

KONFERENZ: KLIMASCHUTZ = DENKMALSCHUTZ?

energieagence

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE
DÉCARBONATION
FORMATIONS



Les conseils de ma grand-mère

Mardi 8 juillet 2025

Dr.-Ingénieur Julien CARTON

Introduction

Qui suis-je ?

- Julien CARTON, Dr.-Ingénieur en efficacité énergétique et formateur
- **Expériences professionnelles**
 - **Recherche** : Université de Luxembourg (PhD), Université de Liège (Belgique)
 - **Audit énergétique** et **formations** : ICSEED (France), energieagence (Luxembourg)
 - Depuis novembre 2024 : ICSEED formations à Pompey (54 - France)

Objet de cette présentation

- Un exemple d'approche méthodologique de **l'efficacité énergétique** dans le **bâtiment**
- Des éléments de compréhension **adaptés au bâti ancien**
- Retour d'expériences **réels** et **chiffrés** d'optimisation de bâtiments (ancien et moderne) dans le **Grand Est** et le **Grand-Duché de Luxembourg**



Conceptualisation de l'efficacité énergétique dans le bâtiment

Compréhension et maîtrise des flux

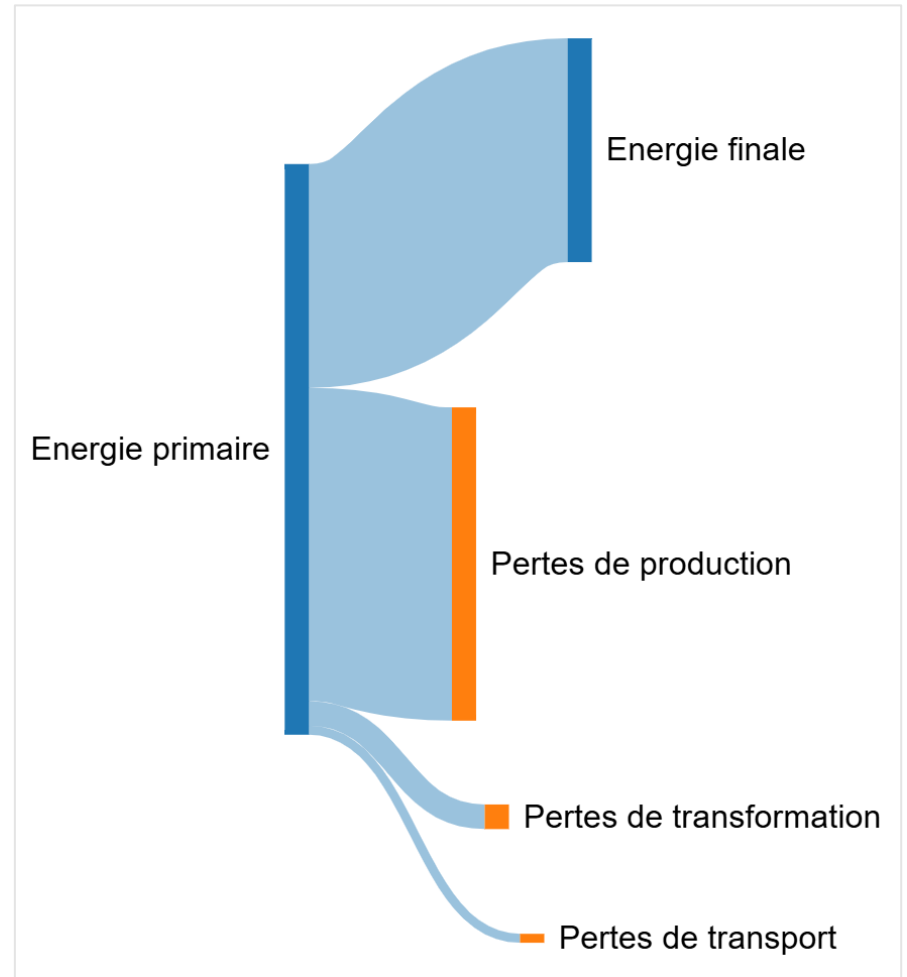


Conceptualisation de l'efficacité énergétique dans le bâtiment



De l'énergie primaire à l'énergie utile

- **Energie primaire** = ressources fossiles et renouvelables nécessaires avant transformation/transport
- **Energie finale** = facture
 - Consommation d'énergie (gaz, fuel, électricité, bois, chaleur) nécessaire à générer l'énergie utile
- **Energie utile** = besoins
 - Par exemple en chauffage : quantité d'énergie nécessaire à atteindre les conditions souhaitées à l'intérieur du bâtiment



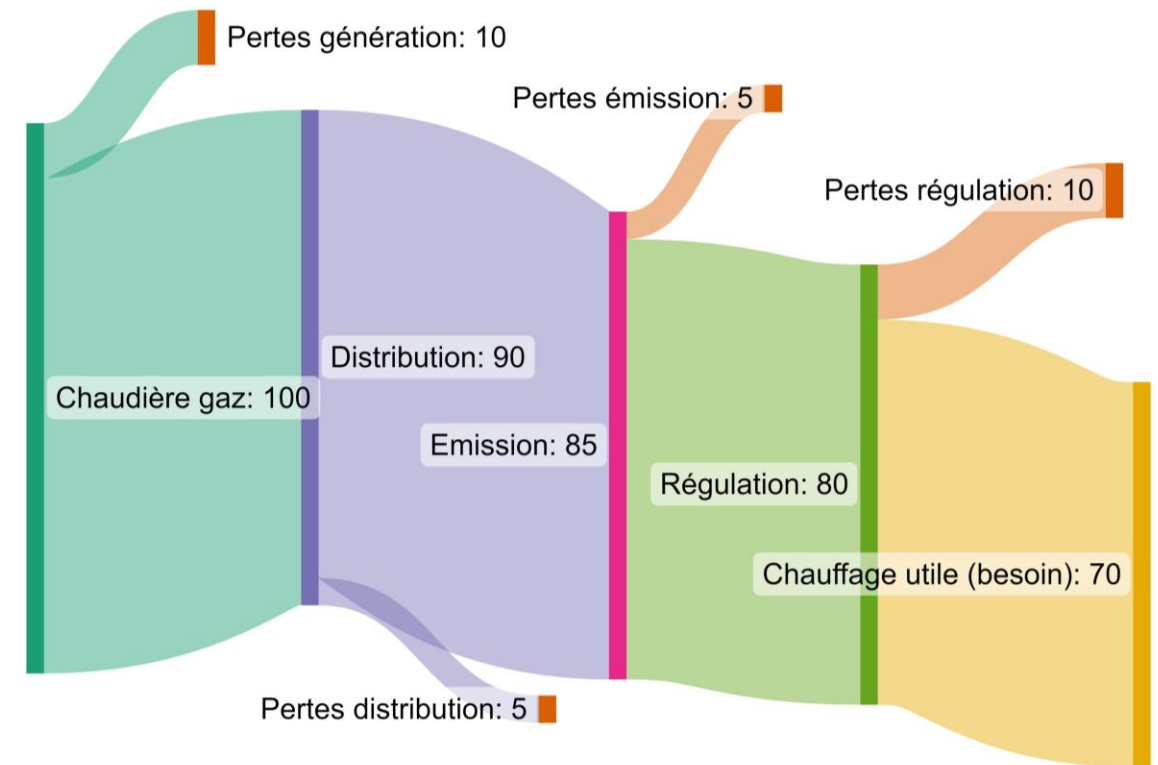
Conceptualisation de l'efficacité énergétique dans le bâtiment



De l'énergie finale à l'énergie utile

- **Les systèmes CVC assurent :**
 - Production
 - Distribution
 - Emission
 - Régulation

Les systèmes représentent
10 à 30% des consommations d'énergie finale !



