « boîte blanche »



## « boîte grise »



## « boîte noire »



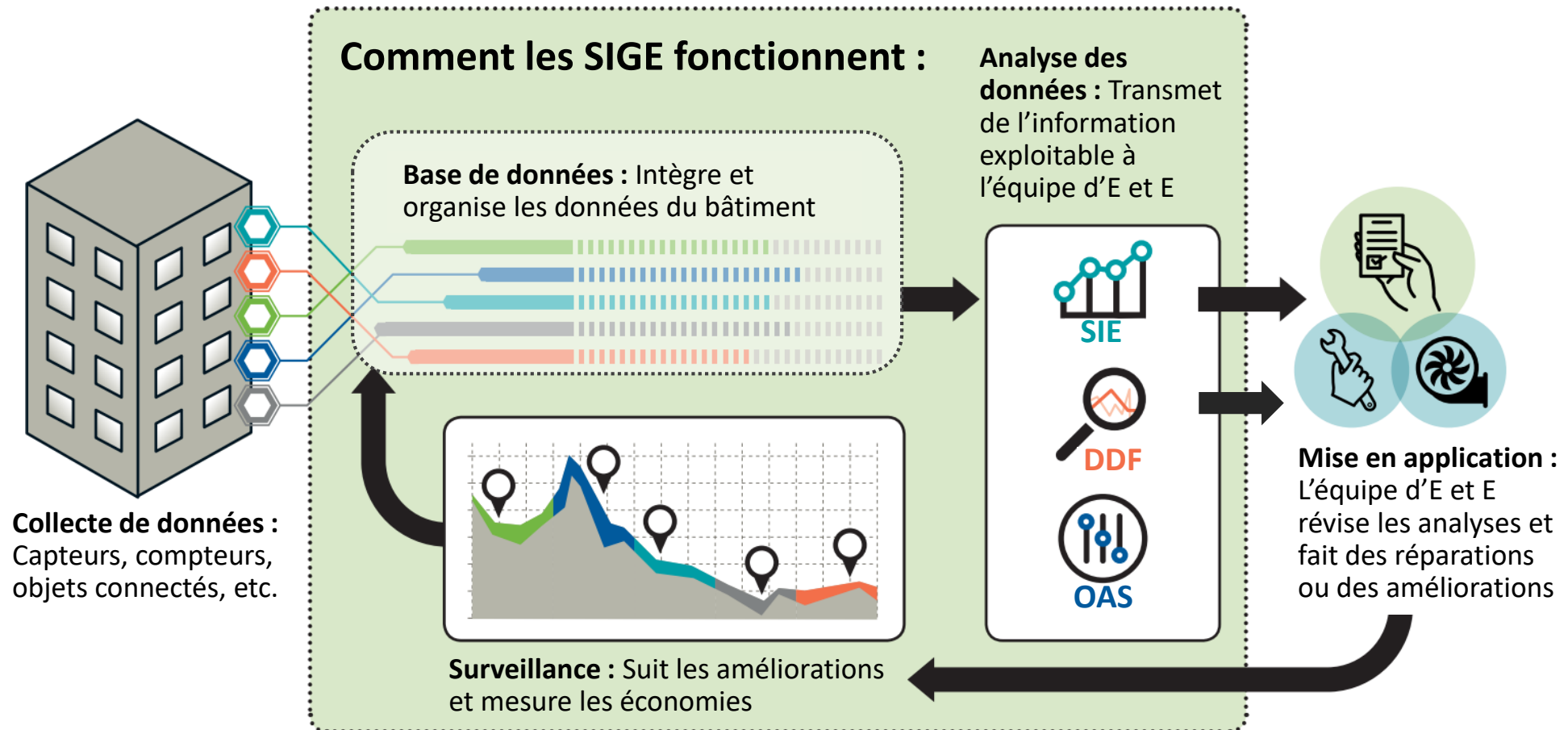
### Avantages

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamique du bâtiment basée sur des principes physiques fondamentaux</li> <li>• Utilisation des données de conception</li> <li>• <b>Facilité à tester de nouveaux scénarios</b> (équipement, occupation, éclairage, etc.)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modèle simplifié basé sur des principes physiques et calibré avec des données opérationnelles</li> <li>• Flexible et robuste à l'extrapolation, fort potentiel de généralisation</li> <li>• Besoin de moins de données</li> <li>• <b>Compromis entre « boîte blanche » et « boîte noire »</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aucun besoin de « connaissance physique » du système</b></li> <li>• Rapidité de création</li> <li>• Très fort potentiel de généralisation</li> </ul> |
|---|---|--|

