

envirobat bdm



Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

COLLOQUE

Réhabiliter durable 2025

CREBA
5^e COLLOQUE NATIONAL

21 NOVEMBRE 2025

MARSEILLE

RÉPARONS NOS VILLES



CONSTRUIT
80%

LA VILLE
DE 2050

À
CONSTRUIRE

MINISTÈRE
DE L'AMÉNAGEMENT
DU TERRITOIRE ET DE
LA DÉVELOPPEMENT
LOGEMENT, TRANSPORTS
RURALITE, VILLE
Liberté
Égalité
Fraternité



ACT'EE | Programme financé par



Les certificats d'économies d'énergie

REX RENOVATION ENERGETIQUE ECOLE DE BONNIEUX

Reprendre un projet en cours, en site occupé, tout en l'optimisant...

RÉPARONS NOS VILLES

VENDREDI 21 NOVEMBRE 2025 À MARSEILLE



- Laetitia Montpellaz

MOE

Ingénierie fluides et qualité environnementale



- Sylvie Siegel

MOE

Diplômée d'état en architecture



- Mathias Meignan

Assistant à maîtrise d'ouvrage

Ingénieur territorial



Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

envirobatbdm



ACT'EE | Programme financé par



Les certificats d'économies d'énergie

LES INTERVENANTS

Maitre d'ouvrage



Entreprise de CVC



Entreprise de chaux chanvre

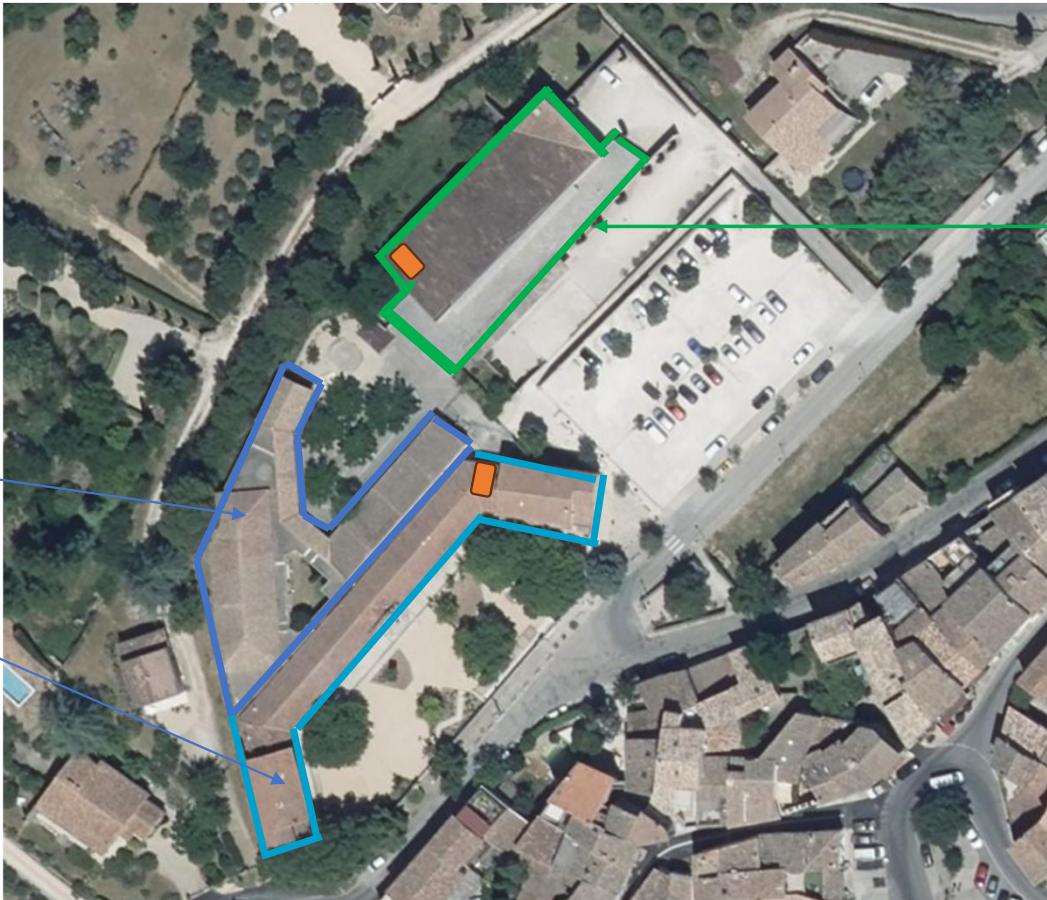


1. Présentation de l'existant

T ; n#pj£ }h# a#nfiin }n#
Ekafin#bjn ; #n%

T ; n#pj£ }h#fiv avn
Eloï . #''^n flvrj h%

Chaudage : fioul



B avfE ; #l · #fvfn#h#ln#h# · }·fn#
a"nj#fla}n#ln#~ ~ #nfflE i ; nfl
B A2 . #a# vi }£ tur > · n#la}n#ln#
la; fhn# · fna · #n#M£fltn

Chaudage : PAC (+ gaz)