Conceptualisation de l'efficacité énergétique dans le bâtiment



Sobriété, efficacité, de quoi parle-t-on ?

- **Nécessité de revenir à l'essentiel : le concept de besoins**
 - Sobriété : rationalisation des besoins
 - Efficacité : optimisation des systèmes CVC
- **Il convient de prêter attention à la réalité des usages**
 - Peu importe le soin apporté à la conception, la réalité c'est... un bâtiment VIVANT
- **Les constatations sur le terrain indiquent souvent, par exemple**
 - Des surdimensionnements importants qui impactent l'efficacité des systèmes
 - Des nécessaires réajustements à l'usage
 - Des innovations qui ne fonctionnent pas, ou peu, sans que l'on s'en aperçoive





Cas du bâti ancien ... en 2 mots ou presque

Thermique d'été et d'hiver
Approche hygrothermique



Cas du bâti ancien... *en 2 mots ou presque*

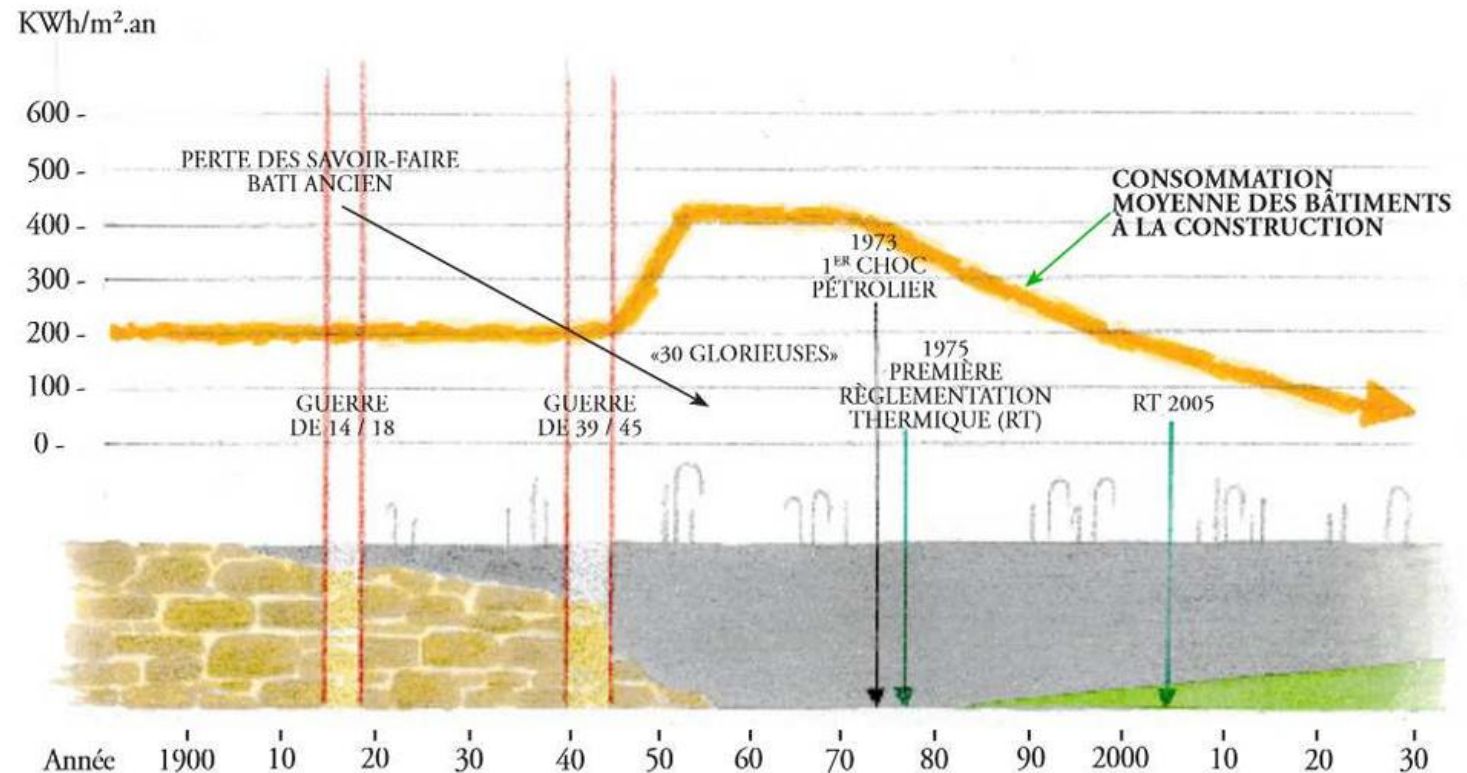
Comprendre le bâti ancien



Du bâti ancien au bâti moderne

- **Le bâti ancien**
 - Un bâti intégré à l'environnement
 - Avec des matériaux :
 - Naturels
 - Peu transformés

Le bâti ancien respire
et sait gérer l'humidité



Cas du bâti ancien... *en 2 mots ou presque*

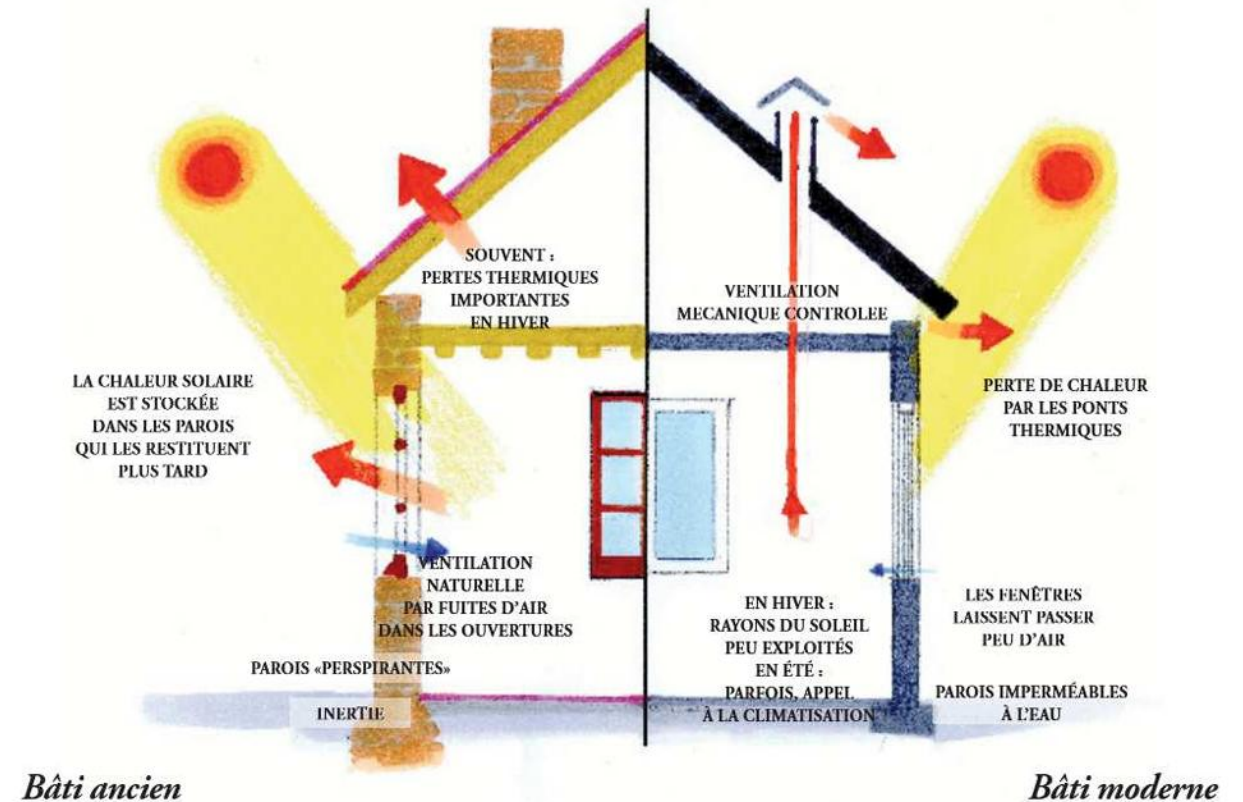
Comprendre le bâti ancien



Du bâti ancien au bâti moderne

- **Le bâti ancien**
 - Un bâti intégré à l'environnement
 - Avec des matériaux :
 - Naturels
 - Peu transformés

