



## Conférence technique territoriale

Améliorer la situation dans les bâtiments publics face aux vagues de chaleur et s'adapter au climat de demain

15 Juin 2023



# Sommaire

- ❑ Présentation du Schéma Directeur de l'Énergie (SDE) de la direction du patrimoine et des bâtiments du Département de l'Hérault
- ❑ Présentation de la stratégie de lutte contre l'inconfort d'été dans les collèges
- ❑ Retour d'expérience Collège du CRES
- ❑ Suites à donner

# SDE– éléments de contexte

## □ Crise climatique et énergétique

- Crise climatique liée aux émissions de gaz à effet de serre (consommation d'énergie, énergie grise des matériaux et gaz frigorigènes pour les principaux postes d'émission)
- Crise énergétique contextuelle et structurelle
  - ❖ contextuelle avec la guerre en Ukraine et ses conséquences désastreuses....
  - ❖ structurelle à moyen termes liée à la recherche d'adéquation entre offre et demande d'électricité en France et en Europe

# SDE– éléments de contexte

## ❑ Crise sociale

- Budgets de fonctionnement, qui s'envolent dans tous les secteurs économiques

## ❑ Ces crises accélèrent la nécessité de ...

- décarboner notre société
- de réduire les consommations d'énergie

## ❑ .... pour

- rester en deçà des 1,5 °C
- maîtriser les budgets de fonctionnement et les budgets de réparation de catastrophes climatiques (inondations, tempêtes, incendies, ligne du littoral...)
- Et s'adapter aux changements climatiques et les vagues de chaleur

## SDE– éléments de contexte

□ **Décret tertiaire** et obligation de réduire les consommations d'énergie finale du secteur tertiaire d'ici à 2050 avec pour jalons intermédiaires :

- -40% d'ici à 2030
- -50% d'ici à 2040
- -60% d'ici à 2050

Quelle trajectoire de transition énergétique à prendre?

... au delà des techniques bâtementaires de rénovation et construction à très haute performance, il s'agit d'opérer la transition des modes ... de travailler, de se déplacer, d'habiter, d'aménager....

## SDE – démarche projet

- ❑ Mis en place en 2012, le SDE ambitionne de porter le patrimoine immobilier du Département de l'Hérault sur la route de la transition énergétique et contribuer aux objectifs énergétiques nationaux
- ❑ Création d'un groupe de travail transversal à la direction en 2012 :
  - État des lieux des activités, et analyse des points forts et des points faibles
  - Construction d'un programme d'actions et d'une planification annuelle
  - Mise en œuvre des actions
  - Bilan des actions et démarche d'amélioration continue

# SDE – démarche projet

- ❑ Principales actions mises en œuvre de 2012 à aujourd'hui:
  - Comptabilité énergétique
  - Sobriété des surfaces et regroupement patrimonial
  - Contrats de Performance Energétique (CPE) sous la forme d'un marché global de performance (MGP):
    - ❖ Équipements :
      - ❖ évolution de marchés de maintenance vers un CPE pour les Grands Sites et les collèges
    - ❖ Équipements et bâti :
      - ❖ rénovation du collège du CRES, qui sera, après travaux (réception fin 2023) le premier collège à énergie positive

# SDE – démarche projet

- ❑ Principales actions mises en œuvre de 2012 à aujourd'hui:
  - **Commissionnement** des équipements, comme démarche qualité pour garantir l'objectif de performance énergétique tout au long d'un projet de construction, de la phase programmation aux mises en services des équipements et en exploitation
  - **Actions de sensibilisation** : mise en place d'un réseau des ambassadeurs énergie, plan de sobriété, campagne de communication auprès des agents « un moins, un geste, je m'engage ! »
  - **Centrales photovoltaïques** en autoconsommation collective
  - **Transition numérique** : supervision des sites et création d'un hyperviseur central pour suivi des consommations, du confort et des points de fonctionnement des équipements énergétiques

# SDE – démarche projet

- ❑ Principales actions mises en œuvre de 2012 à aujourd'hui:
  - **Stockage hydrogène** du surplus de production d'électricité verte afin d'optimiser l'indépendance énergétique au réseau électrique (projet SYLFEN à ALCO 2), date prévisionnelle de réception processeur en 2024
  - **Réseaux techniques de chaleur au bois énergie**
    - ❖ Stratégie territoriale : de chaufferies individuelles, il s'agit de faire émerger des réseaux techniques de chaleur dans les territoires de l'Hérault, grâce à la densité thermique des collèges
    - ❖ En cours :
      - ❖ Réseau de chaleur technique alimentant le collège de Ganges et le groupe scolaire voisin; Réseau de chaleur technique alimentant le collège des Aiguerelles à Montpellier et le groupe scolaire voisin; Réseau de chaleur technique alimentant le collège de Cessenon sur Orb et les établissements publics de la commune

