



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

BIENVENUE AU 8^e « VENDREDI DE L'ÉNERGIE »

Quelques consignes pour un bon déroulement :

- **Coupez votre éventuel VPN** pour plus de fluidité.
- **Allumez votre caméra, si possible, quand vous intervenez**, pour que nous ayons un sentiment de présence collective !
- En cas de problème, **privilégiez le chat écrit**.
- **Pour poser une question**, merci de la rédiger dans le chat, nous vous donnerons ensuite la parole.
- Nous pourrions être amenés à **couper vos micros** lors des différents temps de présentations prévus, afin d'éviter les bruits parasites. En cas de prise de parole, **pensez à le réactiver**.





GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



CHALLENGE D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE DES BÂTIMENTS DE L'ÉTAT

Vendredi de l'Énergie – webinaire de partage d'expériences
Focus technique : les équipements de chauffage

13/09/2024



Commissariat général
au développement
durable (CGDD)

Direction de
l'Immobilier
de l'État (DIE)

Financé
par :





GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

ANIMATRICES



LUCILE BAVAY
Cerema Hauts-de-France



FANNY BAMAS
Cerema Territoires et Ville



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*



AU PROGRAMME

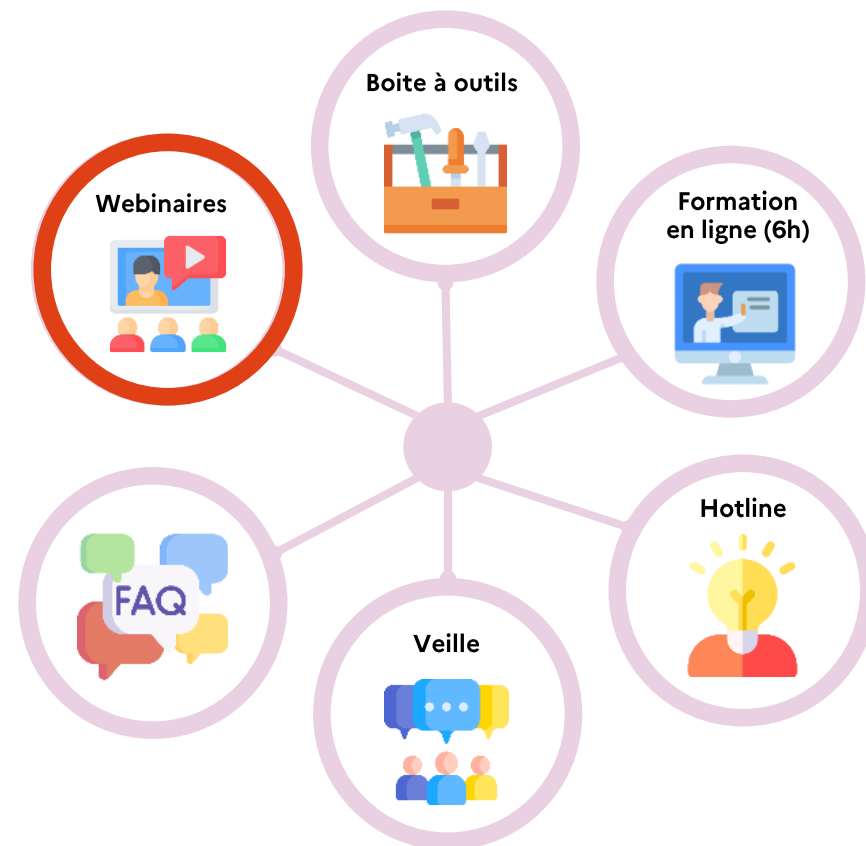
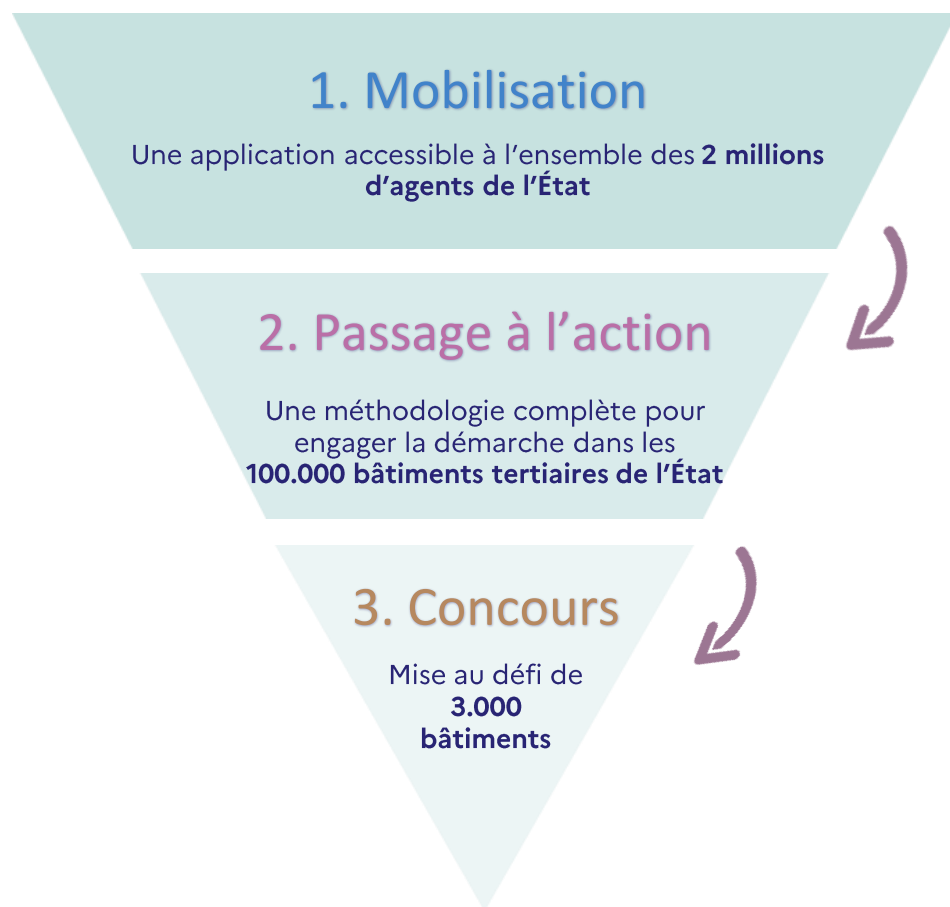
- Introduction – Contexte du Challenge
- Notions de base
- Comprendre les équipements, de la génération à l'émission
- Les leviers d'actions pour économiser l'énergie
- Retours d'expérience
 - ❖ **Loïc ANSELIN – VNF**
 - ❖ **Éric EMORINE – Météopole Toulouse**



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

INTRODUCTION



Concours CUBE.ETAT

L'appel à candidature pour la 2^{ème} édition du concours est lancé ! Pour y répondre, RDV [ici](#) !



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Focus technique : les équipements de chauffage



GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



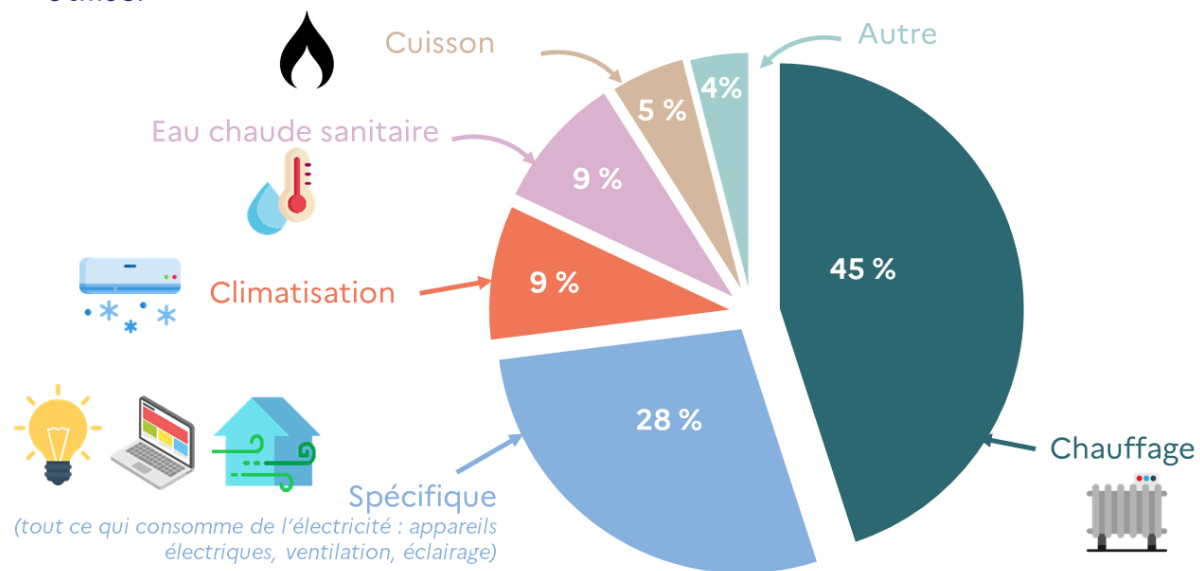
CONTEXTE ET ENJEUX

Quelques chiffres

- Le chauffage est le premier poste de consommation des bâtiments tertiaires avec, en moyenne, **45% des consommations énergétiques** (source : CEREN, 2019).
- Cela représente **111 TWh**, principalement carbonés car le gaz est le vecteur énergétique le plus utilisé.

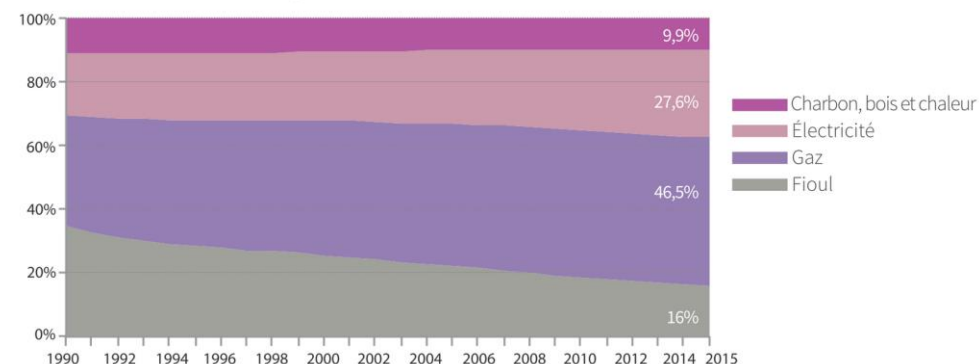


111 TWh c'est 5 550 000 fois le tour de la Terre en Smart électrique



Répartition des postes de consommation d'énergie dans le secteur tertiaire de 2017 à 2019
Source : CEREN, 2021: Consommations d'énergies par usage du tertiaire 2017-2020

G7. Évolution des modes de chauffage des sites tertiaires par type d'énergie



Source : CEREN - « Suivi du parc et des consommations d'énergie - secteur tertiaire » - avril 2017
Champ : France métropolitaine



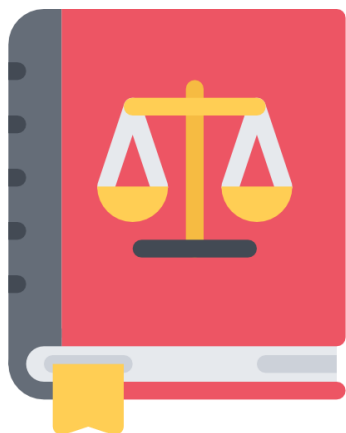
GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

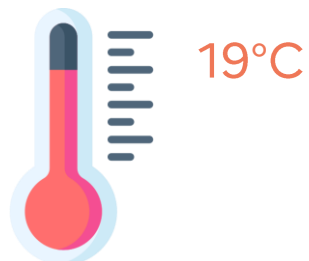


CONTEXTE ET ENJEUX

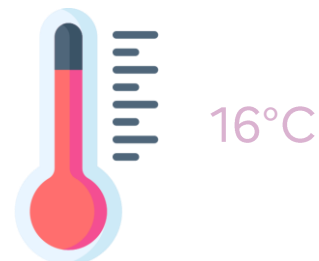
Que dit la loi ?



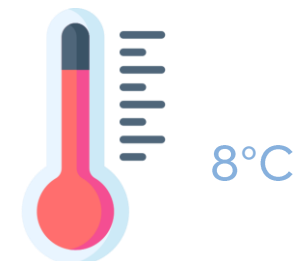
Articles [R.241-25](#) à [R.241-29](#) du code de l'énergie.



En moyenne, limite supérieure de température de chauffage dans les locaux d'enseignement, de bureaux ou recevant du public.



En moyenne, lorsque la durée d'inoccupation est égale ou supérieur à 24h et inférieure à 48h.



En moyenne, 8°C lorsque la durée d'inoccupation est égale ou supérieure à 48h.



GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



CONTEXTE ET ENJEUX

Une question de confort ...

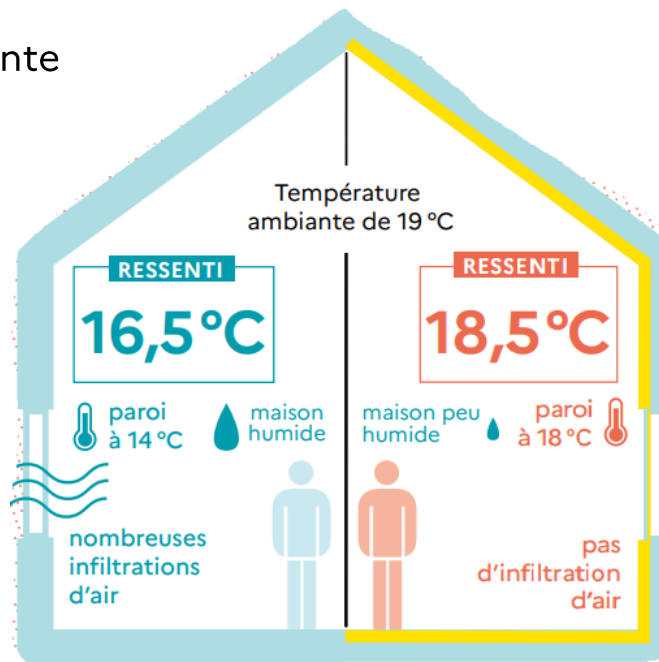
Les paramètres du confort thermique

Température
air-parois
Humidité
Vitesse air
Métabolisme
Habillement

Zoom sur : la température des parois

$T^{\circ} \text{ ressentie} \neq T^{\circ} \text{ ambiante}$

Situation d'inconfort,
effet parois froides



Situation confortable



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



CONTEXTE ET ENJEUX

... et de préservation du bâti



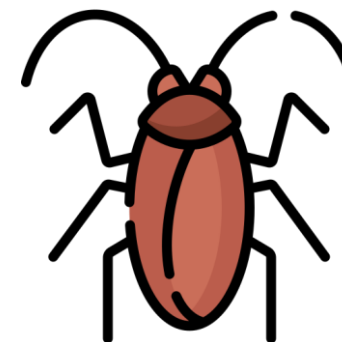
Gel des tuyaux

Risque de dégât des eaux



Problèmes d'humidité

Développement de
moisissures
Humidification des
composants du bâtiment :
bois, plâtres, isolant, etc.