**Le bâti ancien respire
et sait gérer l'humidité**



Cas du bâti ancien... *en 2 mots ou presque*

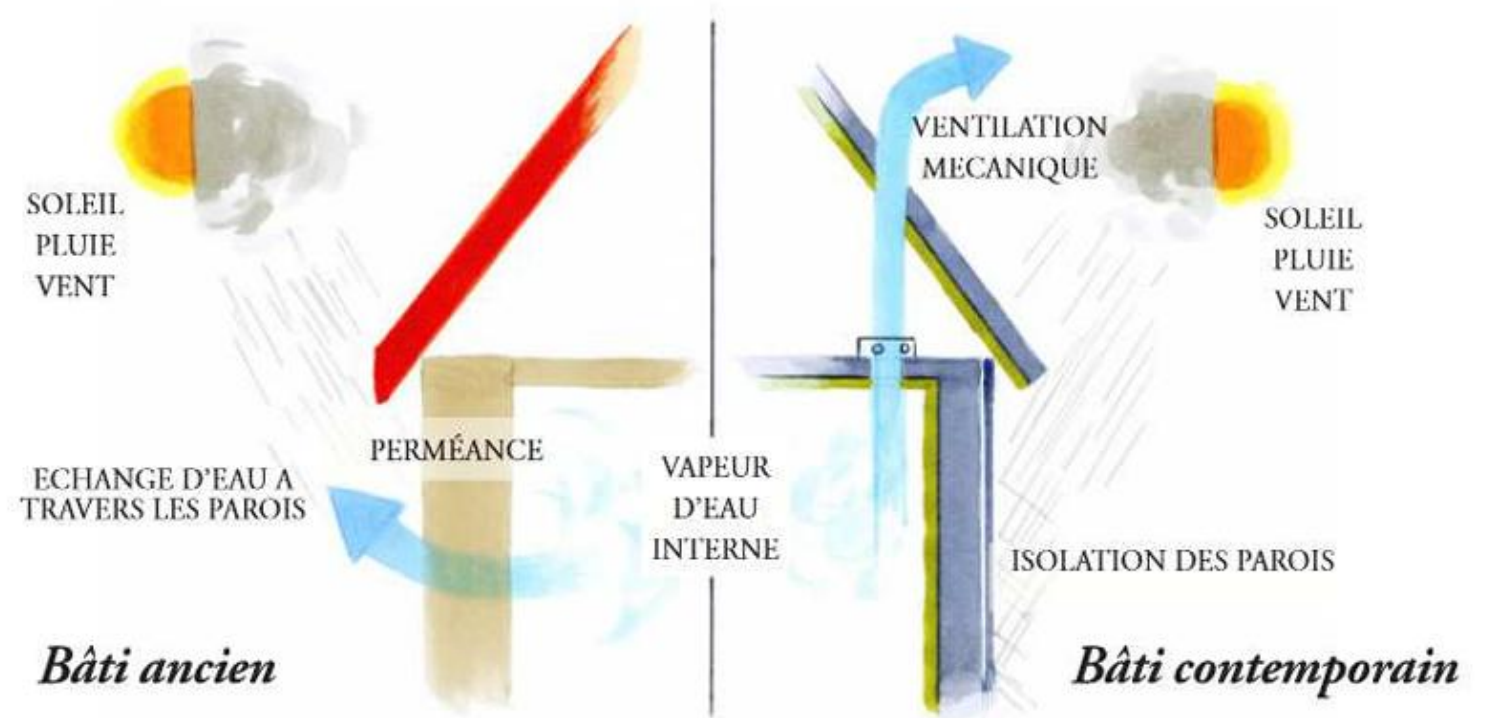
Comprendre le bâti ancien



Du bâti ancien au bâti moderne

- **Le bâti ancien**
 - Un bâti intégré à l'environnement
 - Avec des matériaux :
 - Naturels
 - Peu transformés

**Le bâti ancien respire
et sait gérer l'humidité**



Cas du bâti ancien... *en 2 mots ou presque*

Comprendre le bâti ancien



Sobriété, efficacité, oui mais comment ?



Une règle FONDAMENTALE :
préserver les propriétés hygrothermiques du bâti

- Ne pas dénaturer, ne pas dégrader
- Laisser les murs **respirer** et la vapeur d'eau **migrer**

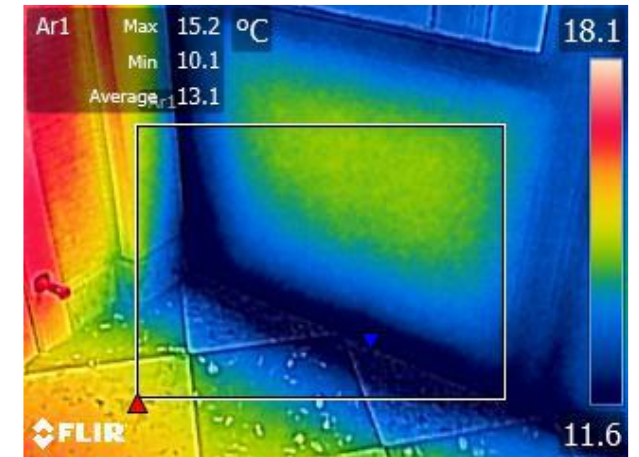
Cas du bâti ancien... *en 2 mots ou presque*

Comprendre le bâti ancien



La sobriété : réduire le besoin

- **Performance de l'enveloppe**
 - Isolation par l'intérieur, enduits intérieurs respirants (matériaux naturels)
 - Améliorer le rayonnement de paroi froide mais **préserver l'inertie**
- **Parois vitrées : gérer la question patrimoniale**
 - Création de double-fenêtres par exemple
 - Préserver un taux de renouvellement d'air suffisant (traiter la ventilation systématiquement)
- **Ventilation : puits canadiens, locaux annexes, mise en œuvre d'une ventilation mécanique...**
- **Gestion de l'intermittence** (surtout dans le cas de chauffage convectif)



Cas du bâti ancien... *en 2 mots ou presque*

Comprendre le bâti ancien



La sobriété : réduire le besoin

- **Confort d'été : limiter ou prohiber le recours à la climatisation**
 - Intégration dans l'environnement (ombrage)
 - Protections solaires sur les ouvertures
 - Profiter de l'inertie (surventilation nocturne)



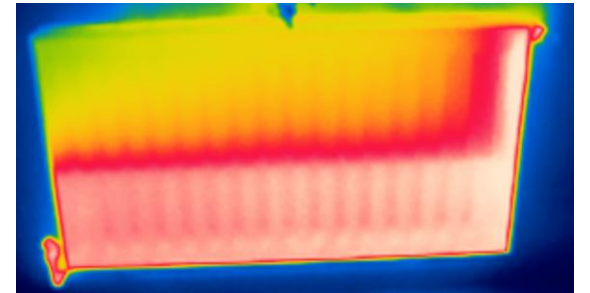
Cas du bâti ancien... *en 2 mots ou presque*

Comprendre le bâti ancien



Efficacité des systèmes

- **Vérifier le fonctionnement de l'installation dans l'état de l'art:** équilibrage, désembouage
- **Réhabilitation lourde :**
 - Privilégier l'émission de chaleur par rayonnement
 - Travailler à basse température
- **Optimisation de la chaine de valeur**
 - Remplacement des générateurs/émetteurs
 - Isolation des conduites
 - Dans le cas de systèmes convectifs : travailler l'intermittence au maximum
 - Optimisation de la régulation (courbes de chauffe, régulation terminale)...