# SDE – trajectoire énergie collèges

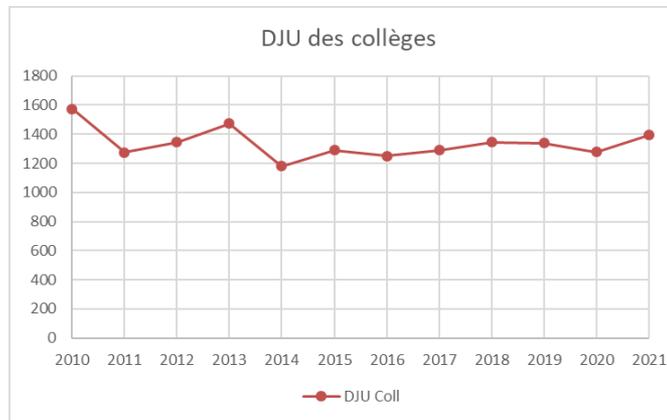
*Données issues de la comptabilité énergétique du SDE*

## □ Situation de référence : année 2010

- 421 310 m<sup>2</sup> pour 76 collèges
- Facture énergétique : 3 075 000 € TTC

année	nb collèges	surface m <sup>2</sup>
2010	76	426 952
2011	76	426 952
2012	76	426 952
2013	76	426 952
2014	77	432 322
2015	77	432 322
2016	77	432 322
2017	77	432 322
2018	77	432 322
2019	77	432 322
2020	77	432 322
2021	77	432 322

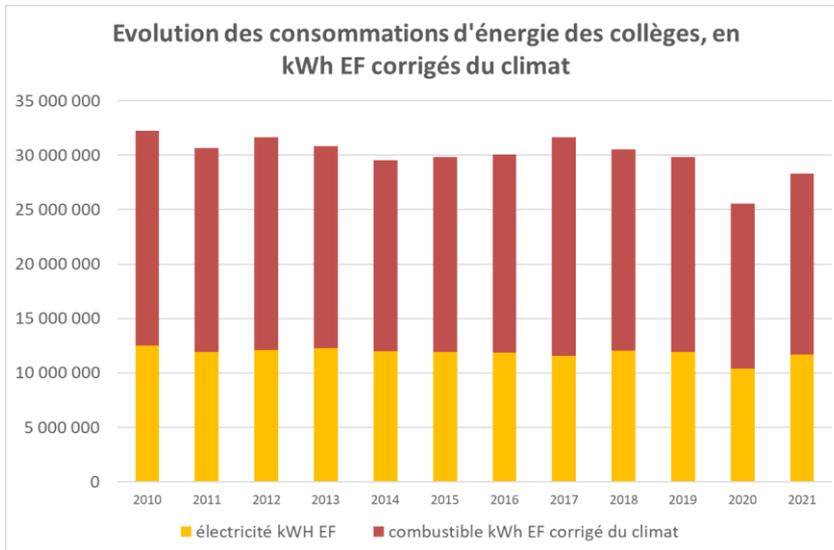
- Consommation énergétique : 34,87 GWh pour DJU réf