Prolifération de nuisibles

Cafards et autres insectes



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



NOTIONS DE BASE

Les familles de système

Le chauffage divisé

- Convecteur électrique
- Aérotherme
- Radiateur à inertie (fonte/acier, pierre)
- Radiateur à fluide (eau, bain d'huile)
- Poêles, cheminées



Le chauffage centralisé

- Production centrale et émission locale
- Chaudière (gaz, fioul, bois), PAC, RCU



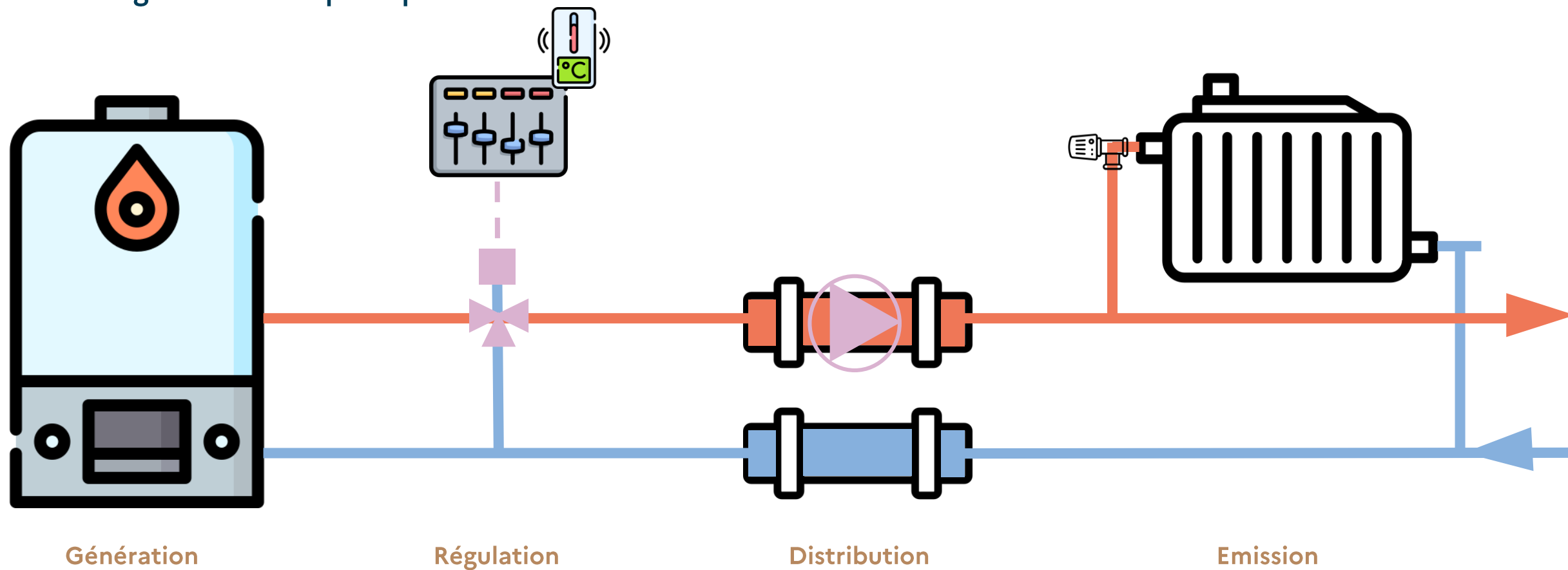
GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



NOTIONS DE BASE

Le chauffage centralisé : principe





GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



NOTIONS DE BASE

Le chauffage centralisé : des économies à tous les étages

Le rendement (η) d'un système de chauffage

Il reflète toutes les pertes liées à l'installation de chauffage :

$$\eta_{\text{global}} = \eta_{\text{production}} \times \eta_{\text{distribution}} \times \eta_{\text{émission}} \times \eta_{\text{régulation}}$$

$$\eta_{\text{global}} = 100 \% - \% \text{ pertes de production} - \% \text{ pertes de distribution} - \% \text{ pertes d'émission} - \% \text{ pertes de régulation}$$

$$\text{Consommation [kWh]} = \text{besoin réel [kWh]} / \eta_{\text{global}}$$



GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



NOTIONS DE BASE

Le chauffage centralisé : des économies à tous les étages

Le rendement (η) d'un système de chauffage

Type d'installation	Rendements en % ($R_{\text{global}} = R_{\text{production}} \times R_{\text{distribution}} \times R_{\text{émission}} \times R_{\text{régulation}}$)				
	$R_{\text{Production}}$	$R_{\text{Distribution}}$	R_{Emission}	$R_{\text{Régulation}}$	R_{Global}
Ancienne chaudière surdimensionnée, longue boucle de distribution	75...80%	80..85%	90..95%	85..90%	46..58%
Ancienne chaudière bien dimensionnée, courte boucle de distribution	80 .. 85 %	90 .. 95 %	95%	90%	62%..69%
Chaudière haut rendement, courte boucle de distribution, radiateurs isolés au dos, régulation par sonde extérieure, vannes thermostatiques	90 .. 93 %	95 %	95 .. 98 %	95 %	77 .. 82 %



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



QUESTION

Un système de chauffage a un rendement de production, de distribution, d'émission et de régulation de 90% pour chaque paramètre du circuit, quel est son rendement global ?

$$\begin{aligned}\eta_{\text{global}} &= \eta_{\text{production}} \times \eta_{\text{distribution}} \times \eta_{\text{émission}} \times \eta_{\text{régulation}} \\ &= 0,9 * 0,9 * 0,9 * 0,9 \\ &= 0,65\end{aligned}$$

Les pertes sont donc importantes pour couvrir les besoins !
La consommation sera élevée.



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



GÉNÉRATION

Les générateurs



Chaudière à combustible (gaz, fioul, bois)



Sous-station avec échangeur



Pompe à chaleur



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



GÉNÉRATION

La chaudière à combustible

CHAUDIÈRES



En général en **cascade**. Cela signifie :

- que si une chaudière tombe en panne l'autre est là !
- qu'elle peuvent fonctionner ensemble s'il fait très froid



Les brûleurs

gaz + air

=

combustion pour
chauffer l'eau du
réseau

GÉNÉRATION

La chaudière à combustible

La chaudière gaz

- Chaudières standards : fonctionnement à température élevée 70-90°C
- Chaudière à condensation : fonctionnement à basse température pour permettre la condensation (<40°C)
 - ✓ Plusieurs en parallèle : permet de fonctionner à mi-régime pour optimiser la condensation
- Chaudière ventouse : petites, compactes, souvent dans les logements
 - ✓ Plusieurs en parallèle : augmenter la puissance

La chaudière fioul

- Nécessite un stockage
- Interdite dans les bâtiments de l'Etat à partir de 2029 (circulaire SPE)

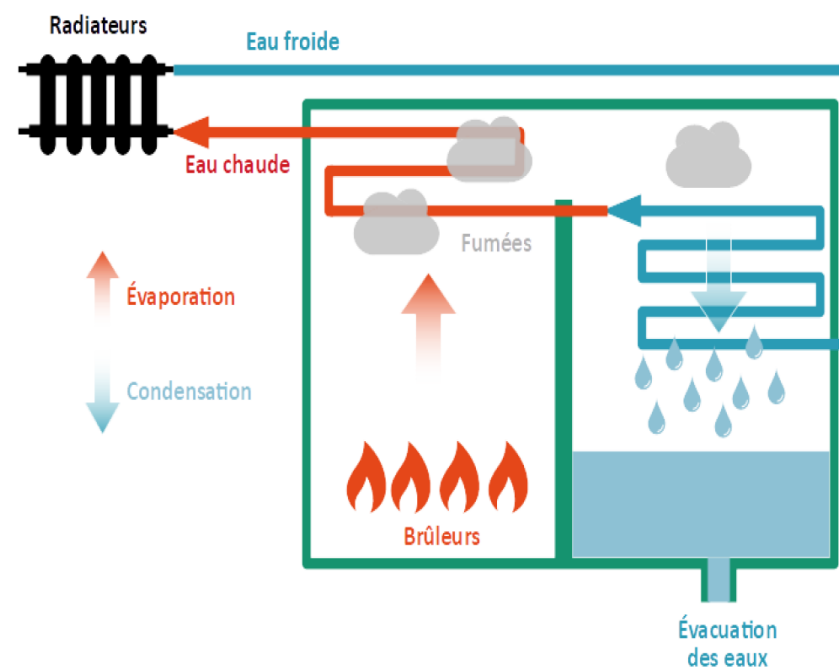


Schéma de principe du fonctionnement d'une chaudière à condensation



GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

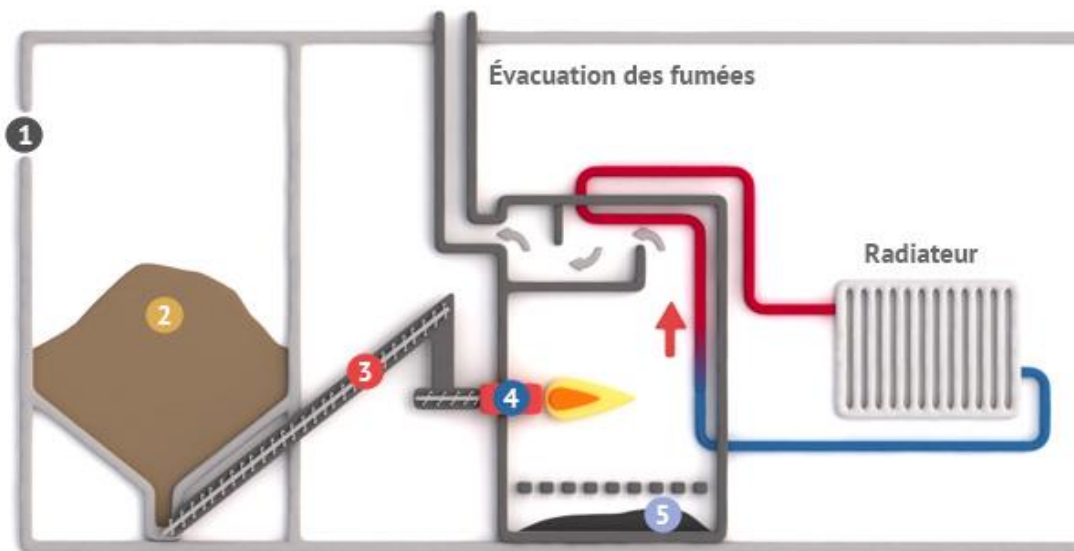
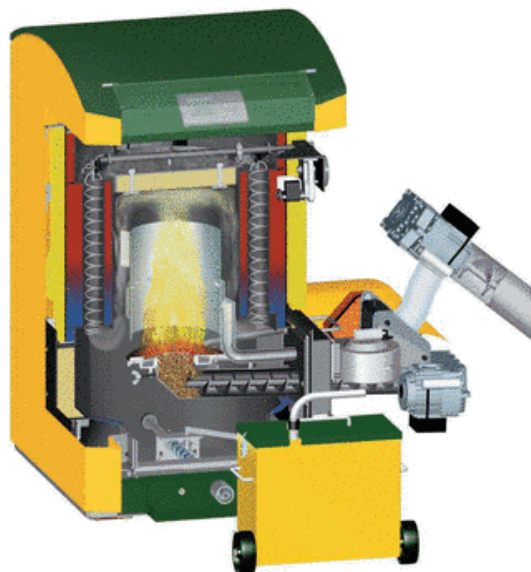


GÉNÉRATION

La chaudière à combustible

La chaudière bois

- Nécessite également un stockage



- 1 Raccord pour livraison de granulés
- 2 Silo de stockage
- 3 Vis sans fin d'alimentation
- 4 Brûleur à granulés
- 5 Bac à cendres

Chaudière bois	Rendement
Bûches	70-85%
Granulés	80-90%
Plaquettes	75-90%



GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



GÉNÉRATION

Le brûleur

Brûleur tout ou rien	
Brûleur deux allures	
Brûleur « tout ou peu progressif »	
Brûleur modulant	



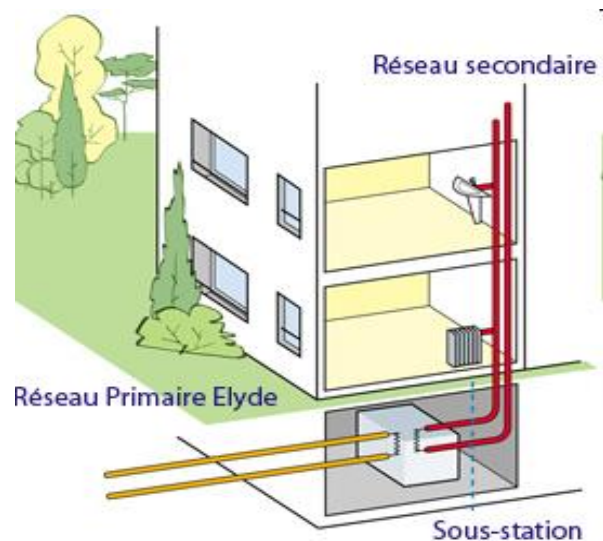
GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



GÉNÉRATION

Les réseaux de chaleur urbain ou réseaux techniques





GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

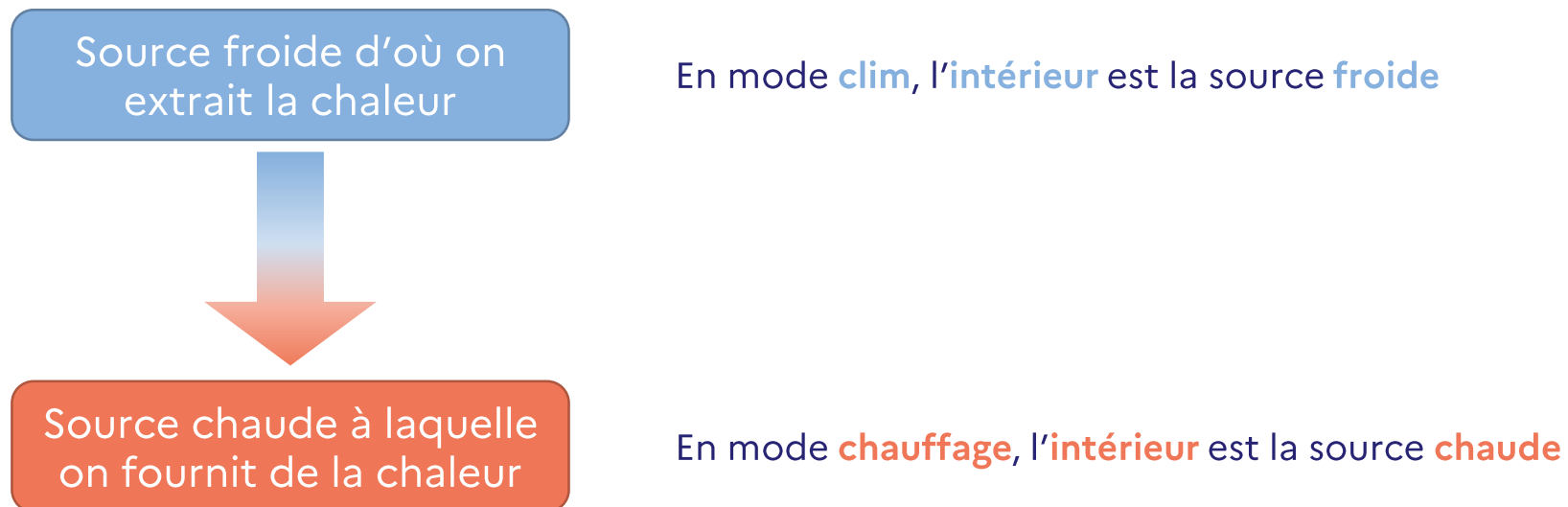


GÉNÉRATION

Les pompes à chaleur

Principe de fonctionnement

- Transfert de chaleur du milieu le plus froid vers le milieu le plus chaud (inverse du naturel)