Approche méthodologique

Approche normative
Structuration de flux



Approche méthodologique

Structurer l'analyse des flux



La priorité numéro 1 : connaître et comprendre sa consommation

- **Etablir une situation de référence est requis pour toute stratégie pertinente d'optimisation**
- **Tout le monde dispose déjà de données pour une analyse préliminaire de qualité**
 - Compteurs généraux (électricité, gaz, fuel, chaleur...)
 - Factures & courbe de charge
 - Des relevés éventuels
- **Données qui vont permettre d'établir**
 - Des indicateurs de performance énergétique
 - La consommation tous vecteurs énergétiques du/des site(s), en MWh et en euros
 - La distribution de la consommation totale du patrimoine

Approche méthodologique

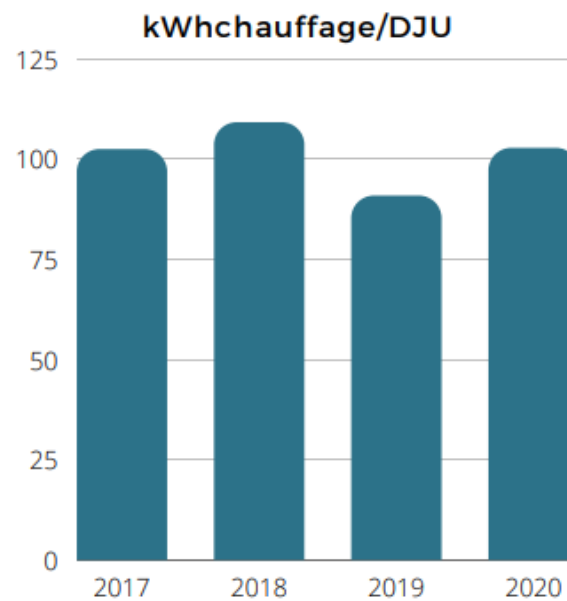
Structurer l'analyse des flux



La priorité numéro 1 : connaître et comprendre sa consommation

- Exemples d'indicateurs de performance énergétique

- $\text{kWh}_{\text{élec}}/(\text{m}^2.\text{an})$
- $\text{kWh}_{\text{chauffage}}/\text{DJU}$
- $\text{kWh}_{\text{énergie finale}}/(\text{m}^2.\text{an})$
- kWh/usager
- $\text{€ énergie}/\text{MWh}$



DJU = Degrés-Jours Unifiés.

Ce facteur correspond à l'écart cumulé entre la température extérieure et une température intérieure de référence.

Il permet de quantifier la rigueur climatique d'une période à une autre.

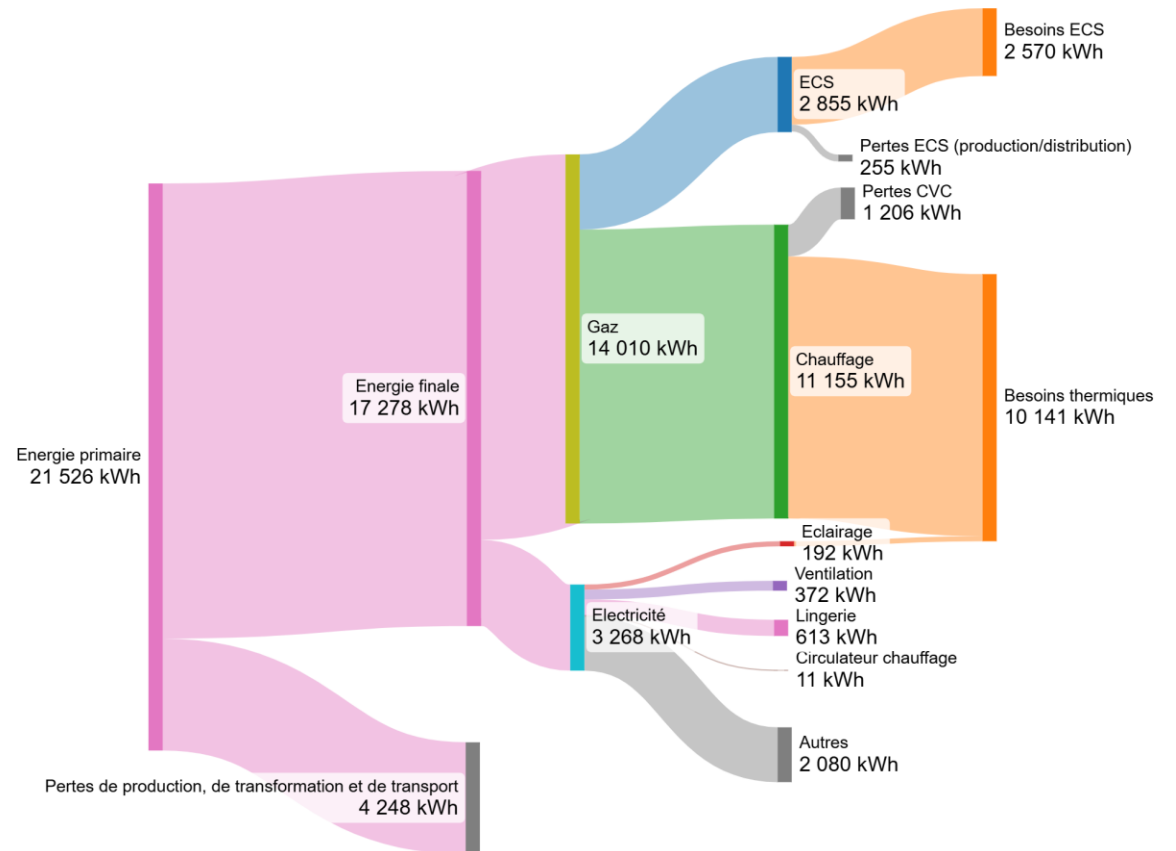
Ainsi, rationaliser une consommation de chauffage annuelle sur les DJU, permet d'approcher la notion de performance énergétique de chauffage, et de comparer une année à l'autre par exemple.