- Taux de couverture énergies renouvelables : 0,02%

# SDE – trajectoire énergie des collèges

*Données issues de la comptabilité énergétique du SDE*



28 GWh de consommation d'énergie finale en 2021, avec 60% combustible et 40% élec.

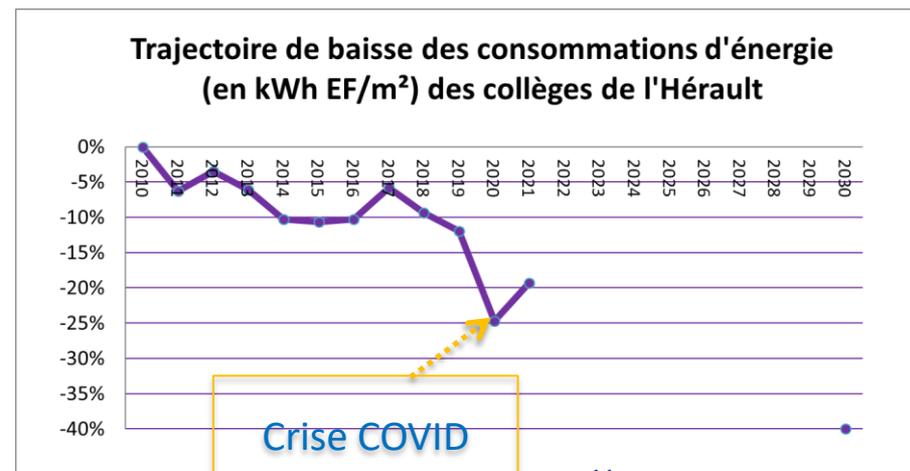
Les 20 % de baisse ont été réalisés sur l'usage du chauffage principalement et donc combustibles, la talon électrique reste lui très stable ... en réflexion pour l'électricité

- Plan de maîtrise de l'électricité
- Développement photovoltaïque

**20% d'économie constatée depuis 2010 en 2021 !**

La trajectoire est enclenchée : réhabilitation, CPE, construction à des niveaux RE2020, transition numérique, etc.

A poursuivre pour - 40% en 2030 et - 60% en 2050



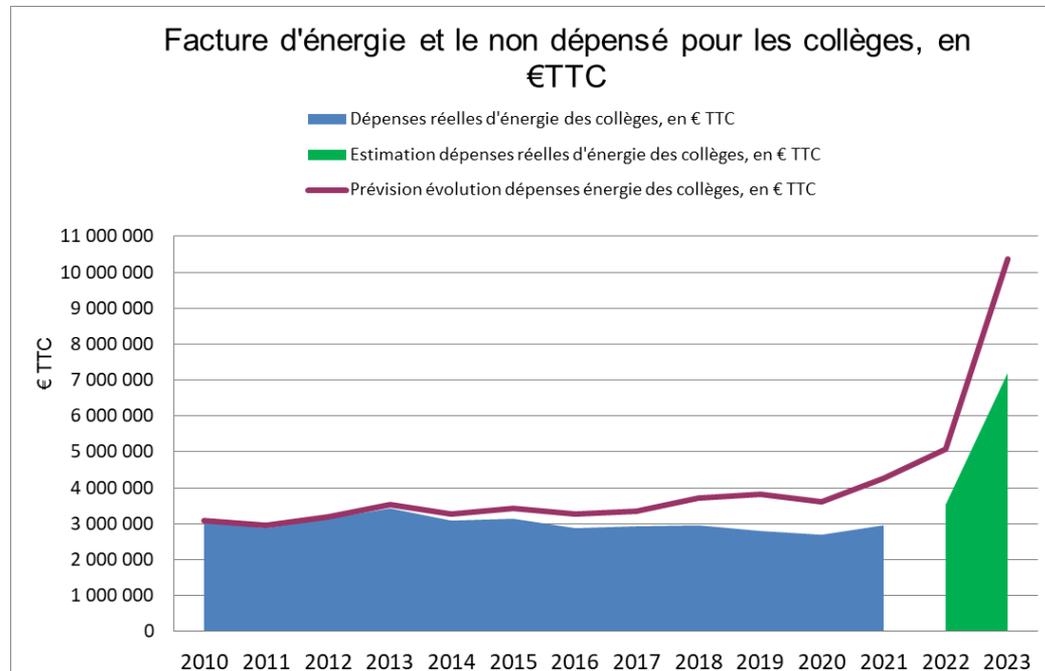
# SDE – trajectoire énergie des collèges

*Données issues de la comptabilité énergétique du SDE*

- ❑ Côté budget de fonctionnement :
  - Dépenses maîtrisées (pavé bleu)
  - Évolution tendancielle (courbe rouge) : dépenses de 2010 figées et variation annuelle tendancielle des dépenses 2010 à partir des surfaces, des indices économiques de l'énergie et des DJU

➤ Estimation du non dépensé à 4 270 000 € TTC entre 2010 et 2021!