GOUVERNEMENT

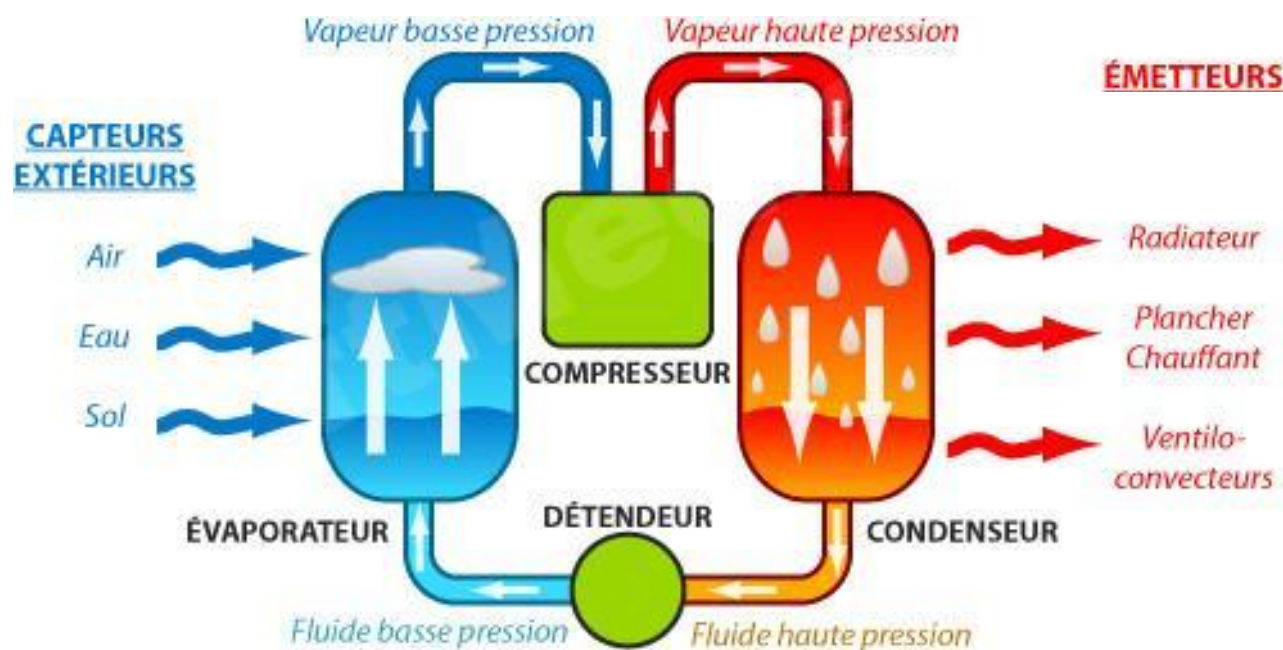
Liberté
Égalité
Fraternité



GÉNÉRATION

Les pompes à chaleur

Principe de fonctionnement



Avantages

Adaptées à la rénovation à condition de travailler sur l'émission
Fonctionnement possible en basse, moyenne et haute température
Performances élevées

Inconvénients

COP sensible aux conditions extérieures
Nuisances sonores pour la PAC sur air



GOVERNEMENT

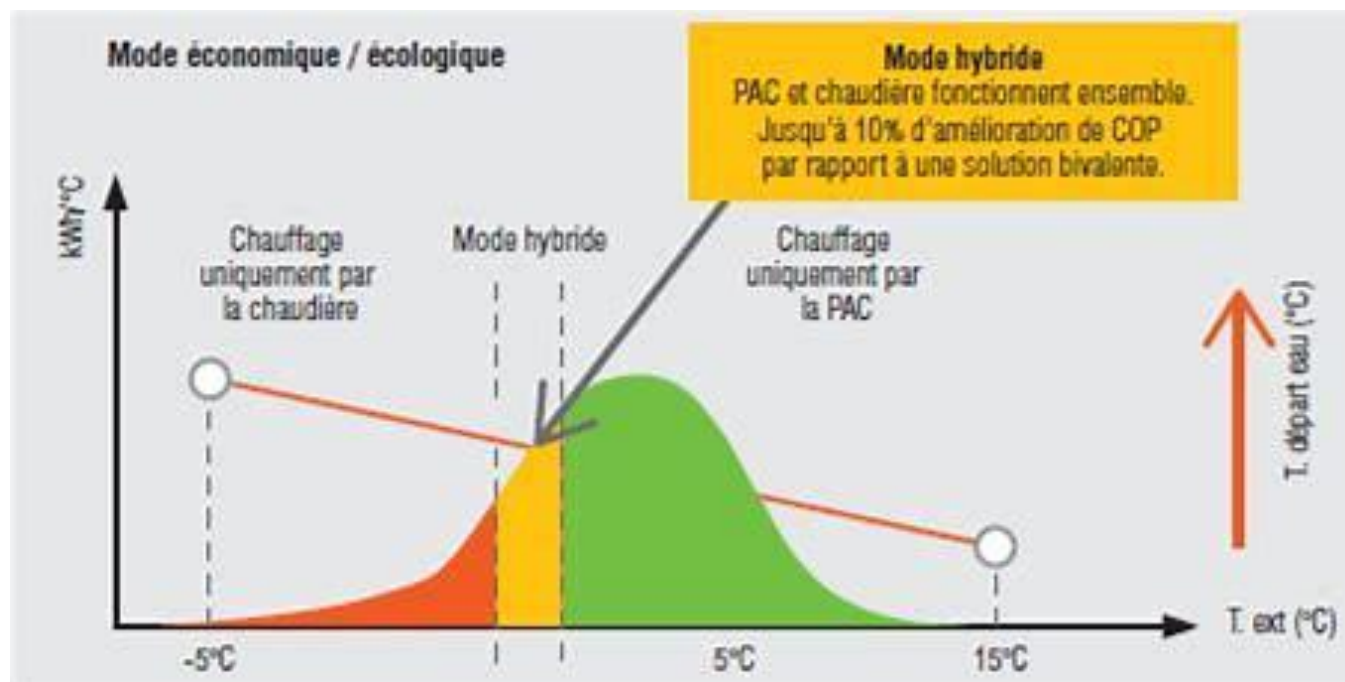
Liberté
Égalité
Fraternité



GÉNÉRATION

Les pompes à chaleur

En relève de chaudière





GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



GÉNÉRATION

Points d'attention et questions à poser à l'exploitant

Chaudière

- ✓ Quel est le type de combustible/énergie ?
- ✓ De quand date la chaudière ? (durée de vie théorique d'une chaudière gaz : environ 20 ans)
- ✓ Est-elle à condensation ?
- ✓ Quel est le rendement de combustion ? (obligation annuelle, valeur doit être >95% pour être correcte)
- ✓ Y a-t-il une cascade de chaudière, et si oui est-elle bien réglée ?
- ✓ En cas de présence de chaudière non utilisée, les vannes de cette dernière sont-elles bien fermées ? (éviter la recirculation d'eau, et perte thermique)
- ✓ La/les chaudières sont-elles bien isolées ? Indice : fait-il chaud dans la chaufferie ?

Brûleur

- ✓ Le brûleur s'allume-t-il et s'éteint-il très régulièrement ? (si le brûleur s'allume et s'éteint plusieurs fois pendant la visite de chaufferie = problème de réglage et réglage à effectuer)
- ✓ Le brûleur est-il modulant, et si oui est-il bien réglé ?



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



GÉNÉRATION

Stratégie de rénovation - chaudière

Équipement

- ✓ Vétuste (20 à 25 ans durée de vie économique)
- ✓ Surdimensionné

A remplacer par

- ✓ Une chaudière à condensation
- ✓ Une pompe à chaleur (si les réseaux sont adaptés et que les besoins du bâtiment ont été réduits : isolation, changement des menuiseries, étanchéité, ...)
- ✓ Etudier les opportunités de couplage avec une PAC en relèvement de chaudière pour la mi-saison

Étudier le changement de vecteur énergétique

- ✓ Moins carboné : bois, PAC, RCU

Vérifier la compatibilité des chaudières avec les émetteurs existants :

- ✓ Nature des émetteurs (adaptés à la basse température ?)
- ✓ Puissance nécessaire après travaux
- ✓ Température de fonctionnement à pleine charge



Faire une étude
en coût global



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



GÉNÉRATION

Stratégie de rénovation – brûleur

Équipement

- ✓ En bon état mais peu performant

A améliorer en

- ✓ Remplaçant le brûleur par un modulant
- ✓ Ajoutant un condensateur sur le retour le plus froid



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



QUESTION

Sur des bâtiments tertiaires, chauffés avec une chaudière fioul ou gaz très ancienne, vaut-il mieux la conserver ou passer en pompe à chaleur systématiquement ?

- ☐ **A - Il vaut mieux abandonner les chaudières à énergie fossile**
- ☐ **B – On peut garder les deux mais il y aura une double maintenance**
- ☐ **C – La chaudière à énergie fossile est bien plus intéressante que n'importe quelle PAC**



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



QUESTION

Sur des bâtiments tertiaires, chauffés avec une chaudière fioul ou gaz très ancienne, vaut-il mieux la conserver ou passer en pompe à chaleur systématiquement ?

- ☒ ~~A – Il vaut mieux abandonner les chaudières à énergie fossile~~
- ☐ B – On peut garder les deux mais il y aura une double maintenance
- ☒ ~~C – La chaudière à énergie fossile est bien plus intéressante que n'importe quelle PAC~~

→ B : Il peut être intéressant de garder les deux et d'utiliser la PAC en relève de chaudière même si dans les faits il y a beaucoup de reconversion dans maintien de l'ancienne chaudière.



GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



RÉGULATION

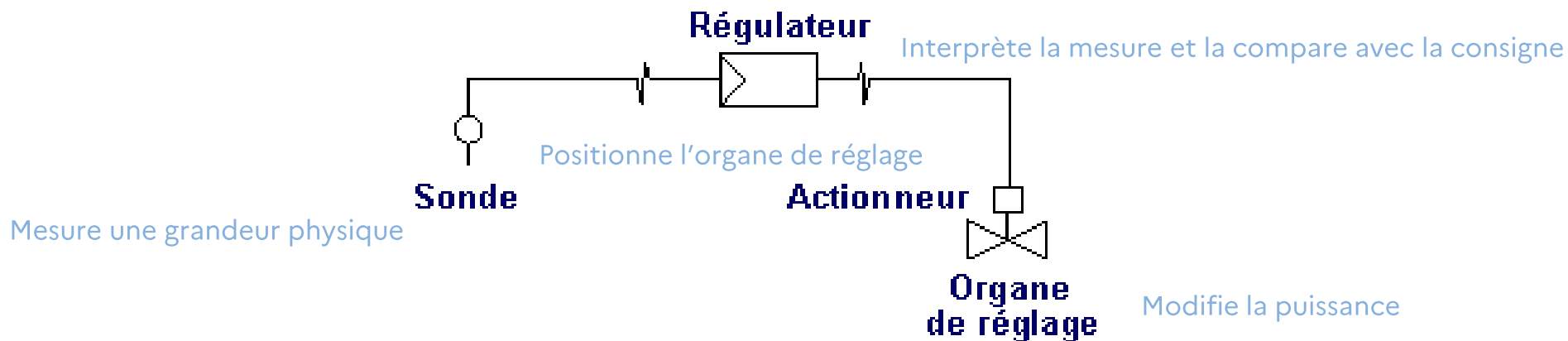
Définition

Objectif

Maintenir constante une grandeur physique telle que le niveau d'eau d'un bassin, une température et / ou une humidité d'un local, etc.

La valeur de la grandeur que l'on cherche à maintenir constante est appelée **consigne**.

La régulation ajustera la « **puissance** » à apporter en fonction des besoins.



RÉGULATION

La régulation centrale



« Tout plein d'électronique »

→ Pour assurer le bon fonctionnement des chaudières, des pompes et des vannes

→ Pour la régulation en fonction de la température extérieure

Les **régulateurs** pour les bâtiments

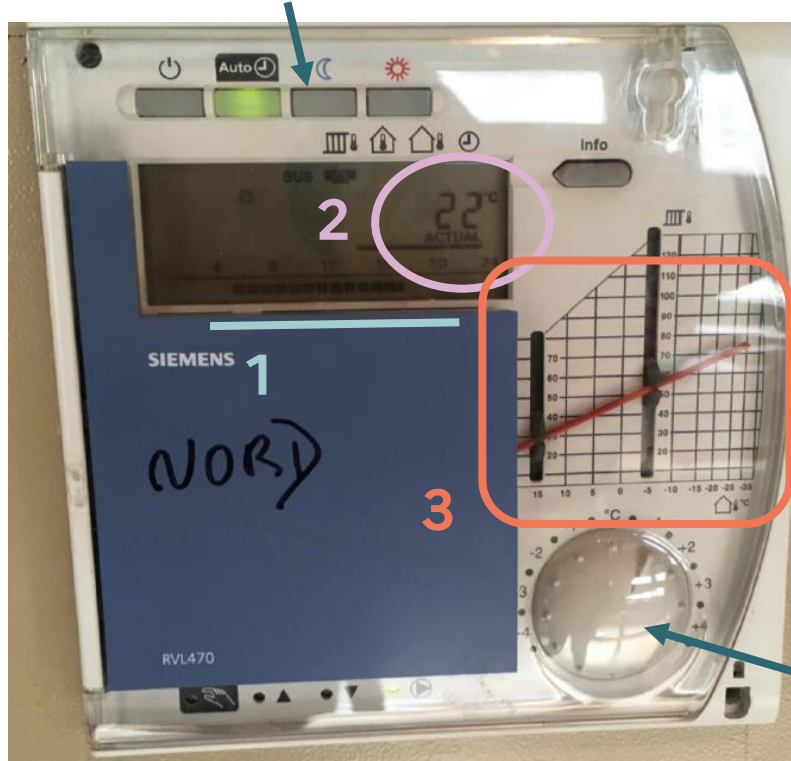
Le régulateur de la cascade de chaudière



RÉGULATION

La régulation centrale

Réglage du réduit (nuit / week-end)



1 : la **plage horaire** à laquelle est demandée la température de consigne

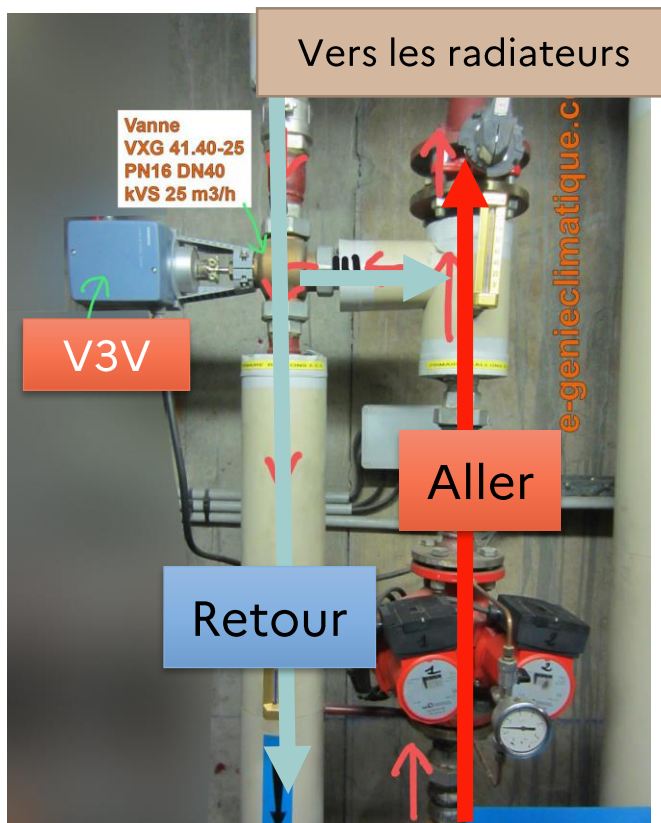
2 : la **température actuelle** perçue par la sonde de température dans le bâtiment / ou à l'extérieur

3 : la **Loi d'eau**. Elle permet de dire "s'il fait telle température à l'extérieur, je veux que l'eau sorte de la chaudière à telle température"
Ici on peut lire : « s'il fait -10°C dehors, je veux que l'eau sorte à 60°C »

La molette qui permet de changer rapidement la température de consigne dans le bâtiment

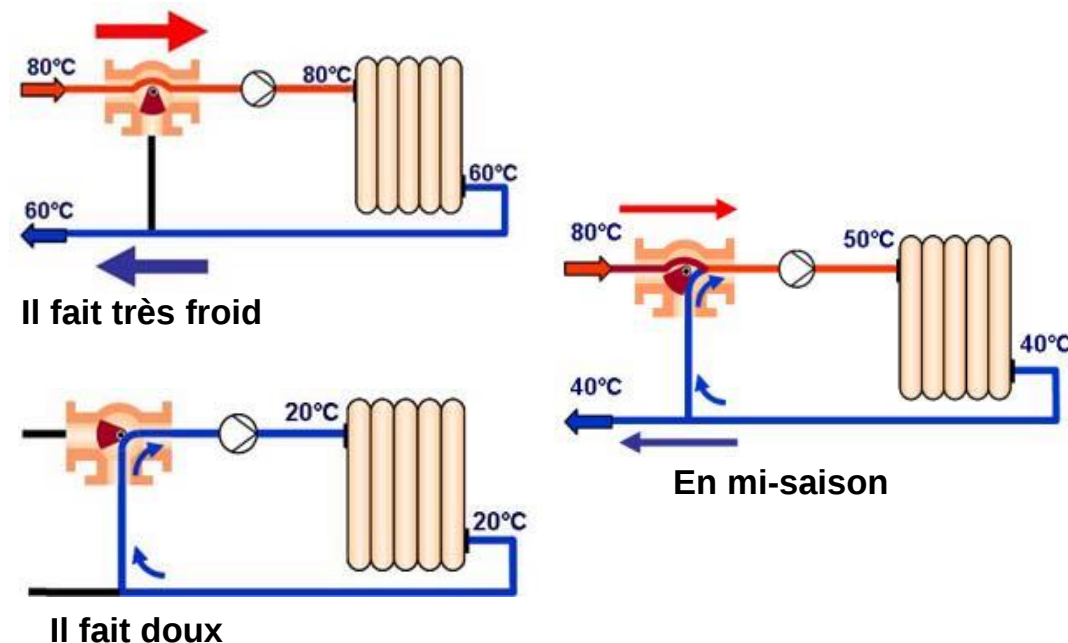
RÉGULATION

La régulation des réseaux



La **Vanne 3 Voies** : elle permet de faire passer l'eau du circuit **Retour** dans le circuit **Aller**.