Approche méthodologique

Structurer l'analyse des flux



- Les principaux flux d'énergie sont majoritairement identiques dans le bâtiment
- **ETAPE 1 : analyse préliminaire & qualitative**
 - Structurer une analyse mono ou multi-bâtiments
 - Qualifier les flux d'énergie
 - Etablir des premières pistes pour une trajectoire de décarbonation
- **ETAPE 2 : si nécessaire – quantification**
 - Mesure d'impact environnemental, énergétique et financier
 - Priorisation d'actions et planification pluriannuelle



Approche méthodologique

Structurer l'analyse des flux



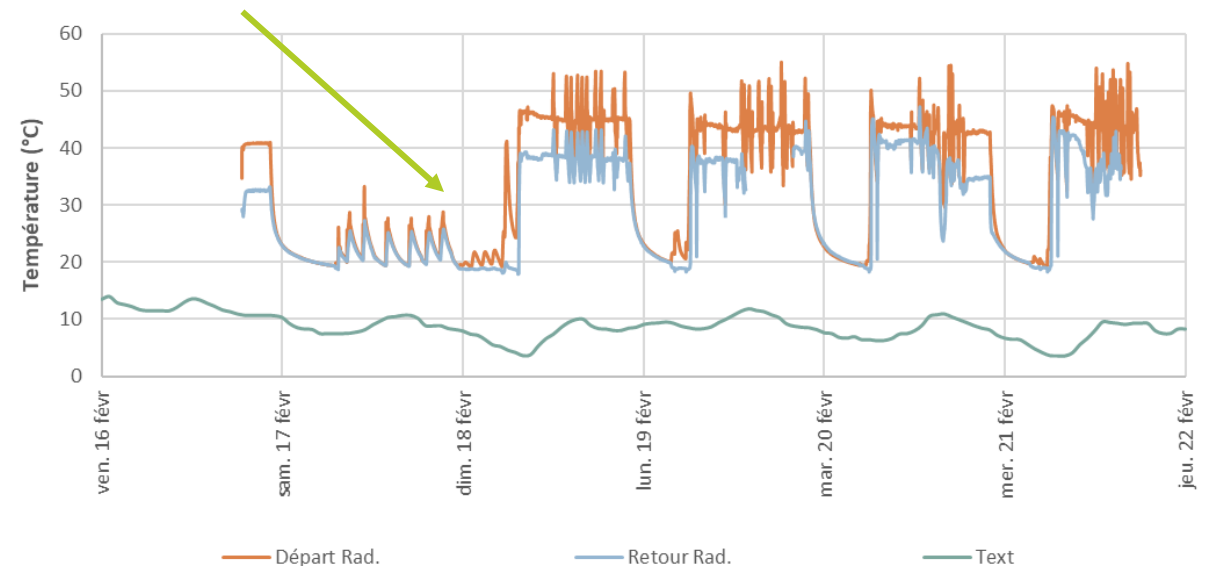
Approfondir sa compréhension du comportement du bâtiment

- Mettre la théorie en perspective, avec son nez, ses yeux, ses oreilles
- Mais aussi grâce à la mesure sur site, avec un monitoring actif, ou des mesures ponctuelles
 - Ambiance (température, humidité, CO₂)
 - Débits (hydrauliques, aérauliques)
 - Courant, puissance électrique absorbés



Test mode vacances du
16/02 au 17/02 inclus

Réseau radiateur maison individuelle





Retour d'expérience en Grand Est

Cas d'un bâtiment tertiaire
Cas d'un patrimoine communal



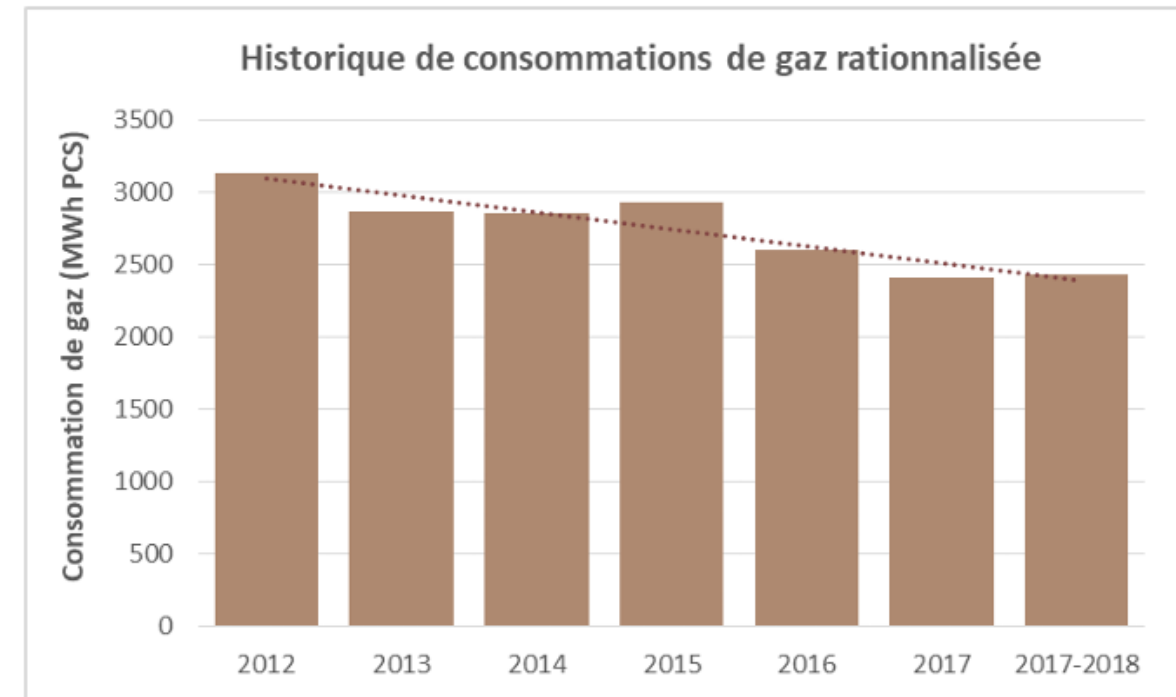
Retour d'expérience en Grand Est

Exemple tertiaire



Cas d'un site tertiaire (administratif + EHPAD) de 11 097 m² situé à Nancy (54)

- **Construction : 1920**
 - Majoritairement non isolé
 - Double vitrage
- **Audit énergétique réalisé en 2015**
- **Actions entreprises**
 - 2012 : isolation des combles
 - 2015 : optimisation des systèmes
 - Programmation horaire des CTA
 - Calorifuge échangeur ECS
 - Optimisation courbe de chauffe distribution
 - Optimisation de la cascade de chaudières