### Inconvénients

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibré à l'aide de factures mensuelles, rarement avec les données opérationnelles</li> <li>• Peu flexible ou généralisable (milliers de paramètres)</li> <li>• <b>Requiert beaucoup d'efforts</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estimation de plusieurs paramètres</b></li> <li>• Moins de détails qu'une boîte blanche</li> <li>• Moins précis qu'une boîte noire</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Requiert beaucoup de données, risque d'overfitting</b></li> <li>• Peu performant à l'extrapolation (tests de scénarios jamais vécus)</li> </ul> |
|--|---|---|

# SIGE ET CxC – APPLICATION COMBINÉE

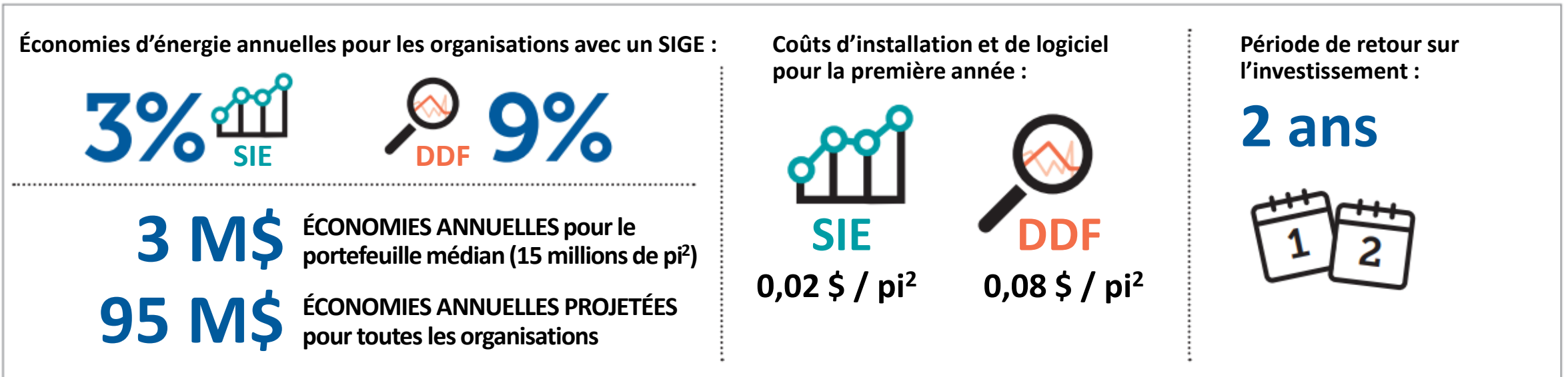


Source : Kramer, H., Lin, G., Curtin, C., Crowe, E., and Granderson, J. Proving the Business Case for Building Analytics. Lawrence Berkeley National Laboratory, octobre 2020. <https://doi.org/10.20357/B7G022>

# SIGE ET CxC – APPLICATION COMBINÉE

## Statistiques sur les coûts et les avantages

basées sur les données de l'initiative « Smart Energy Analytics Campaign »



Source : Kramer, H., Lin, G., Curtin, C., Crowe, E., and Granderson, J. Proving the Business Case for Building Analytics. Lawrence Berkeley National Laboratory, octobre 2020. <https://doi.org/10.20357/B7G022>

# SIGE ET CxC - BARRIÈRES ET CATALYSEURS

## Barrières

- Complexité du marché
- Difficulté à démontrer la rentabilité
- Viabilité pour les petits bâtiments
- Manque d'information et de compréhension commune

## Catalyseurs

- TO/TI et cybersécurité
- Intégration aux systèmes
- Qualité des données et des analyses
- Engagement de l'équipe et dotation
- Gestion du changement