CONTEXTE

- £ ; ; vn · ... # j£ ~ ~ · ; n#aluofn ; tñ# · #Mafij# a‡· fin }#otv£ ; a}# · #A· inff£ ;
% luofn ; tñ# · #Infi'vn#Q20 2A#Qnf'vn# ðj£ ; £ ~ vnf# · fai }nf#n ; #
A· inff£ ; %
⇒ % ffiMla ; jn#mju ; v · n#£ · f#nf#bj£ ; £ ~ vnf# ð ; nft vn
Qvn#l£ · ~ v# · #lojfn##nfavfn# # # ~ # E/
Mofix r#fin# - 7



PROJET

0 ojafii £ ; ; nf#nf# · £ lnf#n#ua · satn
. fbnf# ; #dfna · #n#ua}n · fi
Pol · vnf#nf#f£ ; fl£ ~ ~ a‡£ ; f# ð ; nft vn
0 o"n}£ « « nf#nf# ; nft vnf#n ; £ · "n }ai }nf# ð ; £ ~ « fif#MY#n ; # ~ ifirfinf#%
% ~ o }£finf#n#£ ; £ fin# ð ;
% ~ o }£finf#n# · a }o#n#av#n# tofin · f# E ..%

⇒ . £ ; jn"£ v# ; #MPE ?2S# AE - % A



Sf'a" a · ..#ln#lofv «nfi oai vlate ; ¾in"oto ta}late ; ln#at#f · fi

"~" "D" ~" • #•• . l v#; i n f t o t v . n #•# a x f i n h l Ø . " f i n # f ; s o f t # ; # n f - 2 S

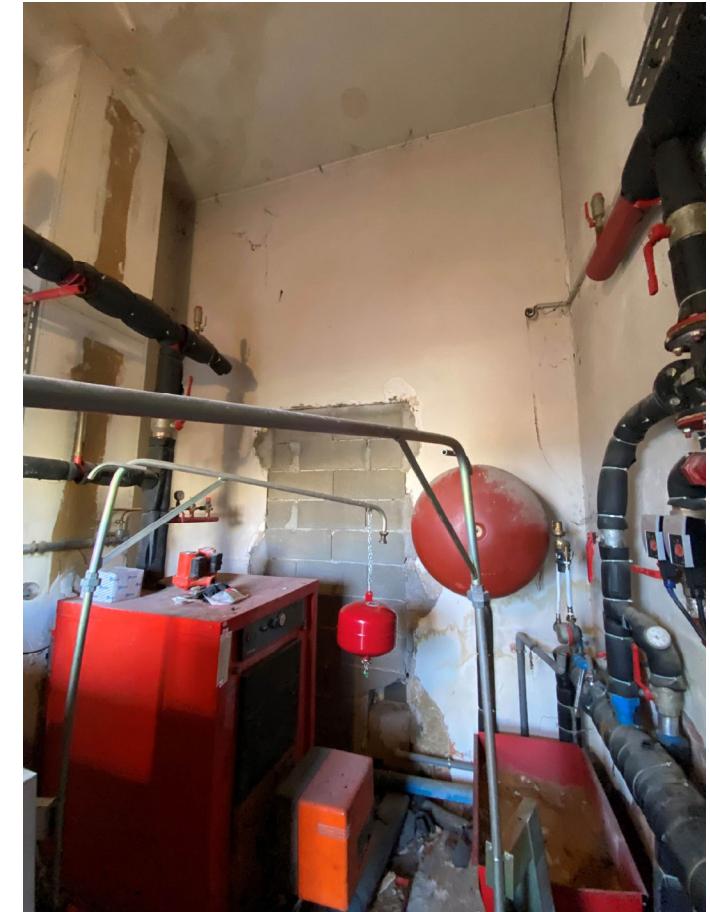
Sf'a" a · ... # fibj£ ; fl of fl #

- Posnj †€ ; #n# a# f€ l · j †€ ; #n# f€ l #n# a# A2 .
 - Posnj †€ ; #n# a# f€ l · j †€ ; #n# ua · l #n# Øj€ }n# "nj# fba †€ ; #Ø ; n# ua · s# fin# f v# h# ; #f fha · #n# ua h · f# nf# a# A2 . #€ · f# a# v# h# ua · l #h# h~ « }ajn~ n ; #n# a# % . #a# f€ « a ; n# ; #ua · l #j# t · n }h~ n ; #
 - Mv€ t at n# nf# al va# n · ff# af# nf# p# nf# unfi- f fl# a# v · nf# f€ ; ; nj# onfl
 - Pn~ « }ajn~ n ; #n# nf# n ; · v# ln# in# fl
 - f€ ja# € ; #n# - ff# h ; #v# nf# af# ~ #j~ #av# n# n# nf# in#
 - B v# ln# h ; # }ajn# Ø ; n# n ; #ja# € ; #€ · i }n# }...# a ; f# Øj€ }n

⇒ $P_0 f_{\text{ln}} \frac{\partial}{\partial t} f_{\text{ln}} + P_0 f_{\text{ln}}^2 = 0$. $\int_0^T P_0 f_{\text{ln}}^2 dt = 0$ $\Rightarrow P_0 f_{\text{ln}} = 0$



% #n; #E; #; ; #.l v#; nft o#; .n# #fl#; af#; ; #.l v#; nju; v .n# v#; n# t f#f#; ; #n; v;