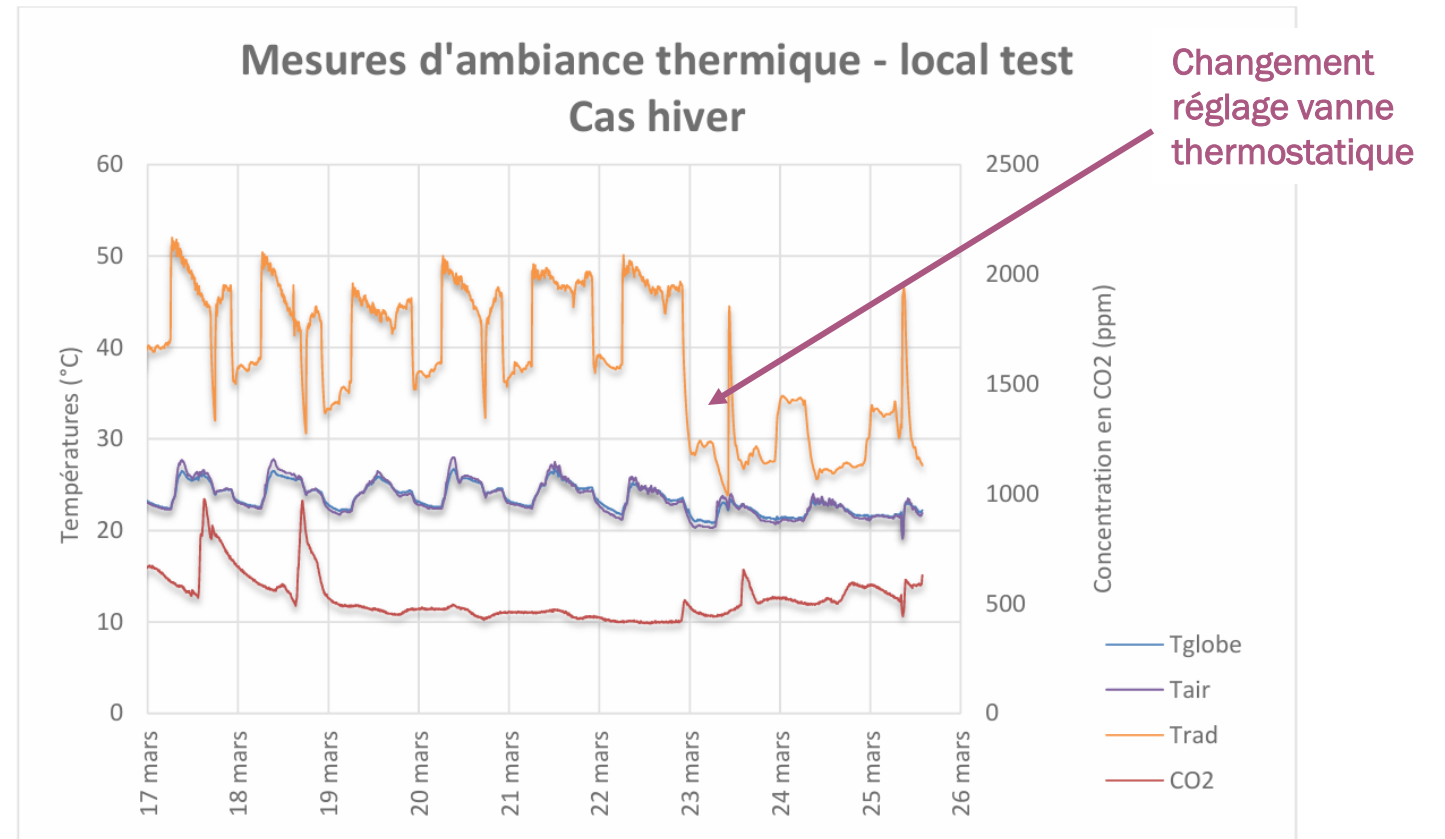
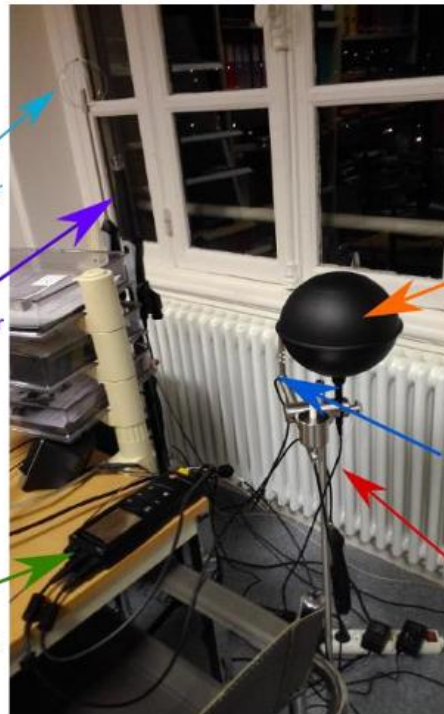


Retour d'expérience en Grand Est

Exemple tertiaire



Cas d'un site tertiaire (administratif + EHPAD) de 11 097 m² situé à Nancy (54)