→ Cela permet d'optimiser la consommation d'eau chaude du circuit primaire.



RÉGULATION

La régulation terminale



Thermostat d'ambiance

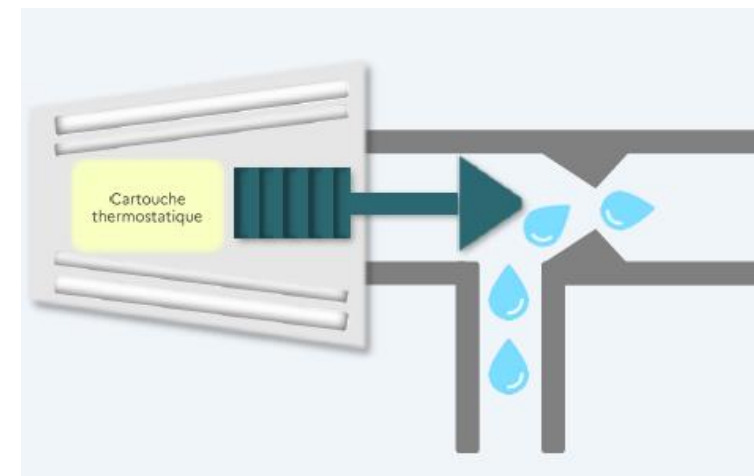
- Positionnement
- T° + Horloge



Robinet thermostatique

- A installer horizontalement
- Permet d'éviter la surchauffe

Chiffres et températures sur une vanne thermostatique





GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

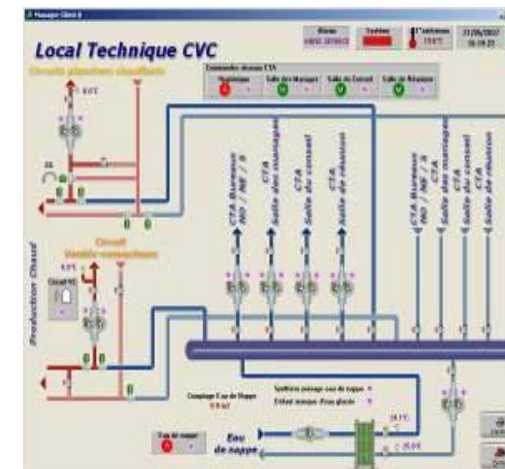


RÉGULATION

La GTB : Gestion Technique du Bâtiment

Centralisation locale :

- Alarmes, anomalies, dysfonctionnements
- États : marche-arrêt, ouverture-fermeture
- Mesures : températures, pression, débits
- Comptages : eau, énergie, temps de fonctionnement
- Paramétrages (avec prudence) : régulation
- Transmission vers l'extérieur : astreinte, suivi



RÉGULATION

Points d'attention et questions à poser à l'exploitant

- ✓ Comment est réalisée la régulation ? (régulateur en chaufferie ? Sous station ? GTB ?)
- ✓ Y a-t-il une intermittence programmée le soir et le week-end ? Si oui, comment est gérée la relance anticipée ? (souvent des optimisations sont possibles)
- ✓ Chaque réseau possède-t-il sa propre régulation (souvent par vanne 3 voies) ?
- ✓ Les lois d'eau sont elles bien réglées ? (attention si réseau mixte chaud/froid car les réglages devront être repris au changement de saison)
- ✓ Les vannes de régulation sont elles toutes fonctionnelles ?
- ✓ Y a-t-il des inconforts à certains moments de la journée dans certaines zones ? (cela peut donner un indice sur un mauvais emplacement de la sonde de température extérieure, doit être placée au nord)
- ✓ Les régulateurs sont ils en mode manuel ou automatique ? (si manuel, cela indique que ce n'est pas optimisé du tout)
- ✓ Y a-t-il des mesures de températures faites ponctuellement ou en continu ? (vérifier que l'on ne surchauffe pas)
- ✓ La sonde extérieure est-elle bien positionnée ?

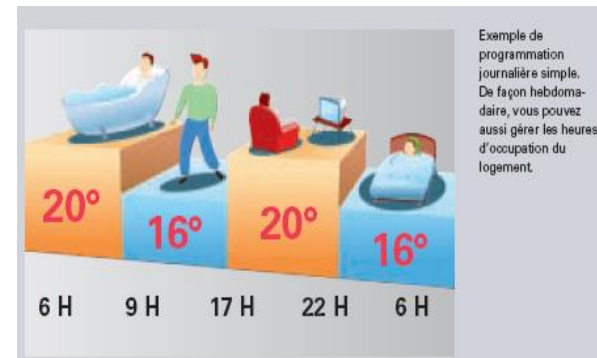


RÉGULATION

Stratégie de rénovation

La seule amélioration de la régulation permet des économies de chauffage intéressantes à moindre investissement.

- ✓ Bien paramétrer la courbe de chauffe (nécessite une bonne connaissance du bâtiment et de ses temps de réponse)
- ✓ Mettre en place une vanne trois voies (optimisation du retour d'eau et du départ d'eau).
- ✓ L'installation de robinets thermostatiques permet de gagner 5 à 10% sur les consommations de chauffage.
- ✓ Recours à des circulateurs à débit variable (économie et confort) : selon l'industriel Samson, le passage d'une pompe de classe F à A autorise un gain de 29% de consommation.
- ✓ Travail sur les scénarios de fonctionnement en lien avec l'inertie et l'occupation réelle du bâtiment.



VISSMANN, plaquette « Le guide des nouvelles solutions de chauffage »



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



DISTRIBUTION

Pompes de circulation

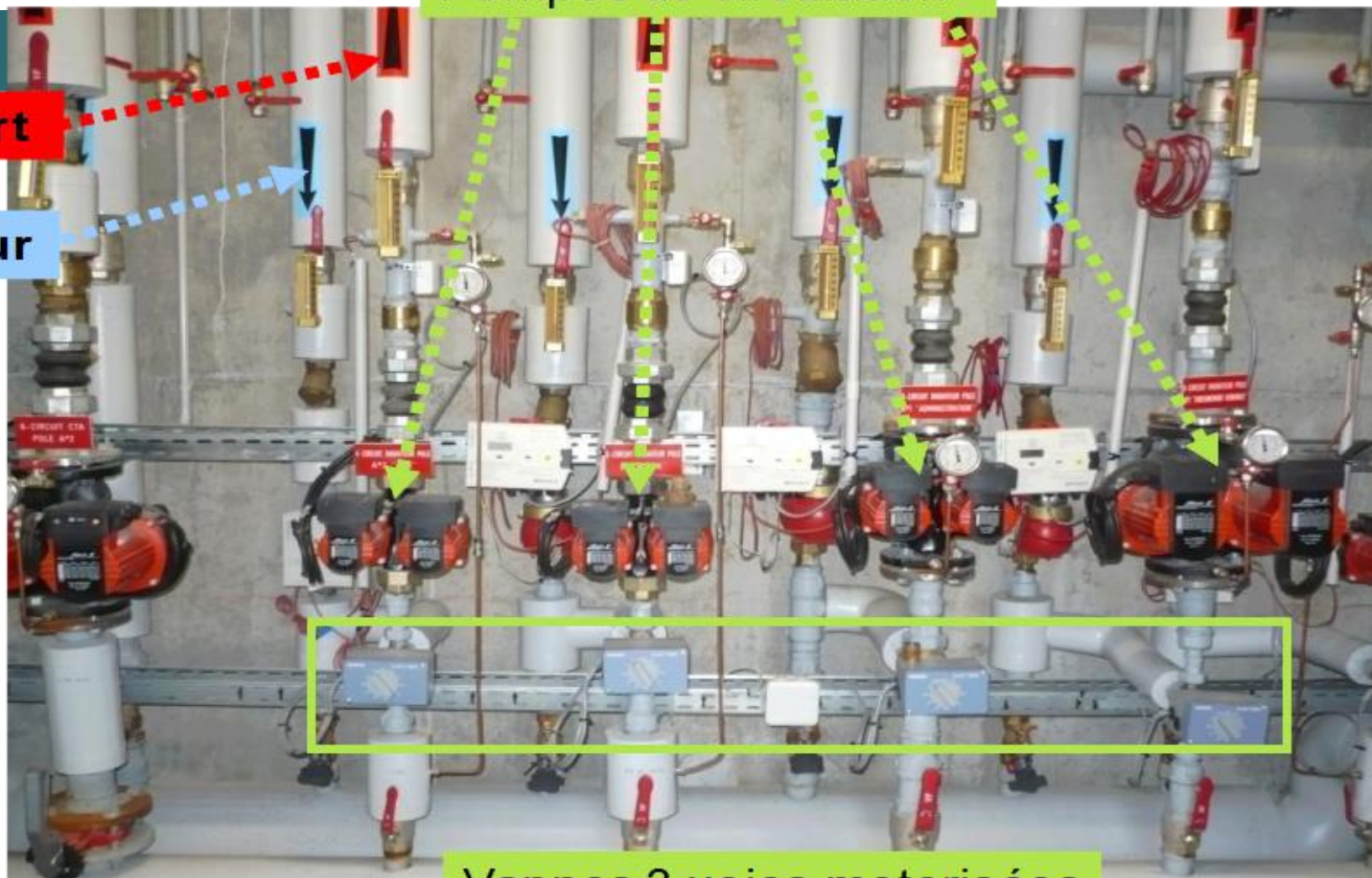
Départ

Retour

Circuits secondaires

Circuit primaire

Vannes 3 voies motorisées



DISTRIBUTION

Pompes



Les pompes/circulateurs ont besoin d'**électricité** pour fonctionner.

Pour limiter les consommations, il est possible de :

- Les couper l'été lorsque la chaudière est éteinte (penser à les actionner manuellement de temps en temps pour éviter le dépôt de boues dans les réseaux)
- Adapter la vitesse des circulateurs en fonction des besoins
- Installer des circulateurs à vitesse variable

Couple de pompes : pour moins user / secours si une pompe tombe en panne

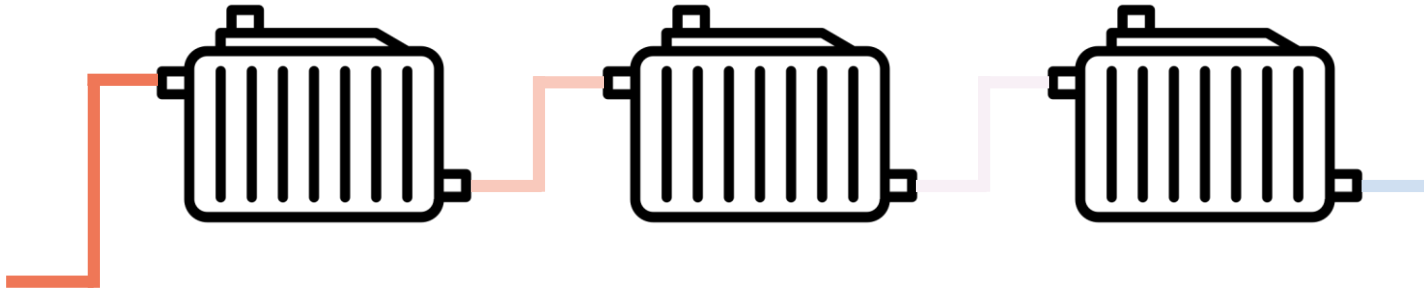


GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

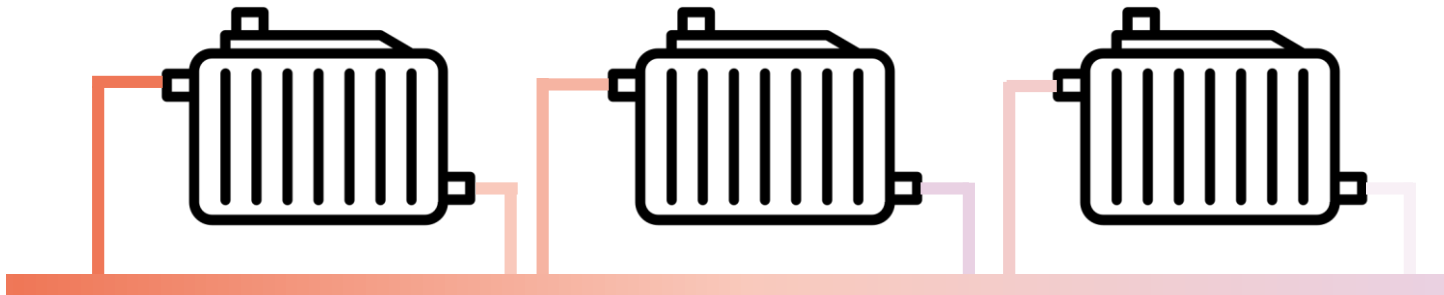


DISTRIBUTION

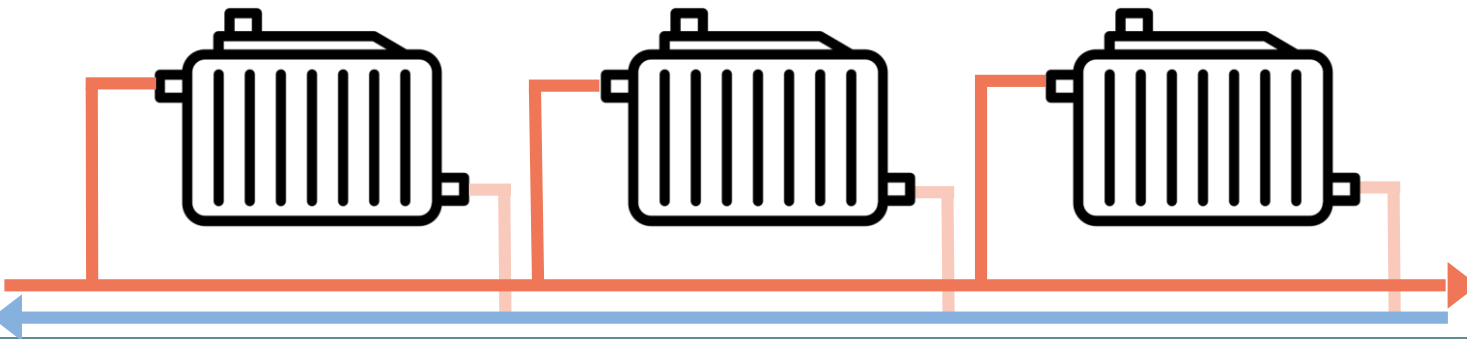


Monotube

Constructions années 70
Un réseau par façade
Non adapté à la régulation par pièce



Monotube dérivé



Bitube

Système traditionnel aujourd'hui utilisé
Adapté à la réhabilitation



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



DISTRIBUTION

Embouage et corrosion

L'embouage et la corrosion provoquent :

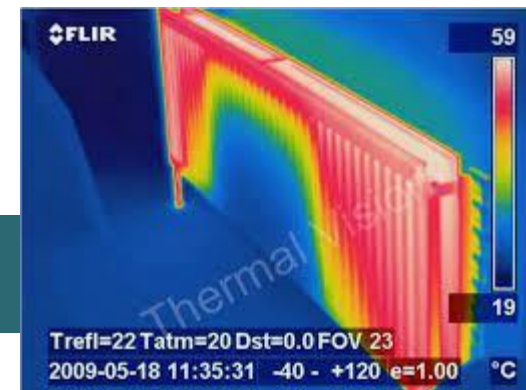
- Des baisses de rendement
- Des déséquilibres thermo-hydrauliques
- L'impossibilité d'atteindre la consigne
- Des fuites d'eau
- Des variations de pression dans les réseaux
- Une surchauffe de la chaudière
- La casse des chaudières et émetteurs

Origine des boues

- Impuretés lors de la mise en service (impuretés, filasse, ...)
- Particules d'oxydes métalliques
- Tartre (besoin adoucisseur selon dureté eau, éviter appoints)

Pot à boues

- Il permet en traitement préventif ou en traitement curatif d'éliminer les boues ferro-magnétiques présentes dans les tuyauteries de chauffage.
- Ces boues nuisibles, impactent directement sur les performances, le débit et l'équilibrage des réseaux.





GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

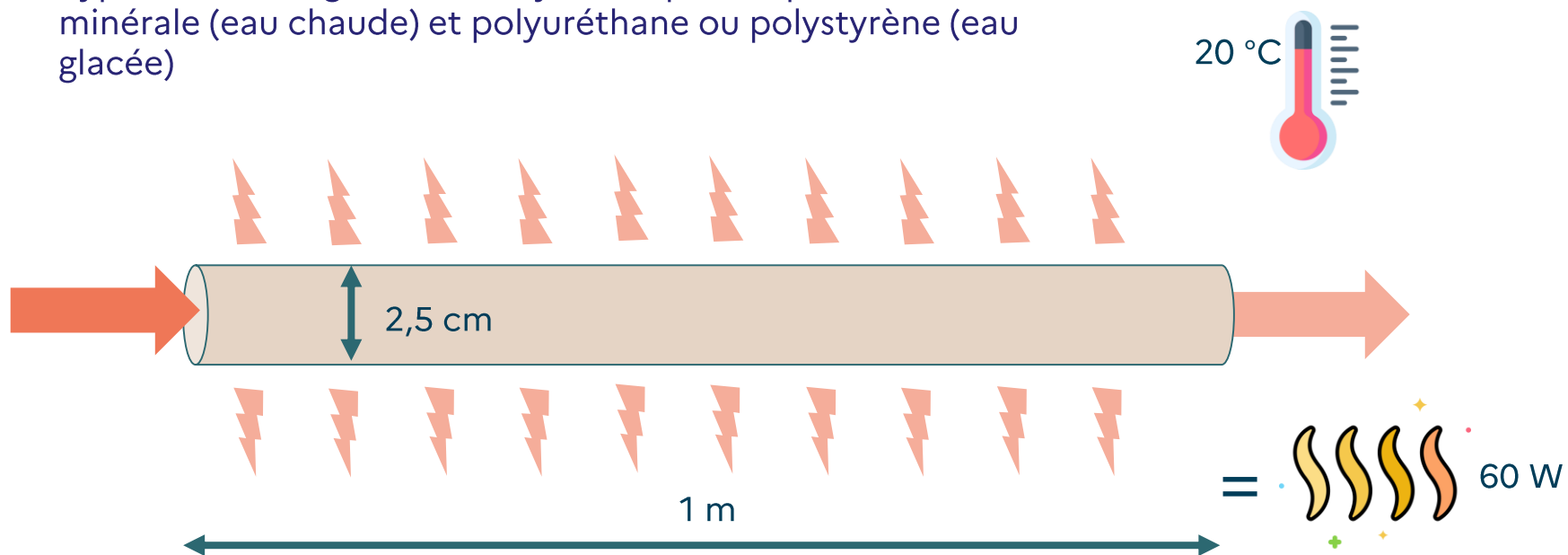


DISTRIBUTION

Calorifugeage des réseaux

Toutes les tuyauteries véhiculant de l'eau chaude doivent être calorifugées hors volume chauffé : **Départs** + **Retours**

Type de calorifuge : mousse synthétique, coquille de laine minérale (eau chaude) et polyuréthane ou polystyrène (eau glacée)





GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



DISTRIBUTION

Équilibrage des réseaux

Le système de chauffage fonctionne correctement si les conditions de débits et de pression sont respectées dans le circuit de distribution

Équilibrer pour réduire le débit dans les circuits les plus favorisés.

Conséquences d'un mauvais équilibrage :

- ✓ difficulté pour réguler,
- ✓ émetteurs sous ou pas alimentés
- ✓ surconsommations liées à l'augmentation de puissance nécessaire pour compenser
- ✓ surchauffes localisées





GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



DISTRIBUTION

Points d'attention et questions à poser à l'exploitant

Calorifuge : les réseaux sont-ils isolés, et si oui dans quel état est le calorifuge ? (en chaufferie, à l'ext./enterré, en zones non chauffées, ...)

Embouage :

- ✓ Y a-t-il un pot à boue en chaufferie ? Si oui est-il vérifié/vidé régulièrement ?
- ✓ Une analyse d'eau de réseau est-elle effectuée tous les ans ? Si oui, y a-t-il un traitement d'eau associé ?
- ✓ De quand date le dernier désembouage complet ?

Tuyauteries :

- ✓ Les tuyauteries sont-elles rouillées ? (mise en place de peinture anticorrosion sur tubes acier)
- ✓ Des fuites sont-elles présentes et des appoints d'eau sont-ils fait régulièrement ? (NB: demander si l'appoint d'eau est fait en eau adoucie)

Equilibrage :

- ✓ Y a-t-il des zones qui sont moins chauffées que d'autres sans raison apparente ? (problème d'équilibrage réseau potentiel)
- ✓ Y a-t-il des vannes d'équilibrage sur les retours des réseaux en chaufferie, ainsi que dans les bâtiments ou sur les antennes de distribution ? Si oui, de quand date le réglage ?

Pompes : Les pompes sont-elles à débit variable ? Si oui, comment sont-elles réglées (vérifier qu'elles ne sont pas en mode manuel à 100%...)



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



DISTRIBUTION

Une bonne maintenance des réseaux peut avoir des effets sur :

- ☐ A- Le confort des occupants
- ☐ B- Les coûts de maintenance préventive/corrective
- ☐ C- L'efficacité du système
- ☐ D- Les coûts énergétique liés au chauffage



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



DISTRIBUTION

Une bonne maintenance des réseaux peut avoir des effets sur :

- ☐ A- Le confort des occupants
- ☐ B- Les coûts de maintenance préventive/corrective
- ☐ C- L'efficacité du système
- ☐ D- Les coûts énergétique liés au chauffage

→ A, B, C et D : les quatre



GOVERNEMENT

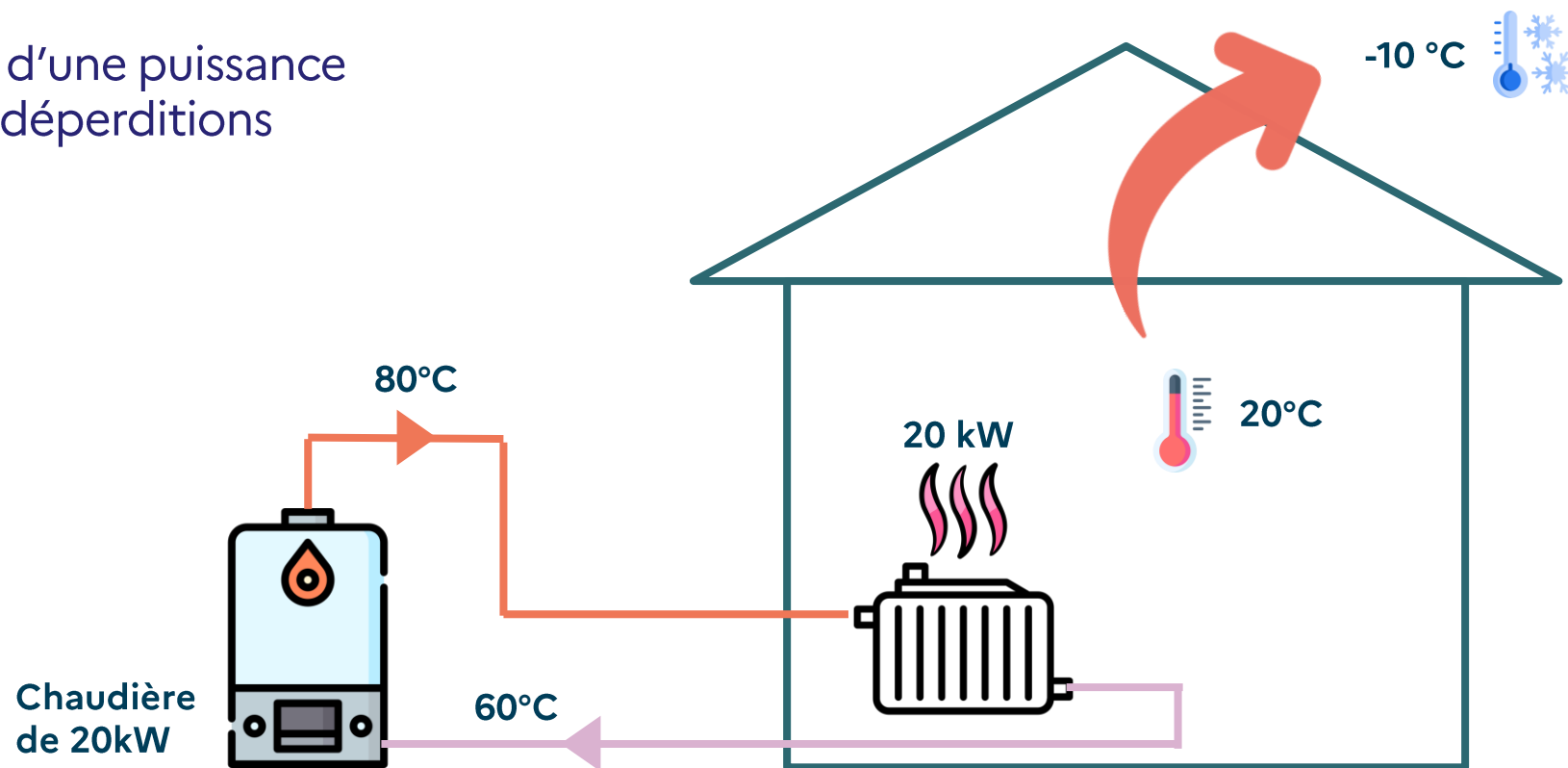
Liberté
Égalité
Fraternité



ÉMISSION

Le rôle de l'émetteur

Assurer la dissipation d'une puissance de chauffe égale aux déperditions





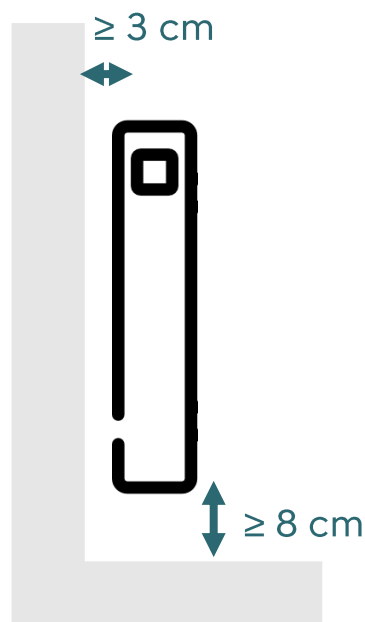
GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

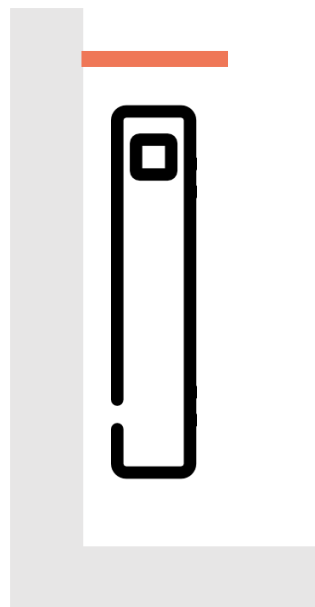


ÉMISSION

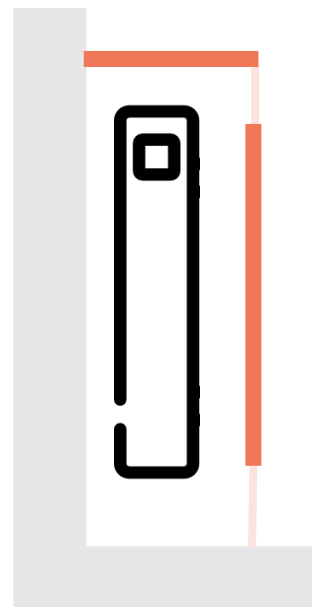
Quelques règles d'installation des radiateurs



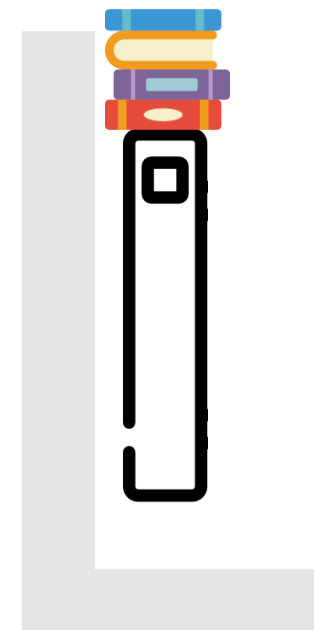
Les radiateurs ne sont pas collés au mur ni au sol



La présence d'une tablette diminue la puissance de 8%



La présence d'un coffre diminue la puissance de 20%



La présence d'objets empêche la chaleur de se diffuser



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

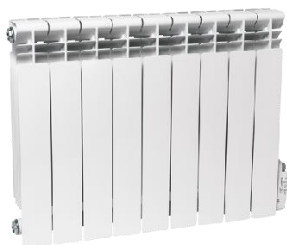


ÉMISSION

Différents types d'émetteurs

Les émetteurs à effet joules

- ✓ Convecteur électrique
- ✓ Aérotherme électrique
- ✓ Panneau rayonnant
- ✓ Radiateur électrique à fluide
- ✓ Accumulateur électrique



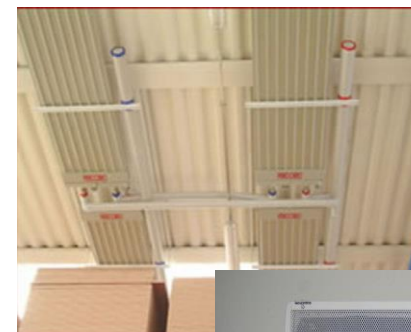
Les radiateurs à eau

- ✓ Acier
- ✓ Aluminium
- ✓ Fonte
- ✓ Radiateurs à ailettes



Les panneaux rayonnants

- ✓ Eau
- ✓ Gaz
- ✓ Electriques





GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



ÉMISSION

Différents types d'émetteurs

Les planchers chauffants

- ✓ A eau ou électriques



Les systèmes par convection

- ✓ Cassettes
- ✓ Aérothermes
- ✓ Ventilo-convecteurs



Chauffage de la pièce via la ventilation :

- ✓ Traitement de l'air centralisé en CTA
- ✓ Soufflage d'air chauffé ou préchauffé via des batteries eau ou électrique
- ✓ Appoint terminal possible par émetteur local (radiateurs, convecteurs...)





GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

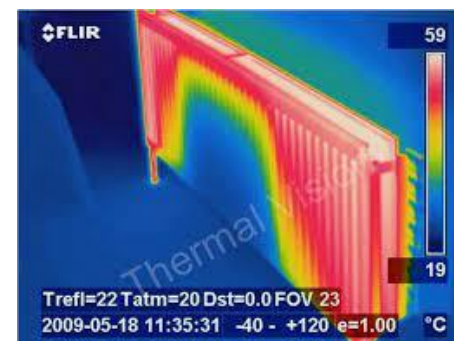


EMISSION

Points d'attention et questions à poser à l'exploitant

Sur les radiateurs à eau

- ✓ Y a-t-il des robinets thermostatiques ?
- ✓ Si oui, sont-ils à l'horizontale et réglés correctement (vérifier en passant qu'ils ne sont pas tous ouverts à 100%) ?
- ✓ Y a-t-il des thermostats d'ambiance dans les locaux ? Si oui, observer les valeurs indiquées en passant (pour rappel, 26°C en été et 19°C en hiver).
- ✓ Les émetteurs sont-ils encombrés ? (ex: livres, porte manteaux, objets divers posés dessus ou devant...)
- ✓ Est-ce que les filtres des ventilo-convecteurs/cassettes sont régulièrement changés ?
- ✓ Vérifier à l'aide d'une camera IR si une partie n'est pas irriguée (air ou embouage)
- ✓ S'il y eu un changement de production (CTA, chaudière à condensation, etc.), y a-t-il eu également une réflexion sur l'émission ?