... à fl·vn lð ; a<<n>1&#s;finlv; si·j‡·n·...~ n‡a;‡n; a"ai;‡lnfl~ a; > ·n~ n; #lla;fl h lfflvnfiln jf; fl· }‡‡‡ ;
fbaxflo «afiAn -2S [n‡e à fl·vn lð ;n jf; jn<‡‡ ; aiffm·fh‡a ~ vflv ; ln jn -2S a o‡o fl‡‡ «on‡

Pn<finh lð ;n ~ vflv ; ln ~ avfinh lð · "fn a· fl‡aln 0 . 2 n; ·ftn; jn‡a <ffl · j‡‡ ; lða · t }ajon ln à flajh
ln fk;nj‡ajh nf‡n; sv ln "vn‡« }·fl > ·ð jf~ <finfln·f‡" > ·v‡; j‡‡ ; in È‡ «afl ln <fflvinh ln jua;t nfi
·;v ·n~ n; ‡jn‡o> ·v~ n~ n; ‡‡‡ ·filnfl > ·nfl‡‡ ; fl ln lfflvnfil‡vnl‡n‡jua ·lvrfl s‡ · }ivn; sa‡‡ ·on‡ 1

3juoa; jnfl‡fl · i"n; ‡‡‡ ; fl

1



O · n} · nfl vj f uofn ; jnfl "vfl i hfl lfla ; fl > · n jn} a fl v n..ua · fl v ln ; "fvj v hfl « fm jv a hfl fn h"onfl ø

- Q · fil v n ; fl e ; ; n ~ n ; t « ff iai h ln a jua · sfin i fvl
- 0 f · t fl · fi } a ~ vln n ; « }ajn lð ; fl v e } h ln · fil ð ; ic v n ; t n .. vfl a ; t loi · t l · fl rj h
- Q · fil v n ; fl e ; ; n ~ n ; t ln a "n ; tva t f ; l f · i h s ... n t **lnfl jfi» tsv fl · sfla ; t**
- **8 S-** ff « f ; ofn · fl h l e } a s v l ff « **fl « ufl tv · on** n t > · v ; n « fn ; l « afl n ; jf ~ « t n hfl o > · v n ~ n ; fl l n "n ; tva t f ; > · vfl nf f ; t « f · fia ; t hflo } o ~ n ; t l j bfl l n a « nfif fia ; jn o ; nft o t v · n l · « ff { n t
- Pn « ffn l n fo fna · ... v · t v nle } a B A2 . **t lvs fl · fl** ; n « nfif n #a ; t « afl l a #nv lfn · ; jf ; sff t unfi v · n

. nfifav fffia "a · ... ff ; #m · t vnf h #l a · #inf#ai fl } · ~ n ; #o jnf fl av inf n ff ; #af#o jfim ff f ta ~ ~ n ; #fl · ffa #B A2 . #n #a #nf t f ; #L n #a #n ; tva t f ; #n #a #la } n #f f "a } h ; t n i

- **B n ; · vhf in MY.** n t fl ff n fl v t ofin · fl l o jfim fl

Sfia "a · ... ff d ft n ; jn # ; #t o #ba } fl of ff f · f # n #in # ; # }ajn # ; n #jua · l vfn # a' #ff « a ; n #a #B A2 . #ff ; lfn # ; # jf ~ « t n #n # f · "n #m "nfl vfl n ~ n ; # · vfl nfi "vfa #ln #h jf · ff l

Å 7% P2 B 2T [%Y2. BE CQμ

QE A1& 1·P1 a nsnj‡·o · ; Å0 %8 ¼MPE 8 P% B B 2μ «f·fi fn"fxvi jnf‡avfl afk«nj‡l 1· «fi {n‡
fnl v n; fl‡; i n~ n; †jua·snfin i f‡flfnl v n; fl‡; i n~ n; †"n; †va‡‡; †fnlosv‡‡; †ia"a·...B A2 . †B

Anfl £ « fv flaf £ ; flfba } flonfl £ ; † « nfi- vlln « f £ « f hfin ; « } fl

• £ ; ſEf#lšø

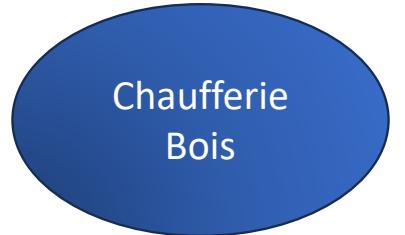
0 nfl ifiaffln · ffl lāvila ; fl }øjf }n
T ; n a · # ~ a # flat # ; l n f l f l # f h f l e }øf l t â f l # f f n f l n ... f o f i n · f f l
. S% # unfi ~ f l % ; j a ~ v · n l a ; f l }n f l i a f f l n

. £ ; ſeſt ſunfi v . n n † tav o ; nft o † v . n

% ~ o } £ f a t £ ; l · j f ; £ f # t u n f i r v · n l · f l £ . s s a t n l a ; f l } a B A 2 .