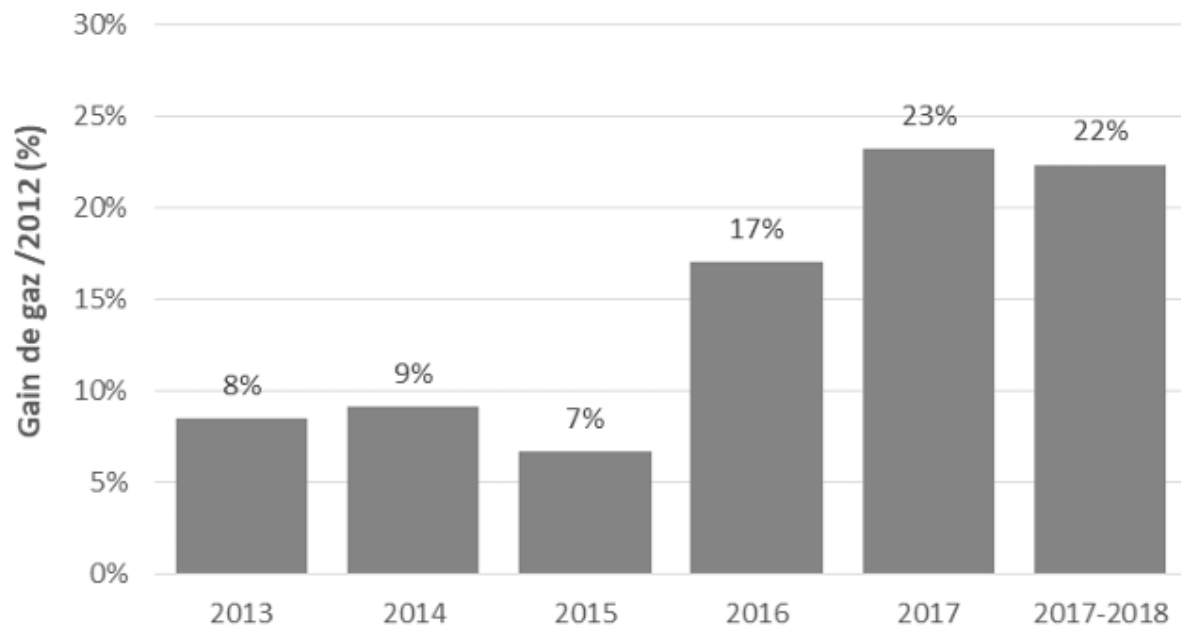
Retour d'expérience en Grand Est

Exemple tertiaire

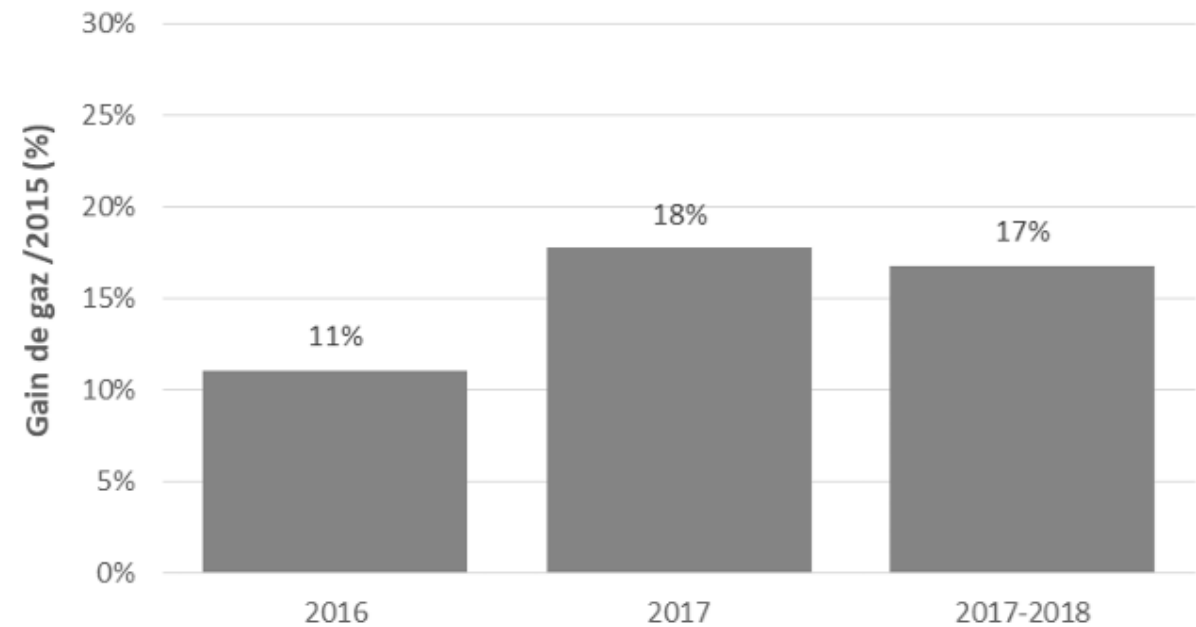


Cas d'un site tertiaire (administratif + EHPAD) de 11 097 m² situé à Nancy (54)

Gain par rapport à 2012 (isolation combles + chaufferie)



Gain par rapport à 2015 (optimisation chaufferie)



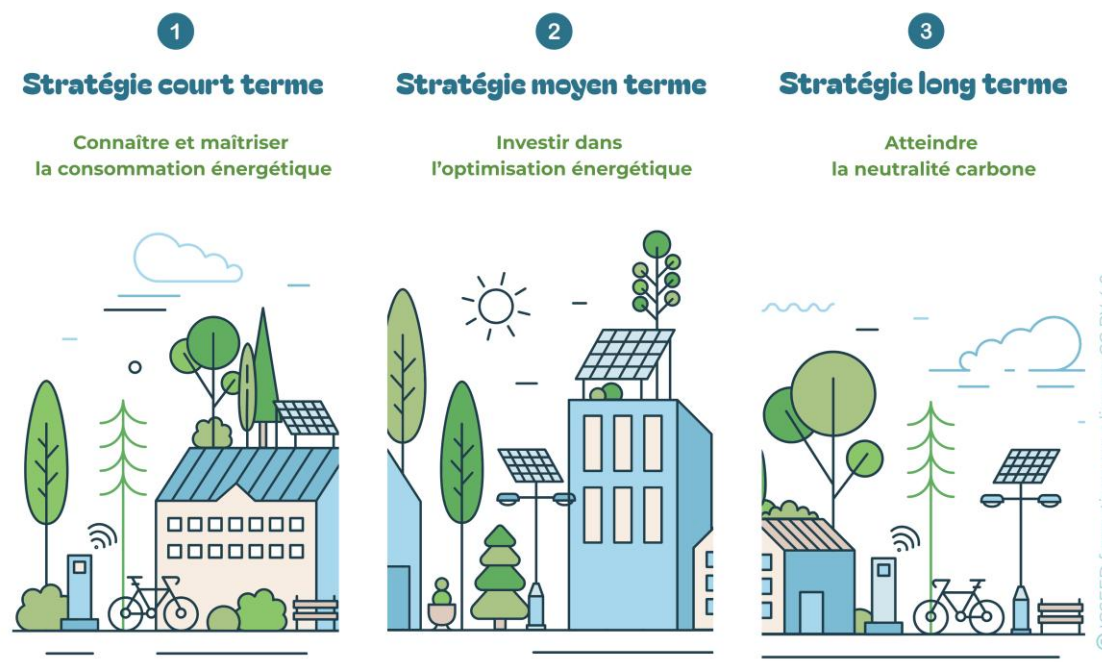
Retour d'expérience en Grand Est

Exemple d'un patrimoine communal



Cas d'un village de 4 500 habitants avec une dizaine de bâtiments communaux (54)

- **Stratégie court terme**
 - Urgences de maintenance + gains faciles
 - 2021-2023 : remplacement de trois chaufferies par des chaufferies gaz condensation (écoles + salle des fêtes)
 - 2023 : optimisation de la régulation terminale
- **Stratégie moyen/long terme**
 - Audits énergétiques des deux sites > 1 000 m²
 - Travail sur l'enveloppe et ventilation
 - Chaufferie biomasse ou PAC (air-eau, air-sol)
 - Installations PV

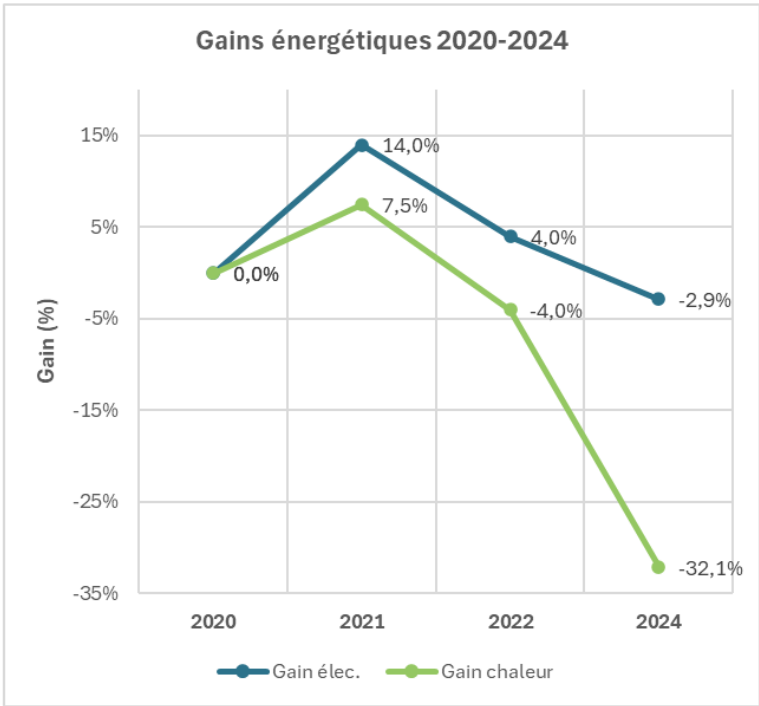
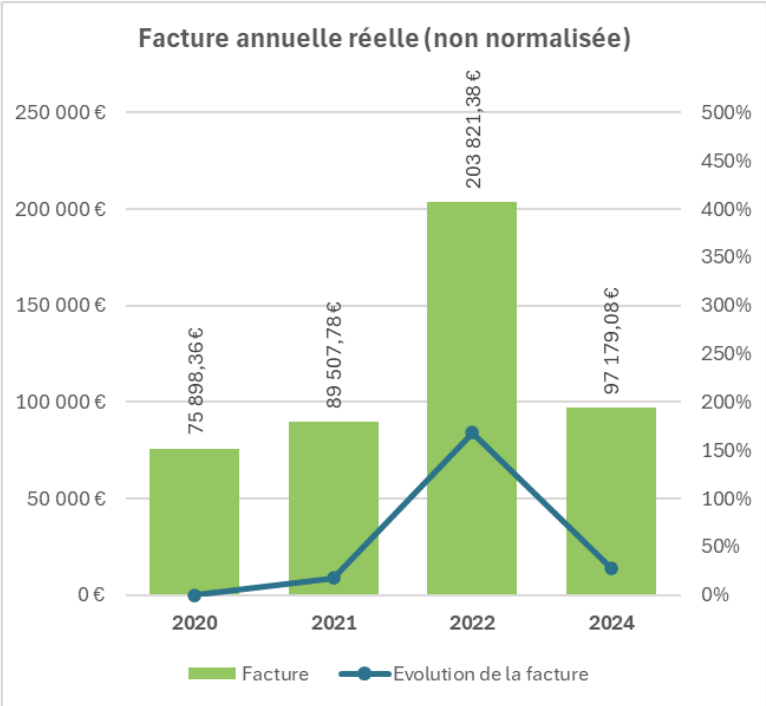
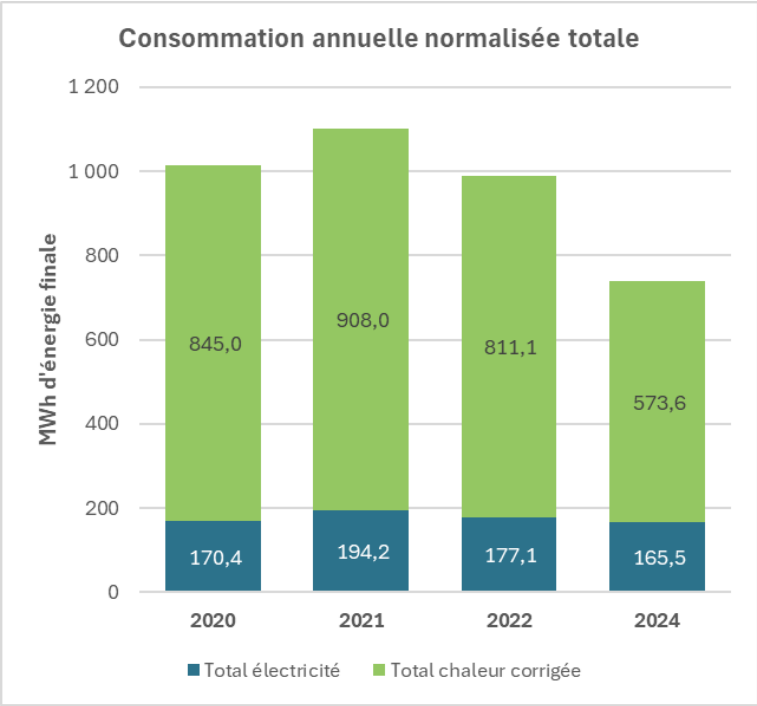