➤ Inflation nette pour BP2023 de 4 233 000 € TTC liée à la crise énergétique et financière



# SDE – trajectoire énergie des collèges

- ❑ Objectif : plan d'actions pour atteindre les objectifs du décret tertiaire en agissant sur les 3 axes :
  - **Sobriété** (*l'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas!*) : sensibilisation, éco gestes
  - **Efficacité** (*amélioration de l'efficacité des équipements et du bâtiment*) : à poursuivre sur les usages de l'électricité
  - **Renouvelables** (*en substitution des énergies fossiles*) : développer l'électricité verte avec des centrales photovoltaïques, effacer le gaz fossile avec des pompes à chaleur air ou sur sondes géothermiques

## SDE – trajectoire énergie des collèges

- ❑ En 2021, 23 collèges avaient atteint l'objectif du décret tertiaire de 2030....
- ❑ Mais il faut tenir compte de nouvelles consommations pour répondre aux enjeux de confort : qualité de l'air dans les collèges et confort d'été !
- ❑ À intégrer dans le plan décret tertiaire

# Stratégie confort d'été et énergie dans les collèges

- Évolution du référentiel technique des collèges, suite à l'expérimentation réussie du collège du CRES
  - Objectifs de résultat (confort et consommation) inscrit dans le référentiel, quelque soit la période d'occupation :
    - ❖ **28°C pour 36°C extérieur et garantir d'une différence de 8°C entre intérieur et extérieur (consigne sobre et notion de température glissante)**
    - ❖ **15 kWh EP/m<sup>2</sup>/an maximum pour la production de froid**
    - ❖ **Rester en dessous de 1000 ppm de CO<sub>2</sub> pour la QAI (Qualité Air Intérieur)**
  - Objectif de moyens : réalisation de SED et STD comme outil d'aide à la décision
  - Fixation des hypothèses (données d'entrée) pour les simulations dynamiques

# Stratégie confort d'été et énergie dans les collèges

## □ Objectifs de moyens : réaliser des SED et STD

- une SED 1 et STD 1 validant **la situation de référence et le confort d'été avant travaux**. Les données de sorties sont :
  - ❖ nombre d'heures (nbh1) pendant lesquelles la température intérieure est supérieure à 28°C
  - ❖ Besoin en frigorie annuel (bf1)
- une SED 2 et STD 2 validant les **solutions techniques de l'enveloppe (occultation, inertie et isolation)**. Les données de sortie sont :
  - ❖ Nbh2 et bf2

*Nota : pour le neuf, la première SED 2 permet d'évaluer le côté bioclimatisme du projet*

# Stratégie confort d'été et énergie dans les collèges

## □ Objectifs de moyens : réaliser des SED et STD

- une SED 3 et STD 3 validant les **solutions techniques de rafraîchissement sans production de frigorie active** (sur ventilation nocturne, le free-cooling, caisson adiabatique, BSO mobiles, etc.). Les données de sortie sont :

- ❖ Nbh3 et bf3

- une SED 4 et STD 4 validant le confort d'été et les **besoins en frigorie**. Les données de sortie sont :

- ❖ nbh4=0 et bf4 < 15 kWh EP

- ❖ Etant entendu que :

$$nbh1 > nbh2 > nbh3 > nbh4 = 0$$

$$Bf1 > bf2 > bf3 > bf4, \text{ bf4 pouvant être égal à 0 et obligatoirement inférieur à } 15 \text{ kWh EP/m}^2/\text{an}$$

# Stratégie confort d'été et énergie dans les collèges

## □ hypothèses pour les simulations dynamiques

- Fichier météo canicule
- Données liées à l'usage :
  - ❖ Consignes de température hiver et été et périodes contractuelles avec DJU/DJC de référence (ainsi que les consignes de réduit et d'hors gel)
  - ❖ Consigne pour qualité de l'air
  - ❖ Planning et horaires d'occupation par type d'usage des locaux
  - ❖ Apports internes : effectifs (chaleur sensible et latente), listing matériels par local (bureautique, éclairage, etc.)

# Stratégie confort d'été et énergie dans les collèges

- ❑ Anticiper les outils de suivi de la performance et du confort
  - protocole de mesure et vérification avec notamment :
    - ❖ Plan de comptage énergie
    - ❖ Sondes de température et qualité de l'air
  - Équipements et capteurs connectés à la supervision pour détecter au plus tôt les dérives et apporter des solutions correctives
- ❑ Fixer des pénalités financières pour non atteinte :
  - du confort (en premier lieu)
  - de la performance (en deuxième lieu)