2. Programmation-conception de la rénovation

Étape 1 Redimensionner la chaufferie bois: calcul selon la norme



Aa#~ £1 o }la t€ ; #1 #hif# a}j · }#E ; ##ba }lof# "n j#n#t vjn }M }ovalnf#L ã_T - %



Pofl· }a#Hl v~ n; fñ€ ; i n~ n; #En~ «ofa†· fn#l n#l afñ#la ; fñ# a« «ff#H# #fjo ; afñfñ#fñ€ · f#° . #uvnif#4' , # . #tø

	Ecole	Mlec
Résultat Déperdition	112.33 kW	156.07 kW
Climatisation	-	150.98 kW

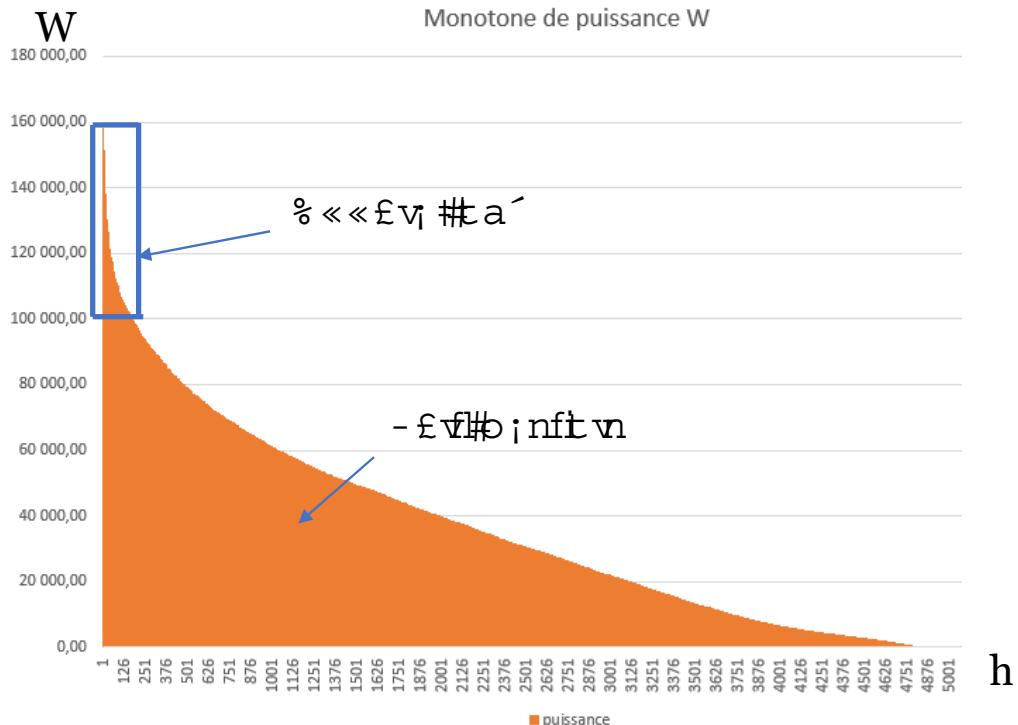
Total: 268 kW

Étape 1: Redimensionner la chaufferie bois avec une STD (simulation thermique dynamique)

Pofl. }atfla « n }n# · vfla ; jn#un · fn#fltv of# af#vflv ; n#lv · ja#f ; #unfr v · n#
1% ; a~ v · n#M j } a ; #hfl#jo ; af#f#l#jj · « a#f ; #n#n ; #a#f ; #n#n ~ « ofa# · fin



Chaufferie
Bois



1^{er} BET

2 chaudières bois total 250 kW+

2 chaudières gaz total 250 kW = 500 kW

2^{ème} BET à la rescousse !

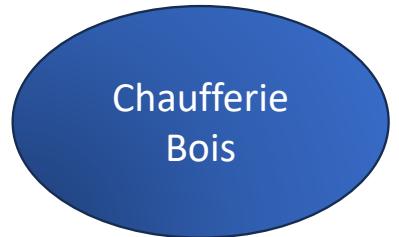
2 chaudières bois 50 kW+

1 chaudière gaz 130 kW = 230 kW

= mieux pour le porte monnaie, mieux pour la chaudière bois et surtout 1^{er} projet infaisable

⚠ % #n ; #f ; #h#DSO #fl# ; n# vfl# ; #
j#~ < b~ n ; tavn

Étape 1: Redimensionner la chaufferie bois avec une STD (simulation thermique dynamique)