GOUVERNEMENT

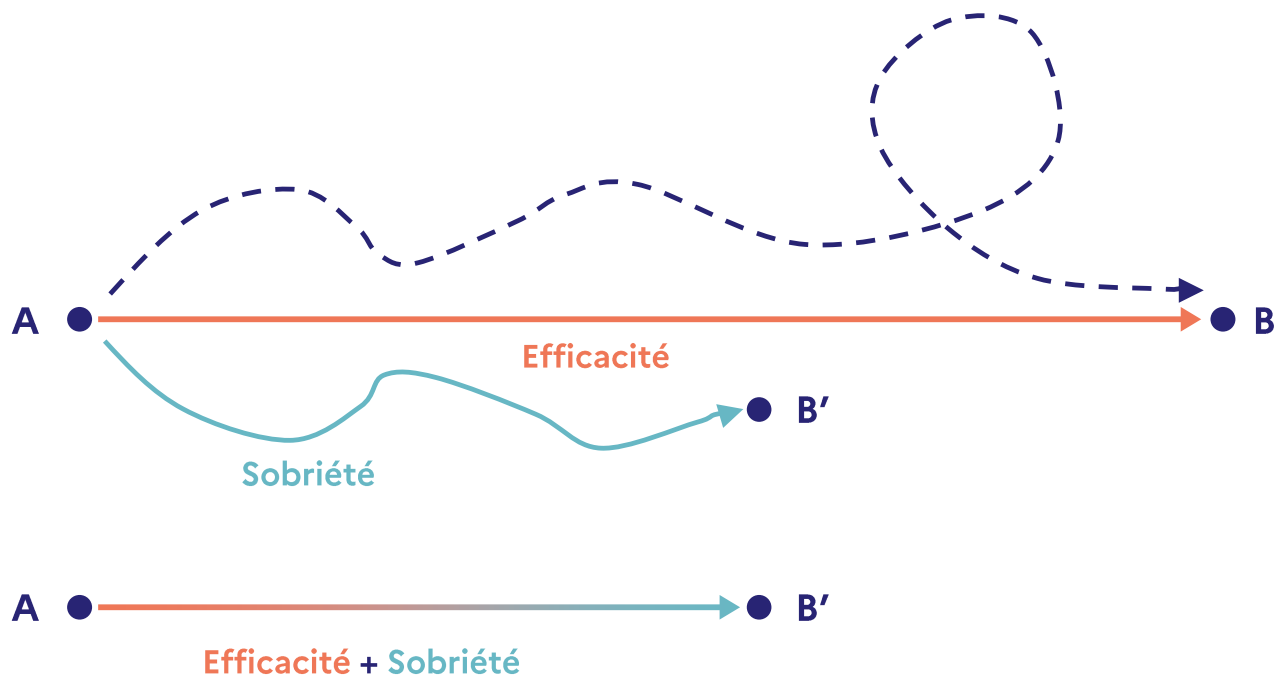
Liberté
Égalité
Fraternité



RÉDUIRE SES CONSOMMATIONS

RAPPEL

EFFICACITÉ / SOBRIÉTÉ : QUELLE DIFFÉRENCE ?



L'**efficacité** consiste à utiliser moins de ressources pour satisfaire un même besoin.

La **sobriété** consiste à re-questionner son besoin pour utiliser le moins de ressources possibles.



Challenge basé sur le **levier « usages »** : nécessaire de garder les principes de sobriété et d'efficacité en tête



GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



RÉDUIRE SES CONSOMMATIONS



Ce qui peut être fait rapidement :

Fiches 16 et 17

- ❑ Affiner la programmation et les températures de chauffe et de réduit en lien avec l'occupation des locaux et le comportement thermique du bâtiment

Fiche 13

- ❑ Arrêter les circulateurs et les chaudières en été (si pas de production d'ECS) ou la basculer en mode « été »

- ❑ Mener des campagnes de mesures de température dans les bureaux
 - ✓ pour s'assurer de l'effectivité du réduit
 - ✓ pour observer le comportement thermique du bâtiment (notamment son inertie)

FAIBLE INVESTISSEMENT



Exploitation / maintenance

Comportements, usages



Petits travaux et réparations



Diminuer la consommation
énergétique des bâtiments
Des actions simples et concrètes
pour la gestion du patrimoine immobilier



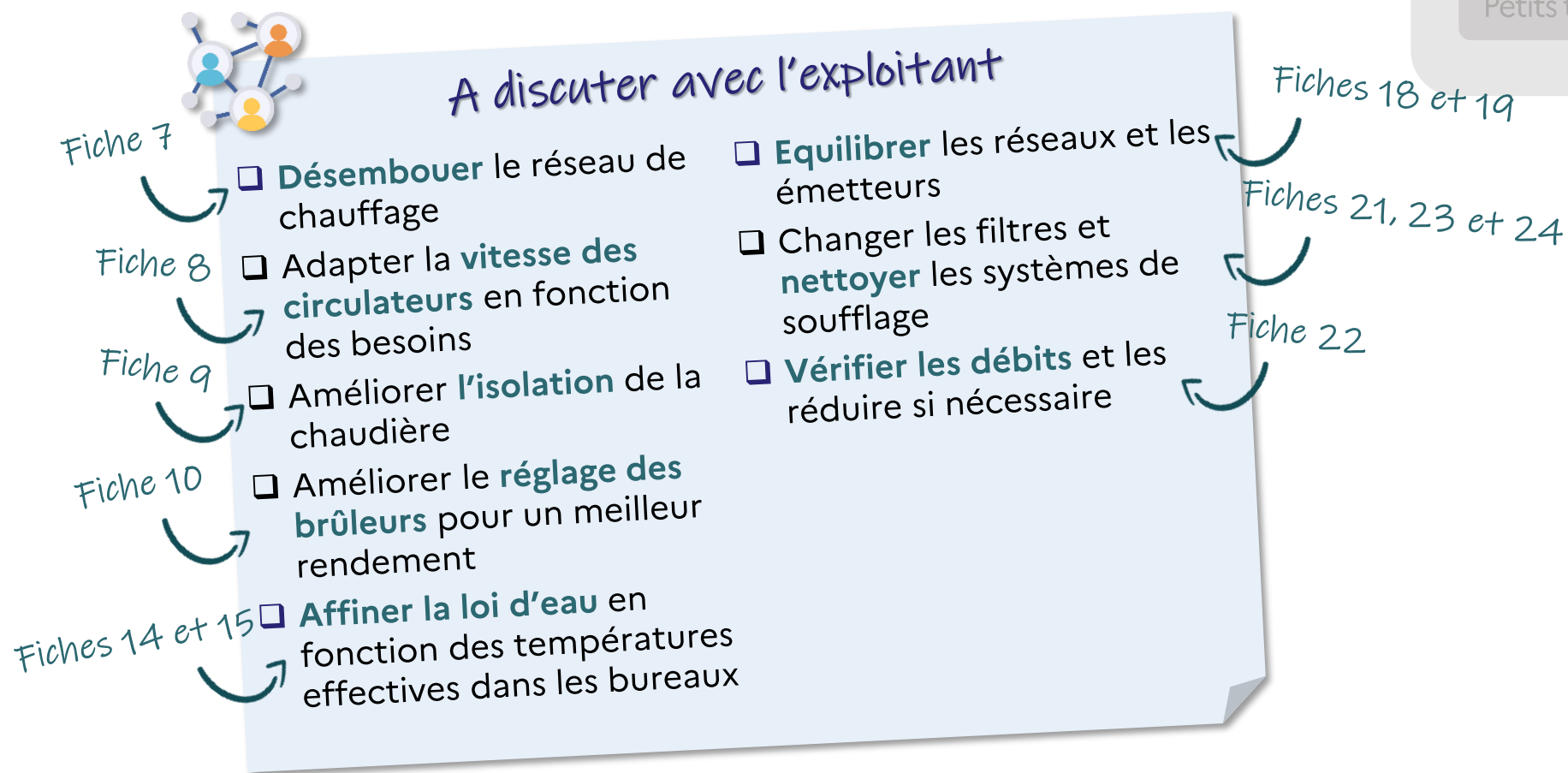


GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



RÉDUIRE SES CONSOMMATIONS



FAIBLE INVESTISSEMENT



Exploitation / maintenance

Comportements, usages 



Petits travaux et réparations



Diminuer la consommation
énergétique des bâtiments
Des actions simples et concrètes
pour la gestion du patrimoine immobilier





GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



RÉDUIRE SES CONSOMMATIONS



Ce qui peut être fait rapidement :

- ☐ Sensibiliser à la **notion de confort**
 - ✓ Vêtue, activité, températures de l'air et des parois, vitesse d'air
- ☐ **Equiper les agents** ayant des problèmes d'inconfort thermique
- ☐ **Organiser le poste de travail** pour un meilleur confort thermique
- ☐ Sensibiliser au **fonctionnement des robinets thermostatiques**
- ☐ Inciter les agents à **diminuer la consigne** en cas d'absence
- ☐ Organiser une **journée « rangement »** pour désencombrer les émetteurs
- ☐ Programmer la **fermeture** des bureaux
- ☐ Proposer **l'occupation temporaire** d'un bureau mieux chauffé

FAIBLE INVESTISSEMENT



Exploitation / maintenance



Comportements, usages



Petits travaux et réparations



Diminuer la consommation
énergétique des bâtiments
Des actions simples et concrètes
pour la gestion du patrimoine immobilier



Source icônes : flaticon.com



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



RÉDUIRE SES CONSOMMATIONS



A discuter avec l'exploitant et / ou le personnel technique

Fiche 39



- ❑ **Calorifuger** les réseaux en espace non chauffé ou remplacer les calorifuges dégradés

Fiche 44



- ❑ Installer des **robinets thermostatiques**, remplacer ceux qui sont défectueux

Fiche 43



- ❑ Installer **des panneaux réflecteurs** derrière les émetteurs

Fiche 7



- ❑ **Nettoyer** l'échangeur
- ❑ **Désembouer** le réseau de chauffage

Fiche 45



- ❑ Installer des **horloges programmables** de ralenti

- ❑ Déplacer ou remplacer les **sondes de température** en cas de défaillance ou de mauvais positionnement

- ❑ **Réparer les fuites** sur les circuits d'eau et d'air (ventilation)

- ❑ Equiper le départ de chaque circuit d'une vanne d'équilibrage

- ❑ Réparer ou remplacer les émetteurs

- ❑ Remplacer les brûleurs de plus de douze ans

Fiche 48



Fiche 57



Fiche 40



Fiches 41 et 49



Fiche 46



FAIBLE INVESTISSEMENT



Exploitation / maintenance

Comportements, usages



Petits travaux et réparations



Diminuer la consommation
énergétique des bâtiments
Des actions simples et concrètes
pour la gestion du patrimoine immobilier



collection | Connaissances



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*



RÉDUIRE SES CONSOMMATIONS

Et vous, concrètement, qu'avez-vous fait dans vos bâtiments pour réduire vos consommations liées au chauffage ?



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



RESSOURCES DISPONIBLES

LES AFFICHES « CONFORT D'HIVER »

CONFORT D'HIVER
Agir sur mon environnement

Désencombrer les radiateurs
Pour profiter de toute la chaleur émise, j'ôte les objets posés sur ou devant le radiateur

Si possible, éloigner son espace de travail des parois froides et limiter les courants d'air
La température ressentie est une moyenne entre la température de l'air et la température des murs. Elle dépend aussi de la vitesse de l'air. S'éloigner des parois

Profiter des apports solaires gratuits
En pensant à ouvrir les stores dès que le soleil perce

Chaque geste compte

Financé par :
GOUVERNEMENT
Cerema
Commissariat général au développement durable (CGDD)
Direction de l'immobilier de l'État (DIE)
FTAP

CONFORT D'HIVER
Diminuer la sensation de froid

Porter une tenue adaptée à la rigueur hivernale
Porter un maillot de corps, un pull, des grosses chaussettes ou encore un caleçon long permettra d'accroître son confort à température constante

Se mettre en mouvement
Prendre l'escalier, se déplacer plutôt que de téléphoner, aller prendre un café, sont autant d'actions permettant de diminuer la sensation de froid

Chaque geste compte

Financé par :
GOUVERNEMENT
Cerema
Commissariat général au développement durable (CGDD)
Direction de l'immobilier de l'État (DIE)
FTAP



GOVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



RESSOURCES DISPONIBLES

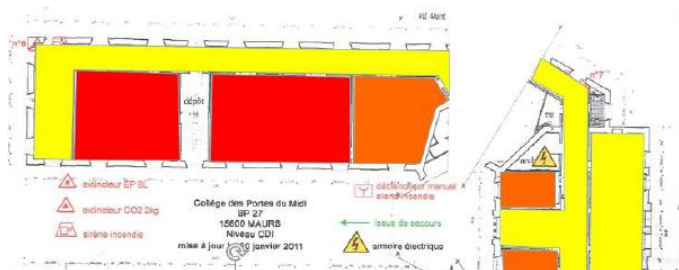
LE RECUEIL D'ANIMATIONS

ONGLET « THERMIQUE HIVER »

La météo du
bâtiment



Agents



COMMUNICATION

SENSIBILISATION

THERMIQUE HIVER

THERMIQUE ETE

ECLAIRAGE

VENTILATION

EAU

EQUIPEMENTS ELEC

Visite de la
chaufferie



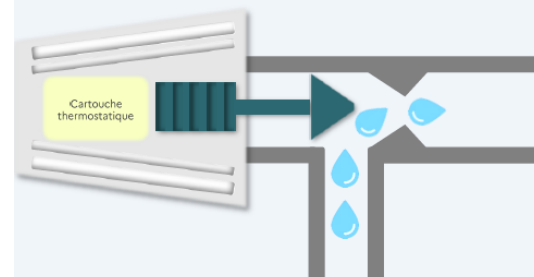
Equipes techniques, agents



Robins
thermostatiques



Equipe technique, agents, équipe
projet



Chiffres et températures sur
une vanne thermostatique



1. Faire un inventaire des robinets
thermostatiques existants et de

2. Installer des robinets
thermostatiques

Journée gros
pull



Equipe projet, agents, équipe
technique pour baisser la consigne



THERMIQUE HIVER

THERMIQUE ET

ECLAIRAG

VENTILATION

EAU

EQUIPEMENTS ELEC

THERMIQUE HIVER

THERMIQUE E

ECLAIRA

VENTILATION

E

EQUIPEMENTS EL



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité



RESSOURCES DISPONIBLES

LE DIAGNOSTIC PARTICIPATIF

Onglets « **Système** », « **Occupation** », « **Confort d'hiver** »

Pour :

- Connaître le réglage de l'organe de **régulation et de programmation**
- Evaluer son adéquation avec **la présence des agents dans les locaux**
- Mieux comprendre le fonctionnement du **système de chauffage**
- Identifier les problèmes d'**inconfort thermique** et y trouver des solutions





GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*



DES QUESTIONS ?