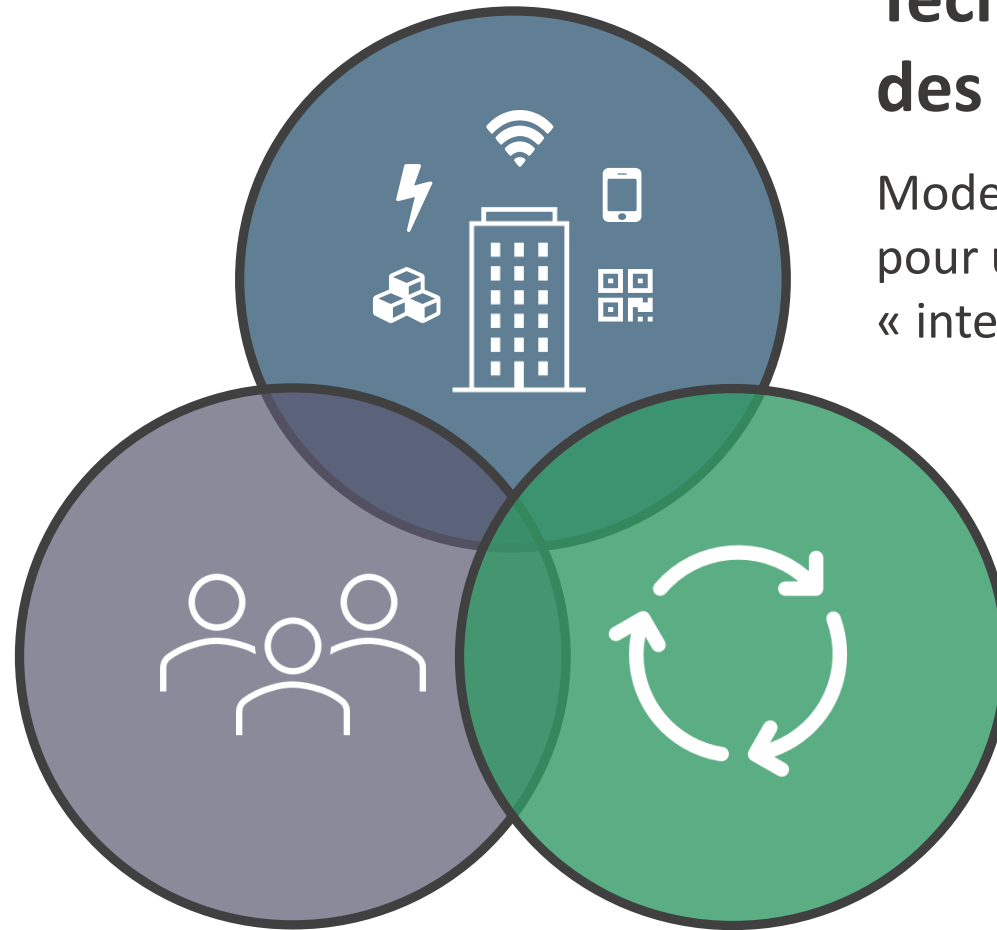
Source : *Energy Management Information Systems Technical Resources Report*, Federal Energy Management Program, July 2021.  
<https://www.energy.gov/node/4811046>