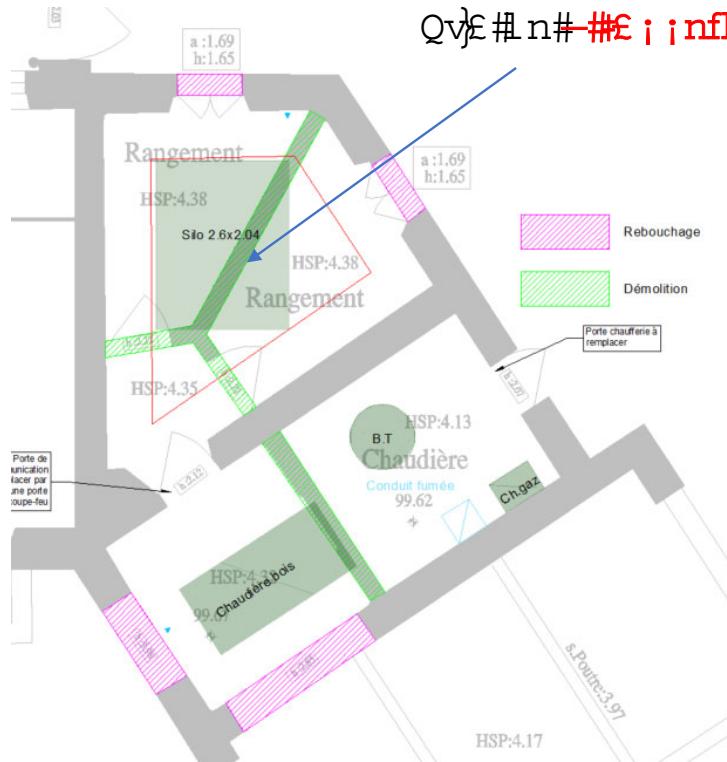
Chaufferie Bois



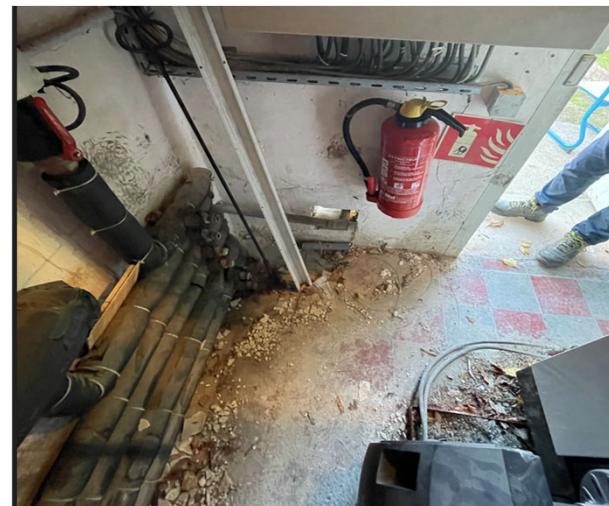
% #n; #f; ø)aQS0 nflt·; n~ vflf; jf~ «þ~ n; þavñ
2 }n ln~ a;lñl· #n~ «flëba}la#f; nþojuatnf½
2 }n ln~ a;lñ ·; n;tatn~ n; f~ ··f·n}Enflfjo;afifflfvn;þpþin "a}lof
«afi}nB E %½

Étape 2

Définir l'implantation de la chaufferie bois et du silo avec les contraintes d'approvisionnement, d'entretien maintenance, etc.

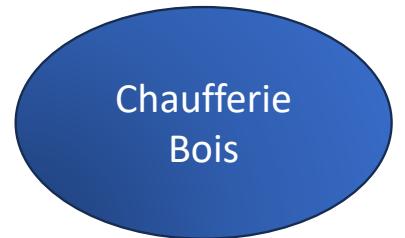


Chaufferie Bois

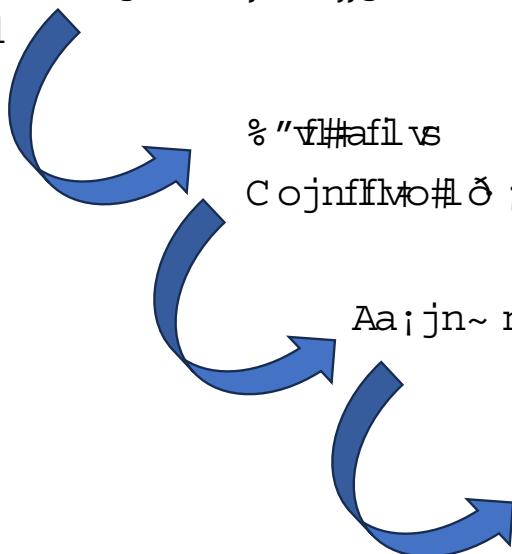


Étape 2

Définir l'implantation de la chaufferie bois et du silo avec les contraintes d'approvisionnement, d'entretien maintenance, etc.



% "vfil vs
Cojnflflmōõ ;n#t·ln#of nju;v ·n



Résultat en début de chantier = micropieux!