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Retours d'expérience



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*



VNF
Loïc Anselin



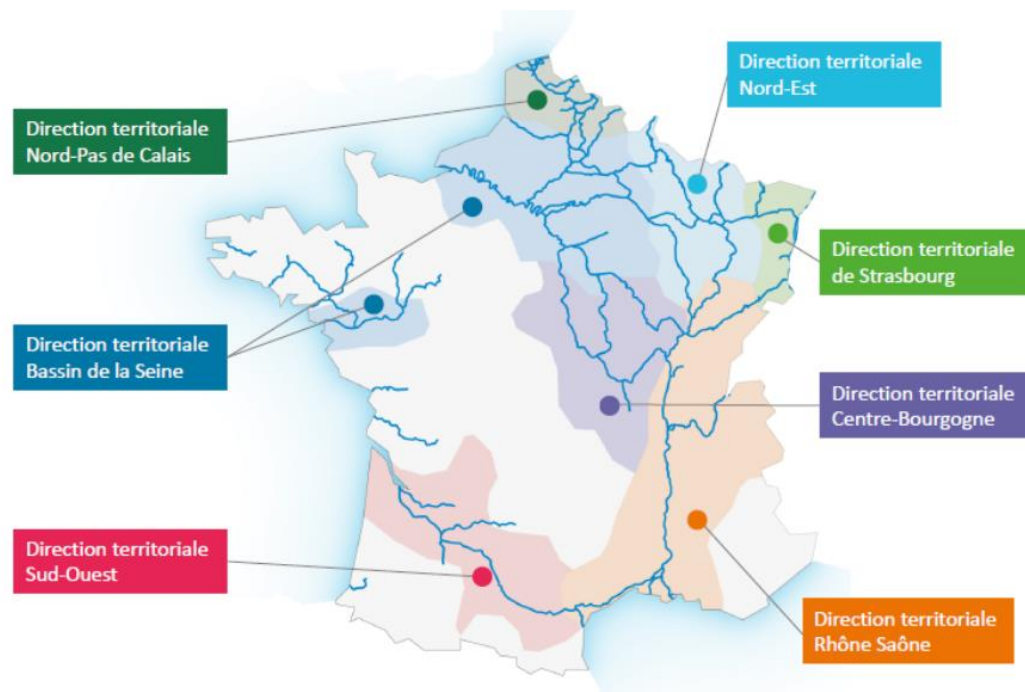
RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Mieux piloter le chauffage pour réduire ses consommations énergétiques

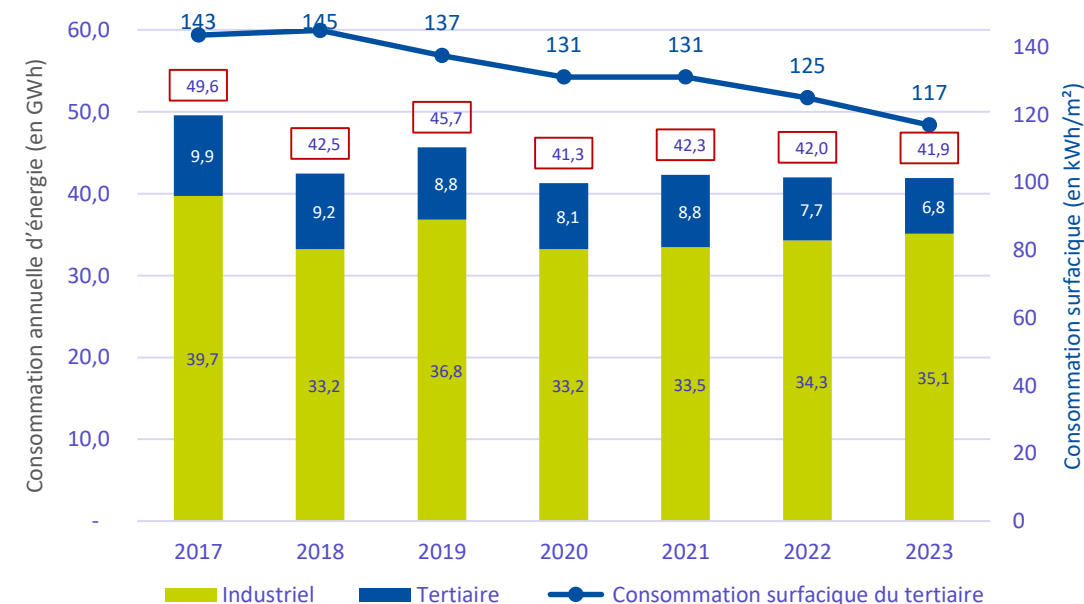
VNF en quelques chiffres



2 Typologies de patrimoine

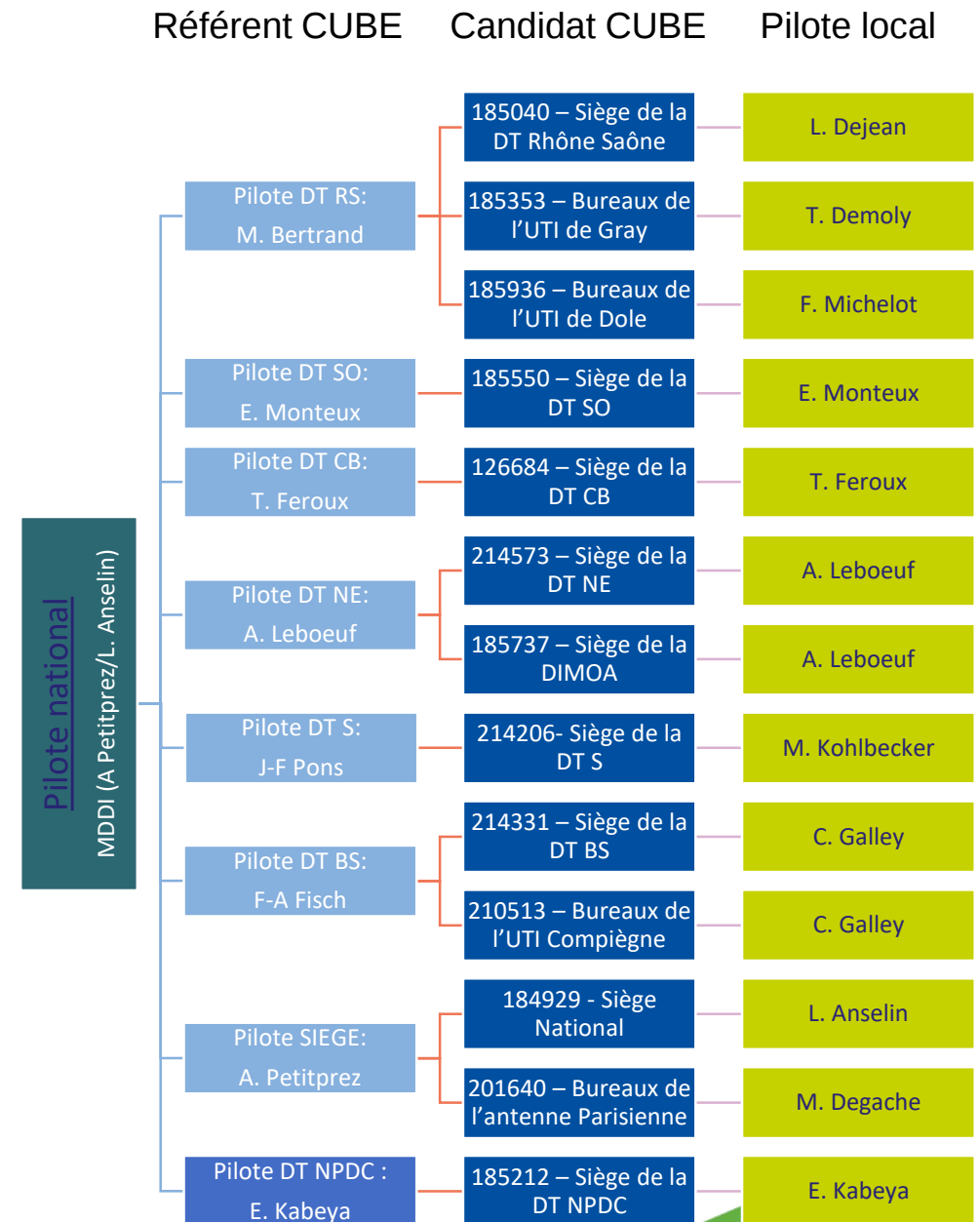
Tertiaire
(133 PDL)

Industriel
(2315 PDL)



Organisation interne pour le suivi et l'animation du concours

- Le pilote national
 - Inscrit les candidats (+ référent et pilotes locaux)
 - Assure le suivi des consommations (OSFI=CUBE)
 - Suit les webinaires
 - Relais les informations sur un Canal Teams dédié et publie les résultats sur l'intranet et les RS
- Le référent CUBE
 - Anime et coordonne son réseau de pilote locaux
 - Actionne et coordonne des investissements
- Le pilote local
 - Anime localement le concours et peut réaliser des investissements quick win.



Participants au concours CUBE

Chiffres clés

13 Candidats

pour 24 069 m² de superficie.

3.79 GWh /an

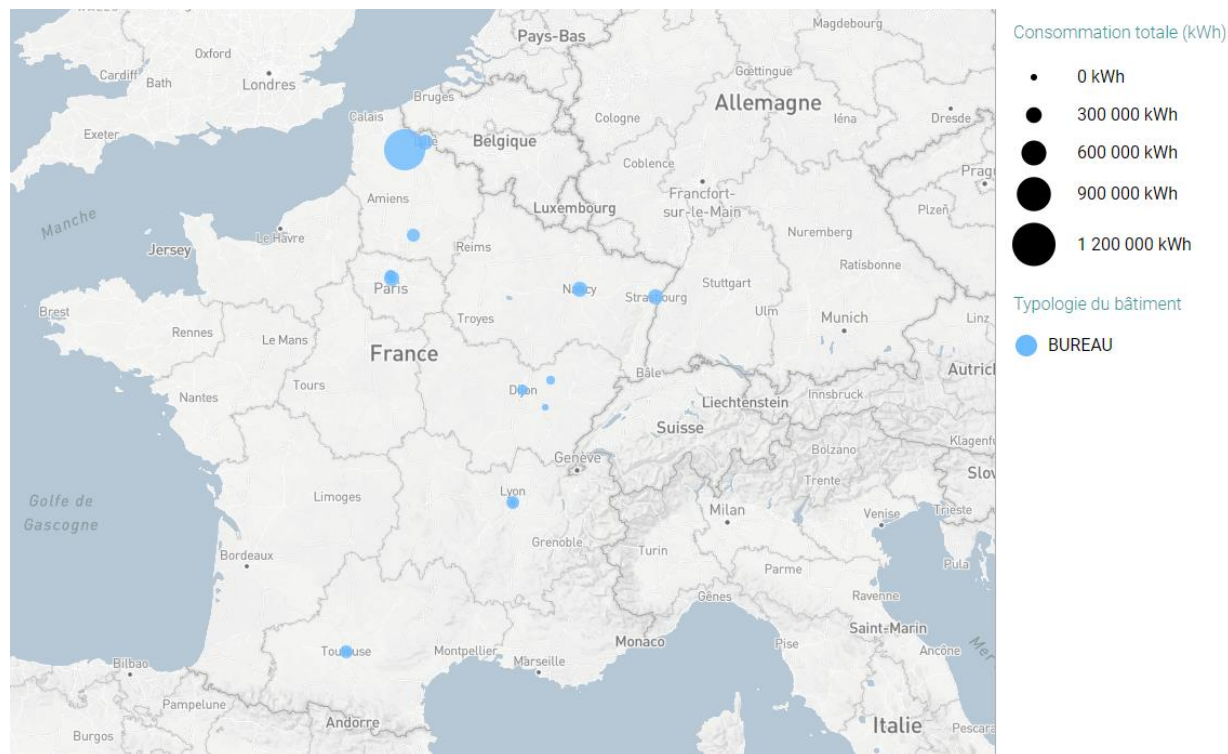
de consommation de référence.

7.09 %

d'économie d'énergie moyenne et 12.11 % sur les positifs !

124.81 MWh

économisés au total.



Exemple d'actions

Siège

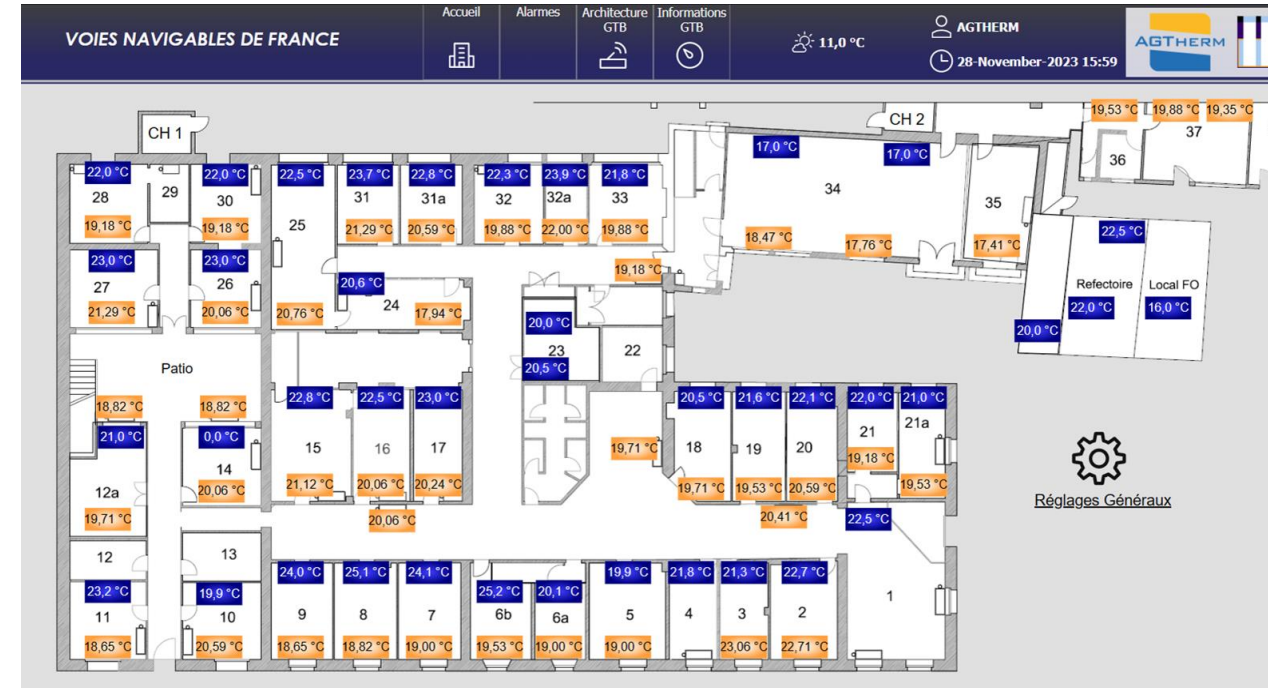
- Investissement
 - Raccordement au réseau de chaleur urbain de la ville de Béthune (~8 566 €TTC après déduction des CEE)
 - Installation d'une GTC pour piloter le chauffage (têtes thermostatique connectée) (~40 000€)
 - Transfert d'une grande partie des équipements et fonctions des salles serveurs des DT vers le serveur national à Béthune
 - Densification des locaux (1/3 des surfaces est en Flex-office) la totalité pour 2027.
- Diagnostics
 - Diagnostic du bâtiment « en marchant » avec un agent du CEREMA (prévu le 9/07/24)
- Communication des résultats
 - Comm interne: news intranet national et locales
 - Comme externe: réseaux sociaux



Exemple d'actions

Direction territoriale Sud-Ouest

- Investissement
 - Installation d'une GTC pour piloter le chauffage et la climatisation
 - Transfert d'une grande partie des équipements et fonctions de la salle serveur locale vers le serveur national à Béthune
- Actions phares
 - Mise en veille bâtiminaire entre Noël et nouvel an (chauffage Hors Gel, incitation au télétravail)
- Communication des résultats
 - Comm interne: news intranet national et locales
 - Comm externe: réseaux sociaux, évènement