# LES PILIERS D'UNE EXPLOITATION OPTIMALE

## Approche centrée sur les gens

Mobilisation à tous les niveaux de l'organisation afin de répondre aux besoins



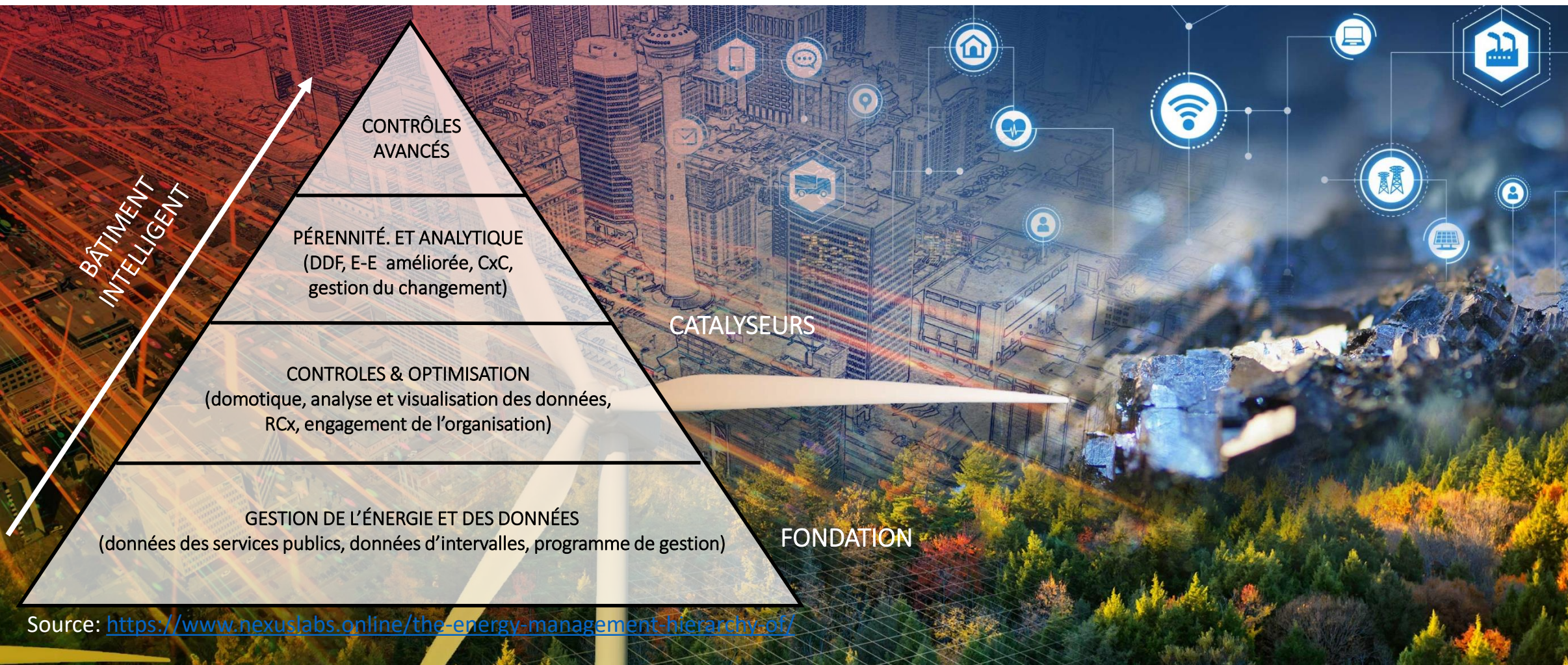
## Technologies au service des besoins

Modernisation des infrastructures pour un bâtiment connecté et plus « intelligent »

## Processus pratiques

Intégration de processus permettant de structurer la gestion des installations

# HIÉRARCHIE DES BESOINS EN GESTION DE L'ÉNERGIE



# CONCLUSION

Les bâtiments intelligents, les SIGE et les techniques d'analyse de données ont un **potentiel inexploité important** pour améliorer la gestion des installations.

Trois familles de SIGE



L'exploitation optimale de bâtiments repose sur l'exploitation des **synergies entre les processus, les technologies et les gens**.

**Les solutions basées sur des modèles et l'IA** vont jouer un rôle croissant, **en complément** aux autres approches.



MERCI!



QUESTIONS?

**Dominic Turgeon**

Ingénieur principal  
dominic.turgeon@canada.ca



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

Canada

# CanmetÉNERGIE À VARENNES

**LA SCIENCE**  
au service de tous  
les Canadiens



1615, boul. Lionel-Boulet  
Varennes, QC J3X 1P7  
Téléphone : +1.450.652.4621  
[canmetenergie@rncan.gc.ca](mailto:canmetenergie@rncan.gc.ca)



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada

Canada 

# Canada

© Sa Majesté le roi du chef du Canada, représenté par le ministre des Ressources naturelles Canada, 2022



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada

Canada