# REX Collège LE CRES

## □ Rénovation du collège du CRES

- Contrat de Performance énergétique passé sous la forme d'un dialogue compétitif, car :
  - ❖ Niveaux de performance à atteindre connus et ... ambitieux !
  - ❖ Coconstruire les solutions techniques durant les séances de dialogue (seul le RC est intangible)
  - ❖ Confier la totalité de la chaîne de responsabilités à un même groupement entre la situation de référence et la situation après travaux rassemblant concepteurs, entreprises travaux et exploitant ainsi que le pilotage des installations et plan d'information / sensibilisation
  
- Association d'un AMO multi compétences : architecturale, technique et juridique

# REX Collège LE CRES

- ❑ Nécessité de caractériser la situation de référence :
  - Qualification confort : température, qualité de l'air, luminosité et acoustique
  - Validation des niveaux de consommation aux compteurs généraux et par usage
  - Audit tout corps d'état et énergie : des abords, des enveloppes bâti, des équipements et des usages
  
- ❑ Le collège du CRES, c'est :
  - Collège de 7 794 m<sup>2</sup>, construit en 1974 , 709 élevés en 2016
  - Pas énergivore avec 73 kWh EF/m<sup>2</sup> contre 69 kWh/m<sup>2</sup> pour le décret tertiaire 2030, mais de gros problèmes d'inconfort : chaleur intenable dès le mois de mai et également en septembre, pas d'équipements de ventilation et odeurs
  - Collège vétuste, amianté, avec des non conformités électriques et problèmes de fonctionnalités à résoudre (hall, demi-pension, CDI, etc.)

# REX Collège LE CRES

## ❑ Objectifs performanciers fixés

### ➤ Performance énergétique

- ❖ 50% de baisse des consommations d'énergie primaire
- ❖ 80% de la consommation en énergie primaire couverte par des énergies renouvelables

### ➤ Etanchéité à l'air

- ❖ Engagement sur une valeur d'indice Q4 de perméabilité à l'air sous 4 Pascals ( $m^3/h.m^2$  à 4 Pa)

### ➤ Qualité de l'air intérieur

- ❖ 1000 ppm et tolérance jusqu'à 1300 ppm maxi

# REX Collège LE CRES

## □ Objectifs performanciers

### ➤ Confort d'été

❖ Ne pas dépasser 28°C en intérieur quelque soit la période de fonctionnement jusqu'à 36°C extérieur, au delà garantir une différence de 8° C entre intérieur et extérieur

❖ Ne pas dépasser 15 kWh EP/m<sup>2</sup>/an

### ➤ Confort acoustique

### ➤ Confort visuel et respecter à minima les niveaux d'éclairage suivants :

❖ Classes et bureaux : 300 lux au niveau du plan utile; Circulations : 100 lux; Hall d'accueil : 200 lux; Sanitaires : 200 lux et Locaux techniques : 200 lux

# REX Collège LE CRES

## ❑ Objectifs performanciers

- Aménagements paysagers, engagements sur :
  - ❖ Surface végétalisée en pleine terre
  - ❖ Surface artificielle drainante
  - ❖ Surface artificielle non drainante

Nota : l'acceptation de ces objectifs performanciers se font :

- soit à l'acceptation du programme travaux : étanchéité à l'air, confort acoustique, confort visuel et aménagements extérieurs)
- soit en fonctionnent : température, QAI, performance énergétique

# REX Collège LE CRES

- ❑ Contrat notifié en février 2020, au mandataire EGM
  - Réception programme travaux au 31/12/2023
  - Durée exploitation maintenance 6 ans, avec une phase pré exploitation (date de notification à réception des travaux) et phase exploitation (réception de s travaux à fin de contrat)
  
- ❑ Les principaux engagements après travaux :
  - 52% réduction des consommations en énergie primaire (malgré l'ajout de nouvelles consommations pour la ventilation mécanique et le confort d'été)
  - 72 % de couverture en énergies renouvelable pour le chauffage (18 sondes géothermiques)
  - 2,24 kWh EP/m<sup>2</sup>/an pour rester en deçà des 28°C quelque soit la période d'occupation
  - Collège à énergie positive (sur le compteur général) avec 210 kWc de panneaux photovoltaïques installés