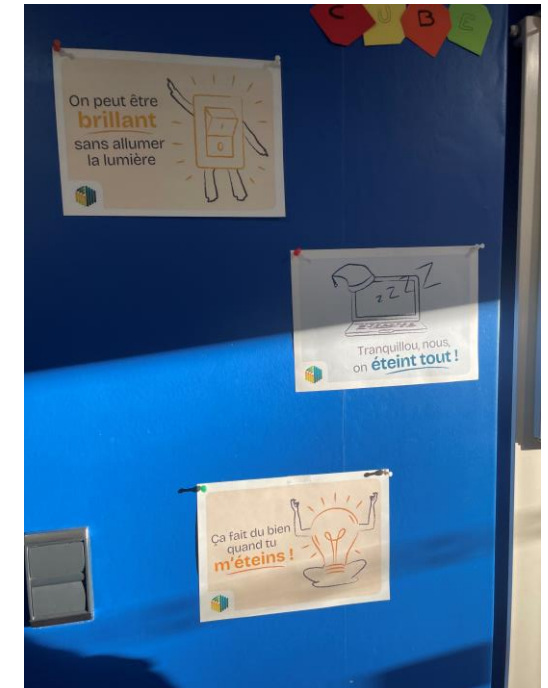




Exemple d'actions

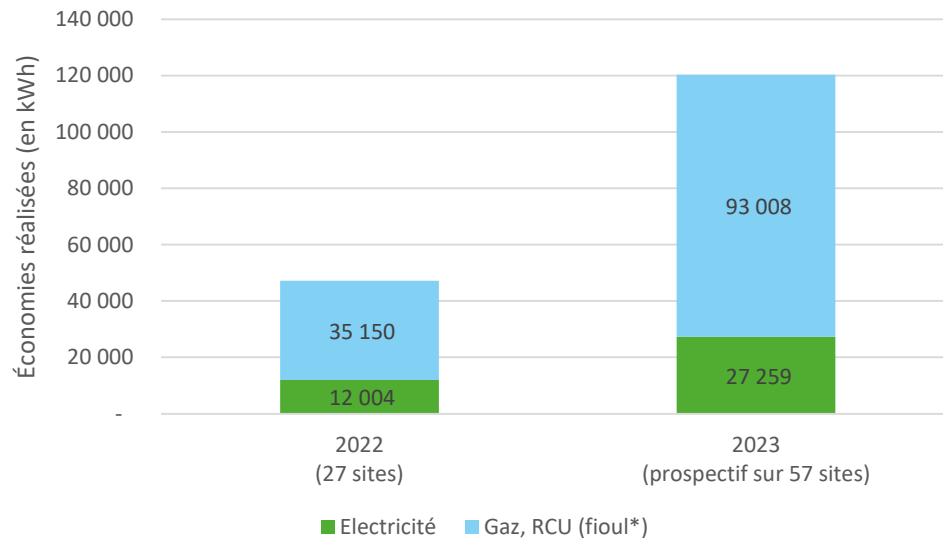
Direction territoriale Rhône-Saône

- Mobilisation des équipes
 - Opération de lancement
 - Mur à idées
 - Cocotte en papier avec des Q&R en salle de pause
 - Déploiement des affiches transmises sur Expertises & Territoires et de nudges
 - Utilisation de l'application Energic
- Actions phares
 - Mise en veille bâimentaire entre Noël et nouvel an (chauffage Hors Gel, incitation au télétravail)
 - Lancement d'une note sur le rappel des bonnes pratiques pour l'utilisation du chauffage, diffusée pour chaque site
 - Agents mobilisés sur la comptabilisation des prises électriques avec interrupteur
 - Journée de sensibilisation à l'énergie animée par les agents du CEREMA
- Communication des résultats
 - Comm interne: news intranet national et locales
 - Comme externe: réseaux sociaux, évènement Arche MTECT



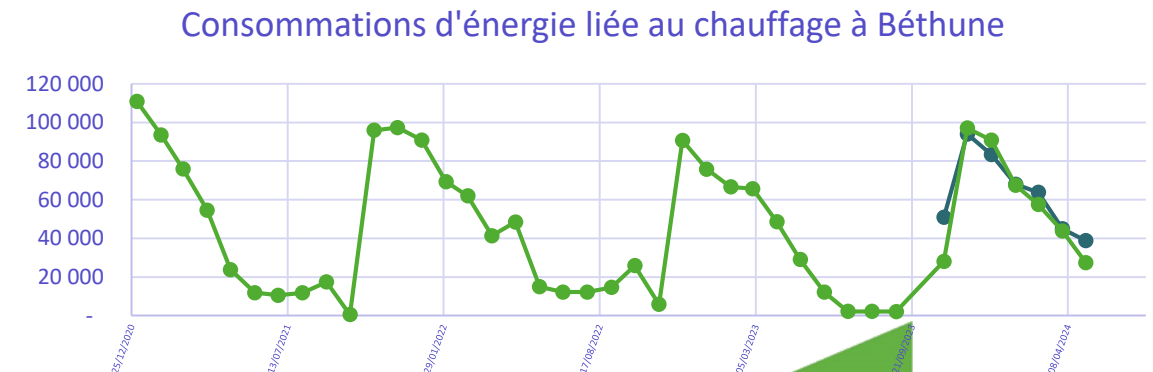
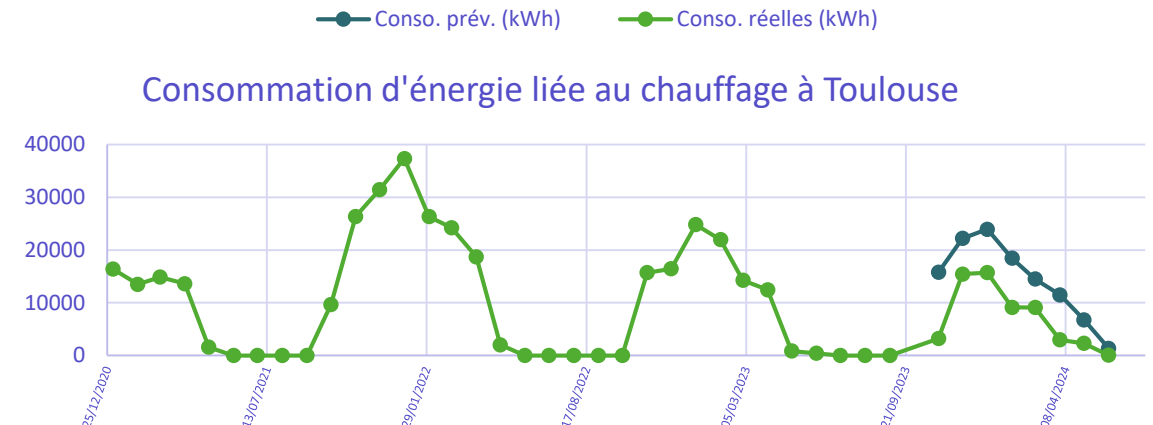
Résultat des actions en termes d'économie d'énergie

Résultat de la mise en veille bâtiminaire



En 2023, 0.12 GWh ont été économisés durant cette période de mise en veille, rapportée aux 6.8 GWh consommés annuellement, cela représente 1.76% d'économie d'énergie

Résultat des actions de pilotage du chauffage



Pistes de travail et d'amélioration

Obstacles

- Mobilisation des agents
- Manque de temps pour l'animation et la participation aux événements

Facilités

- Task force et réseau d'ambassadeurs énergie déjà en place à la suite de la crise énergétique de 2022
- Investissement important pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments (RCU, GTC, Flex office, etc.)
- Maillage territorial avec à chaque fois une stratégie différente pour progresser
- Outils et accompagnements mis à disposition par le concours et les parties prenantes

Piste de travail

- Utiliser l'accompagnement du CEREMA
- Communiquer davantage les résultats
- Créer de réelles équipes pilotes sur la sobriété énergétique et leurs dégager du temps pour remplir cette mission

Ambition

- Maintien des bonnes pratiques sur le long terme
- Elargir le pilotage des énergies (GTC notamment) à d'autres bâtiments



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*



MÉTÉOPOLE TOULOUSE

Eric Emorine

PRESENTATION DE A RECUPERATION DE CHALEUR SUR LA METEOPOLE



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

METEOPOLE

Le site est implanté à Toulouse sur une surface d'environ 45 Ha, il est composé d'une vingtaine de bâtiments dont :

une école,

des résidences,

un gymnase,

un centre de conférence,

un restaurant

Bureaux, laboratoires, ateliers,...



SOURCES DE CHALEUR

Centrale d'énergie

Le chauffage est assuré par des chaudières à gaz. Il est diffusé par un réseau d'eau chaude (60 °C) d'environ 2 km et distribue une vingtaine de bâtiments.

La puissance disponible est d'environ 3,5 MW



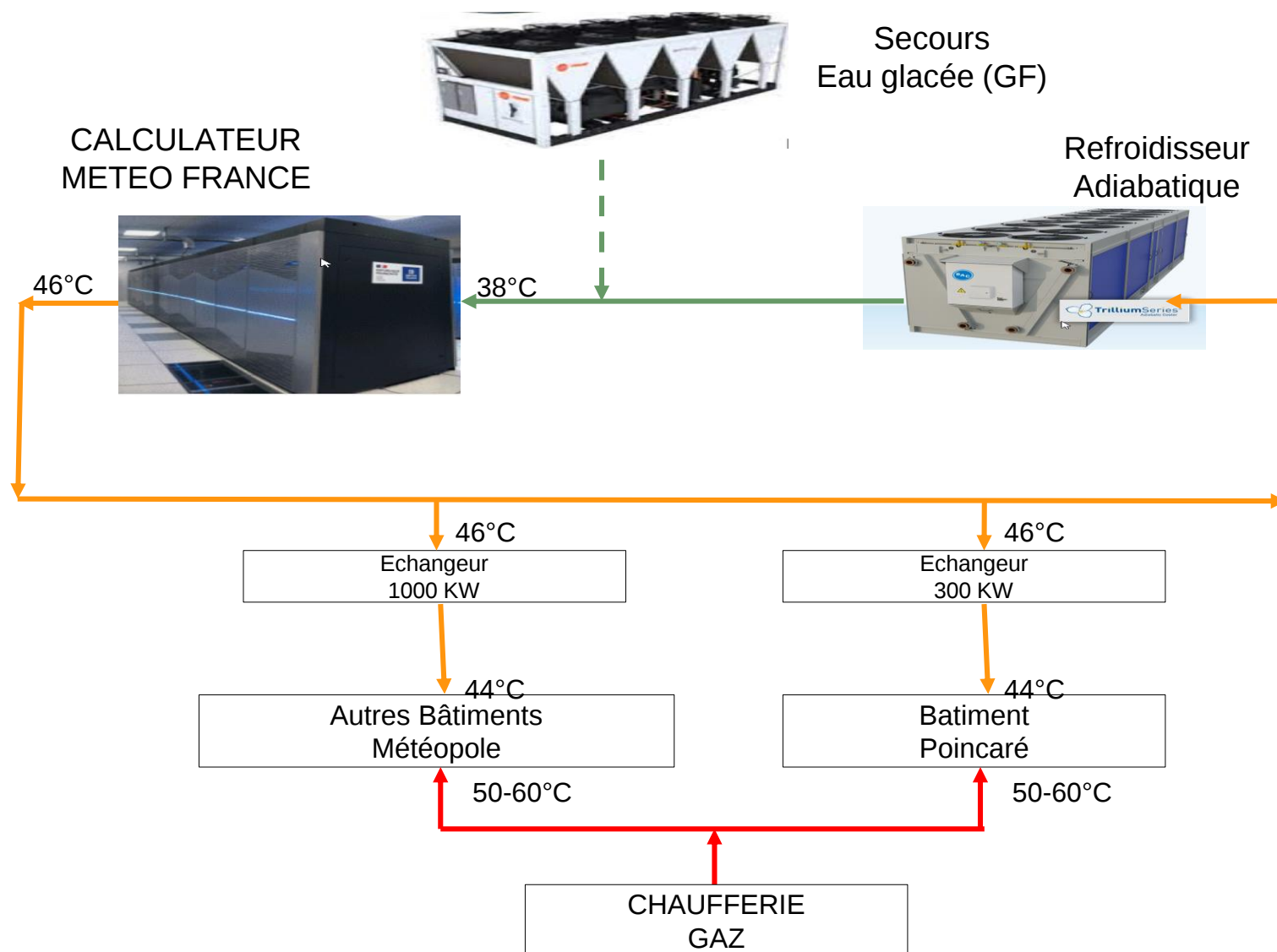
Super Calculateur de la Météopole

Le refroidissement du calculateur est assuré par un circuit d'eau chaude à 38°C en entrée et 46°C en sortie

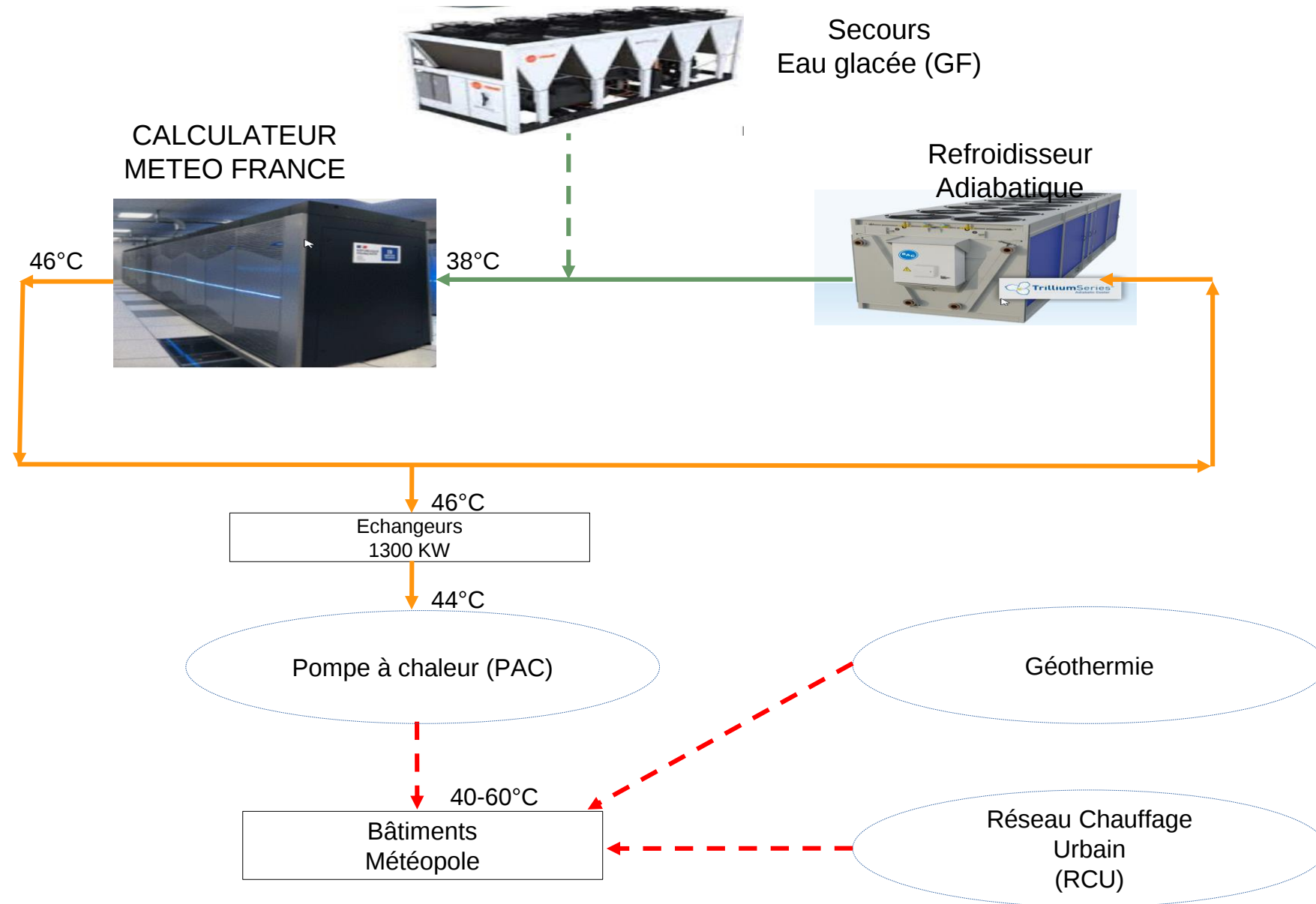
La puissance à dissiper est de l'ordre de 1 MW → énergie fatale



RECUPERATION ENERGIE FATALE EVOLUTION 2023 / 2024



RECUPERATION ENERGIE FATALE
ASSOCIEE AUX ENERGIES RENOUVELABLES (projet 2025)





GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

QUELQUES CHIFFRES

Coût de l'opération récupération de chaleur pour le site : 200 k€ TTC
(2022-2023)

Coût de l'opération pour l'ajout d'une PAC afin d'optimiser l'énergie fatale :
600 k€ TTC
(2024/2025)

Économies constatées environ 50 % soit
environ = 3000 MWh / an

Économies attendue environ 25 % soit
environ = 1500 MWh / an

Soit une économie totale d'environ 4500
MWh / an



GOUVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Merci de votre attention !