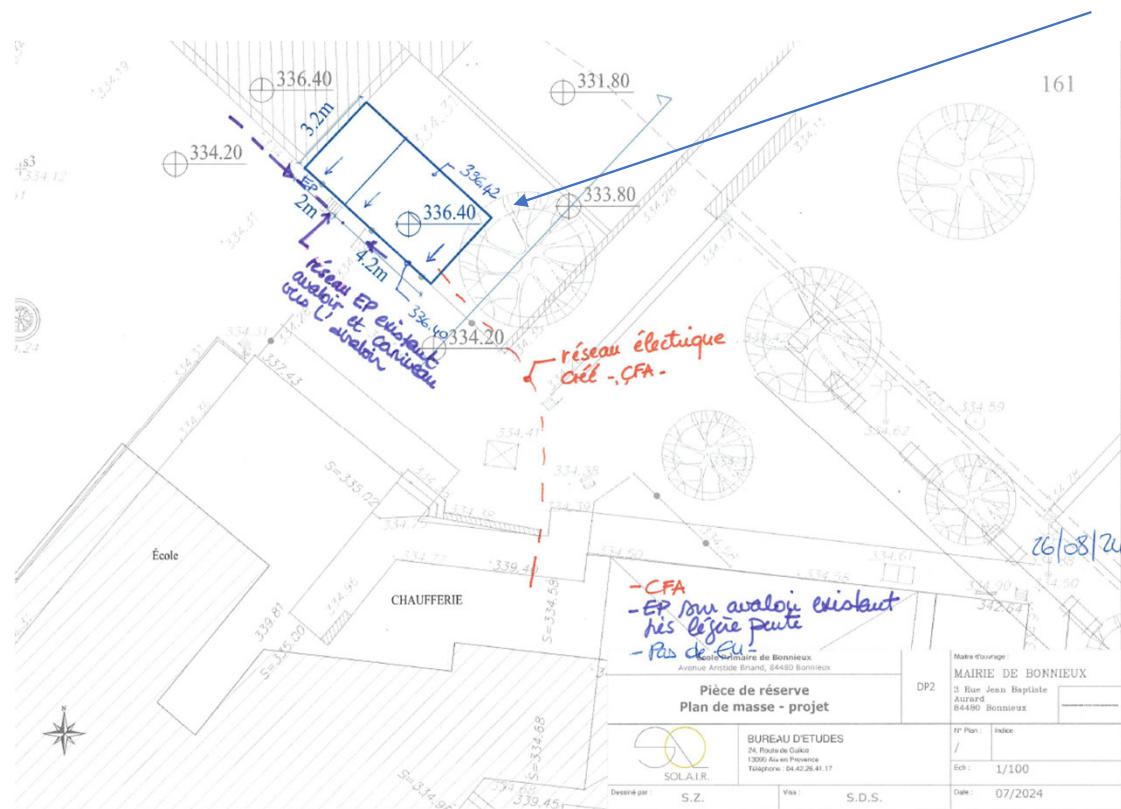


Maflln jf~ «o;n;jnflflfi·j‡·fn a· fny l· tff· «n~ n;‡

Étape 3

En urgence trouver une solution alors que les VISA et les commandes sont en cours

DP avec un projet en secteur ABF



Chaufferie
Bois

. fba†€ i †ð i †fve#lo<ffito



Chaufferie
Bois



DCE1: pas d'implantation, pas de réservation, débit de 9000 m³/h, 3CTA pour un effectif de l'école de 180 élèves maximum

Pas de place en faux plafond, voire pas de faux plafond, pas de possibilité de faire du double flux réparti (dans partie ancienne). Simple flux en insufflation cela demande de tout revoir...

Peu de toiture terrasse / une toiture tuile ancienne auquel on ne veut pas toucher....

Pas de locaux techniques disponibles en intérieures

Ventilation
double flux



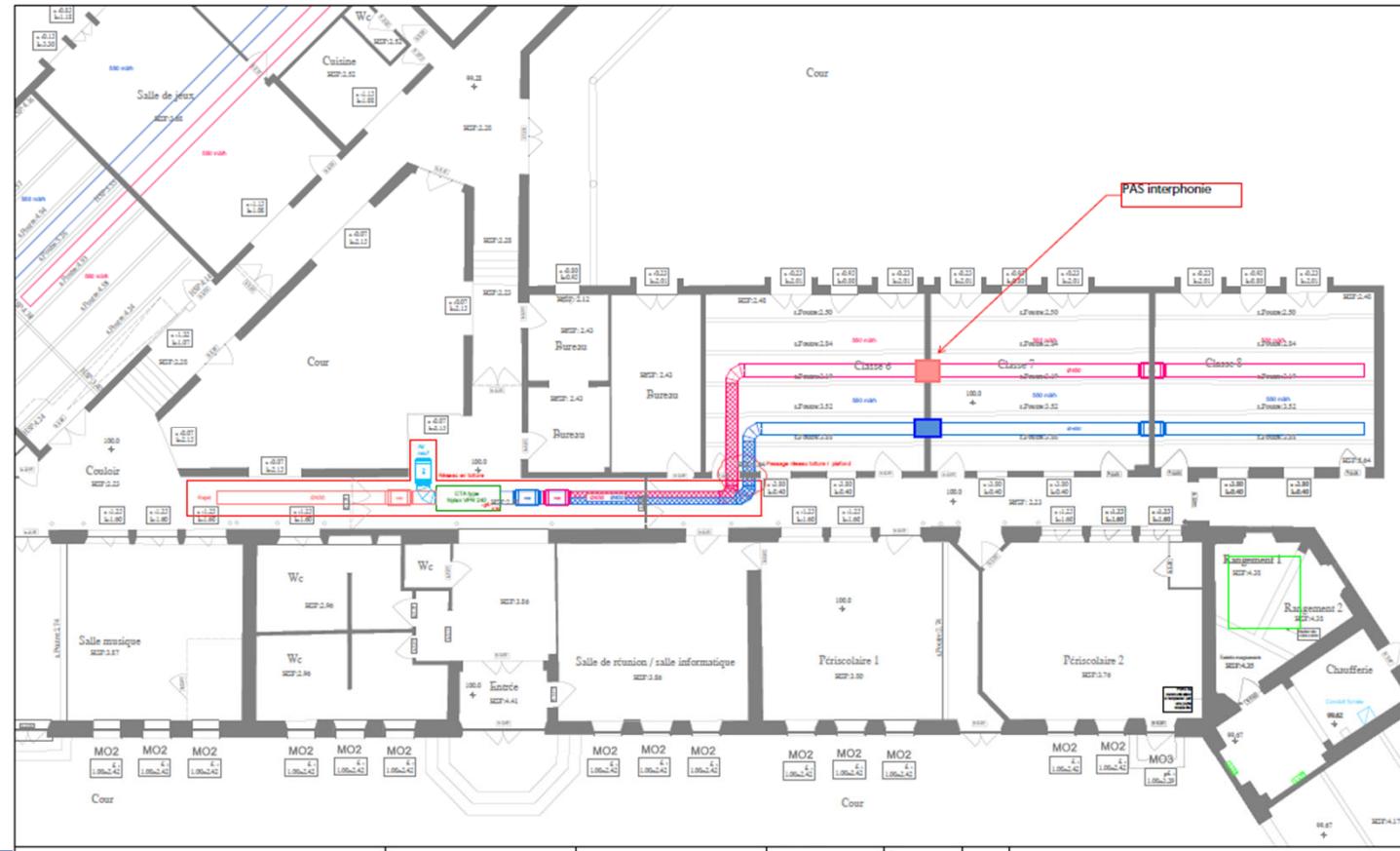
Les CTA doivent être positionnées à 80cm de l'étanchéité et mesure environ 1,5m soit une émergence de 2,3m.