# REX Collège LE CRES

## Premier collège à énergie positive de l'Hérault après travaux

Énergies  
soutirées des  
réseaux



ault

En énergies finales	Gaz chauffage (MWH EF/ an)	Gaz ECS (MWH EF/ an)	Gaz autres usages (logement gardien) (MWH EF/ an)	Total Gaz (MWH EF/ an)	Electricité soutirée (MWH EF/ an)	Electricité photovoltaïque auto consommée (MWH EF/ an)	Total de l'électricité consommée (MWH EF/ an)	Surplus Electricité photovoltaïque injectée (MWH EF/ an)	Consommation totale en énergie finale sur site	Consommation totale en énergie finale sur site - électricité autoconsommée	Consommation totale en énergie finale - autoconsommation PV - réinjection PV
situation de référence	325,00	5,00	14,00	<b>344,00</b>	136,53		<b>136,53</b>		<b>480,53</b>	<b>480,53</b>	<b>480,53</b>
Cibles de consommation	26,13	4,50	14,00	<b>44,63</b>	111,55	76,07	<b>187,62</b>	196,55	<b>232,26</b>	<b>156,19</b>	<b>-40,37</b>
Engagement de réduction (en %)	-92%	-10%	0%	<b>-87%</b>	-18%		<b>37%</b>		-52%	-67%	-108%

Consommation  
du collège

Énergies  
soutirées et  
injectées dans  
réseaux

# REX Collège LE CRES

Montant de l'opération	€ HT
MOE	746 655
TRAVAUX	6 796 199
EXPLOITATION /MAINTENANCE	181 710
<b>TOTAL</b>	<b>7 724 565</b>

Dont montant travaux dédiés à la performance énergétique

€ HT travaux performance énergétique seuls	
Travaux génie climatique	1 540 113
Régulation	247 441
Travaux enveloppe extérieure	1 383 230
Installation photovoltaïque	306 683
<b>TOTAL</b>	<b>3 477 467</b>

## Zoom travaux génie climatique :

- primaire : PAC O/O réversible de 145 kW avec 18 sondes géothermiques de 150 mètres de profondeur et chaudière gaz à condensation de 220 kW
- création d'un réseau de ventilation avec CTA double flux et batteries chaude et froide
- reprise distribution hydraulique, régulation et radiateurs à basse température

# REX Collège LE CRES

Montant de l'opération		€ HT	€ HT	€ HT durée marché
MOE	conception	318 674,00		
	suivi Réalisation	416 240,30		
	Réception des travaux	11 740,77	<b>746 655,07</b>	
TRAVAUX	Aménagements extérieurs	814 373,02		
	Travaux enveloppe extérieure	1 383 229,61		
	Travaux intérieurs	1 079 403,00		
	Réaménagements fonctionnels	1 317 109,23		
	Autres - amiante	107 847,40		
	Travaux génie climatique	1 540 112,82		
	Régulation	247 441,00		
	Installation photovoltaïque	306 683,33	<b>6 796 199,41</b>	
EXPLOITATION MAINTENANCE	pre exploitation P2 par an	17 934,18		
	pre exploitation P3 par an	4 066,55	22 000,73	<b>66 002,19</b>
	exploitation P2 par an	34 973,60		
	exploitation P3 par an	3 595,80	38 569,40	<b>115 708,20</b>

Vigilance sur acceptation des niveaux de consommations et paramètre de confort en phase fonctionnement !

Le montant exploitation maintenance ne pèse que 2,35% du prix global....

	€ HT
MOE	<b>746 655</b>
TRAVAUX	<b>6 796 199</b>
EXPLOITATION /MAINTENANCE	<b>181 710</b>
TOTAL	7 724 565

# Suites à donner

- ❑ Depuis... décision de réhabiliter 3 autres collèges sur la base du MGP du collège du CRES : SAINT GELY DU FESC, SAINT CLEMENT DE RIVIERE et LES GARRIGUES à MONTPELLIER
- ❑ Côté construction de collèges
  - Dernier collège livré (septembre 2022) avec caisson adiabatique dans CTA sur la reprise et détente directe pour la batterie froide (car alimenté par un réseau de chaleur)
  - 2 collèges en phase conception :
    - ❖ Collège de Maraussan : Sondes géothermiques et PAC réversible
    - ❖ Collège Juvignac : Réseau de chaleur et groupe froid R/O pour alimenter les batteries froides des CTA
- ❑ En 2022, 81 collèges avec des niveaux de confort différents... et pour harmoniser le confort, cela coûterait ... plus de 100 000 000 € HT travaux !

MERCI POUR VOTRE ATTENTION  
ET A VOTRE DISPOSITION POUR  
TOUT RENSEIGNEMENT ET  
PARTAGE DE DOCUMENTS

[ccanale@herault.fr](mailto:ccanale@herault.fr)