Retour d'expérience en Grand Est

Exemple d'un patrimoine communal



Cas d'un village de 4 500 habitants avec une dizaine de bâtiments communaux (54)





Retour d'expérience au Grand-Duché de Luxembourg

Opération Zesumme spueren -
Zesammenhalen

energieagence



TRANSITION ÉNERGÉTIQUE
DÉCARBONATION
FORMATIONS



Retour d'expérience au Luxembourg

Opération Zesumme spueren - Zesammenhalen



energieagence
TRANSITION ÉNERGÉTIQUE
DÉCARBONATION
FORMATIONS

Exemple de la contribution du secteur public : méthodologie proposée par energieagence et Global facilities au gouvernement du Grand-Duché

- Contexte : effort européen conjoint pour réduire la consommation de gaz afin d'assurer la sécurité d'approvisionnement pour l'hiver 2022/2023 et au-delà
- Sensibilisation / formation des responsables techniques du parc immobilier (automne 2022)
- **Audit énergétique simplifié**
 - Visite des installations techniques principales, organes de régulation
 - Analyse de factures & de courbes de charges
 - Recommandations à court temps de retour sur investissement
- **Visite / échange complémentaire pour valider la mise en œuvre des recommandations**
- **Evaluation de l'impact**

Retour d'expérience au Luxembourg

Opération Zesumme spueren - Zesammenhalen



energieagence
TRANSITION ÉNERGÉTIQUE
DÉCARBONATION
FORMATIONS

Résultats – exemples pour trois cas concrets

Héichhaus



Lycée Bel-Val



Lycée Ermesinde
Lycée public autonome à plein temps



Retour d'expérience au Luxembourg

Opération Zesumme spueren - Zesummenhalen



energieagence

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE
DÉCARBONATION
FORMATIONS

Résultats – exemples pour trois cas concrets

Réduction réalisée de la consommation d'énergie finale



Chaleur	- 30 %	- 24 %	- 44 %
Électricité	- 4 %	- 3 %	- 10 %

→ Comparaison de la consommation d'énergie sur la période hivernale
hiver 2021/2022 comparé à l'hiver 2022/2023
(pour les mois de septembre à mars)

Source: [Présentation: Crise énergétique et résultats de la campagne "Zesumme spueren - Zesummenhalen"](#)

Retour d'expérience au Luxembourg

Opération Zesumme spueren - Zesammenhalen

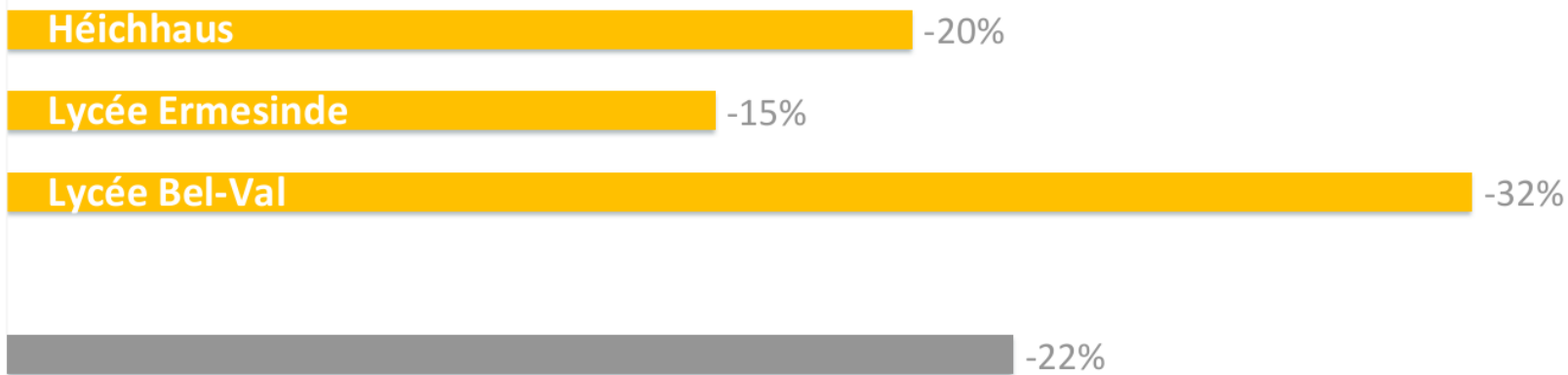


energieagence

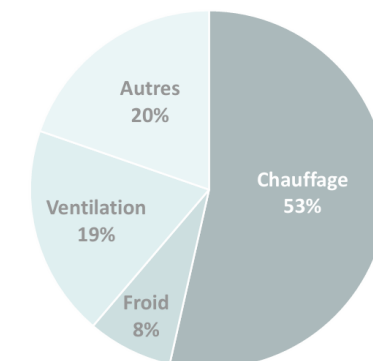
TRANSITION ÉNERGÉTIQUE
DÉCARBONATION
FORMATIONS

Résultats – exemples pour trois cas concrets

Energie finale économisée (chaleur + froid + électricité)
sur l'hiver 2022/2023 par rapport à l'hiver 2021/2022 (%)



Mesures d'économie
d'énergie identifiées



Merci

julien@icseed-formations.com

www.icseed-formations.com



ICseed
formations