Suppression de cette prestation dans la partie début du siècle: locaux à occupation intermittente

Ventilation apparente et en ligne car pas de place en faux plafond

Ventilation double flux



Débits RSD (18
m³/h/personnes)

Même une ventilation
répartie ou SF
difficilement réalisable
sans travaux très lourd
sur la partie ancienne

Ventilation
double flux



Multitude de configurations et d'interaction (panneaux acoustiques, luminaires, faux plafond, réservations, acoustiques...)



merci à la caméra 360° qui permet de voir tous les détails



Gaines apparentes filantes avec pièges à sons entre locaux.

Le maître d'ouvrage n'avait pas conscience que les gaines passeraient en apparent. Souhait de stopper le chantier une fois les trous réalisés, à une semaine de la rentrée scolaire!



Un linteau non vu qui a modifié la conception prévue en pleine phase de chantier alors qu'on est sur des gaines sur mesure en ligne....

+ salle de motricité entre les rampants, les radiateurs, le mur d'escalade, les différences de niveau, ventilation abandonnée en chantier....

 Aucunes coupes sur l'école disponibles pour les études

Pas de compétence structure dans l'équipe



Etanchéité toiture non prévue dans l'opération, mais prévue par ailleurs en direct par le MOA.

Mauvais timing

Réhausse des CTA bien prise en compte mais pas des gaines
(problématique de pose au-dessus de 40 cm)



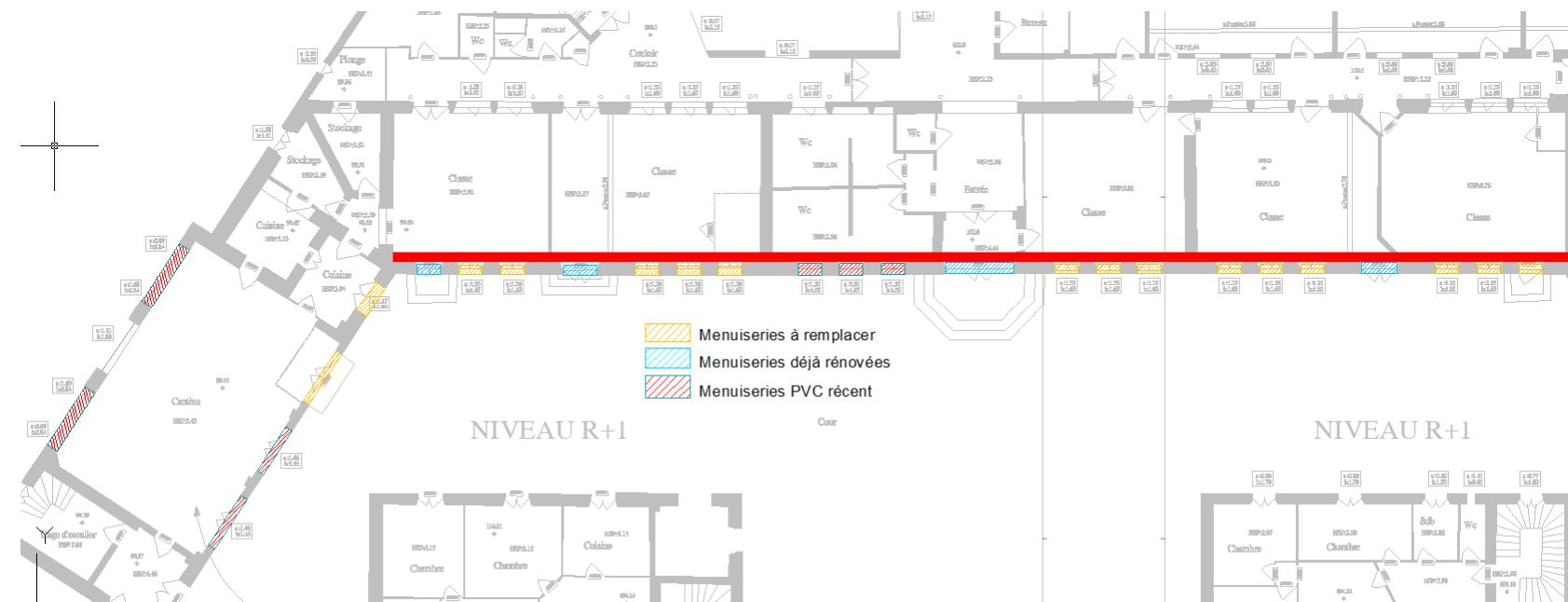
Il est préférable d'englober l'ensemble des besoins de rénovation dans une seule opération



ITI

Au DCE1: pas d'implantation, ITI 10 cm de laine de roche, pas de détail,
pas d'interaction avec le lot électricité ni faux plafond

Il s'agit du mur en pierre façade est.



ITI

Difficulté d'isoler les encadrements de fenêtre, or il n'y a que cela!



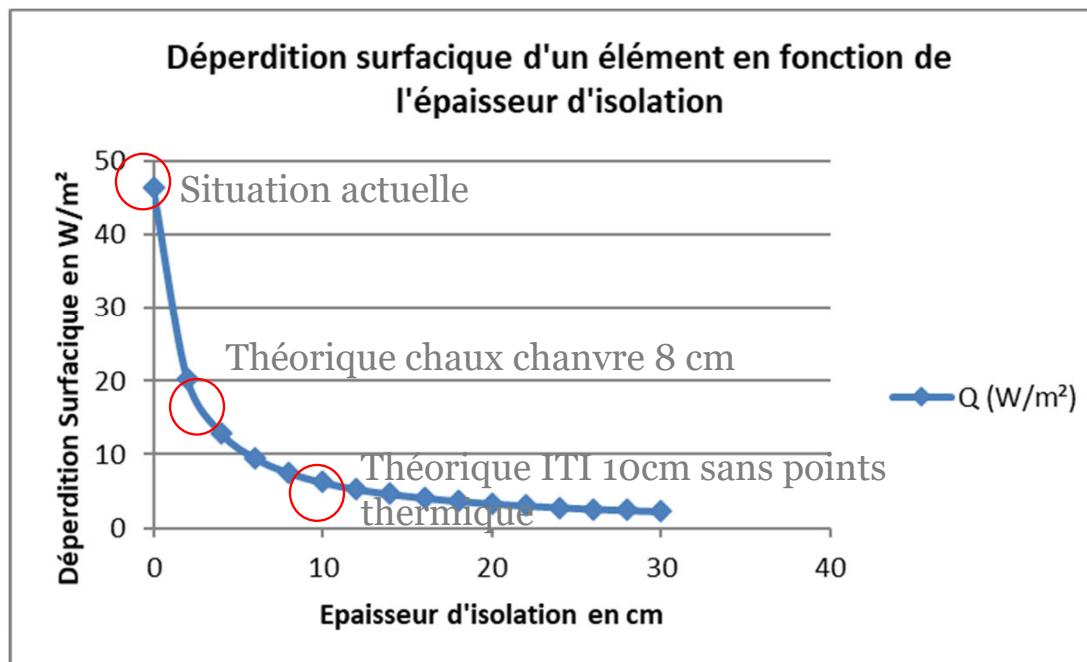
Proposition d'isolation en chaux chanvre

ponts thermiques

Epaisseur d'isolation / performance

Le graphique suivant met en évidence l'évaluation des déperditions en fonction de l'épaisseur de l'isolant

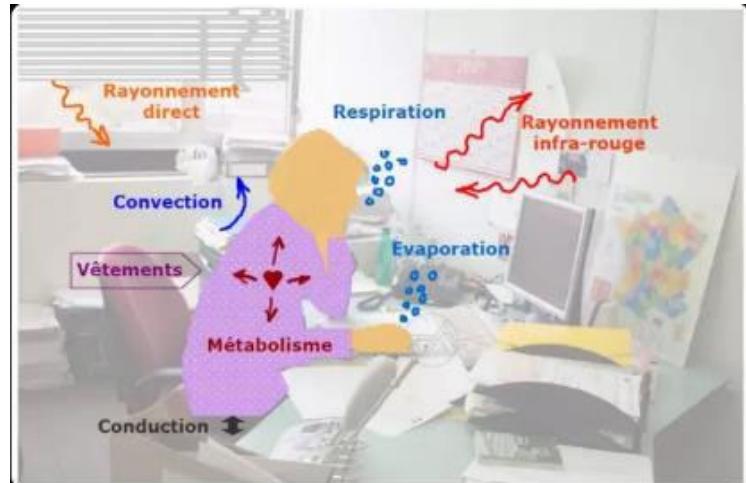
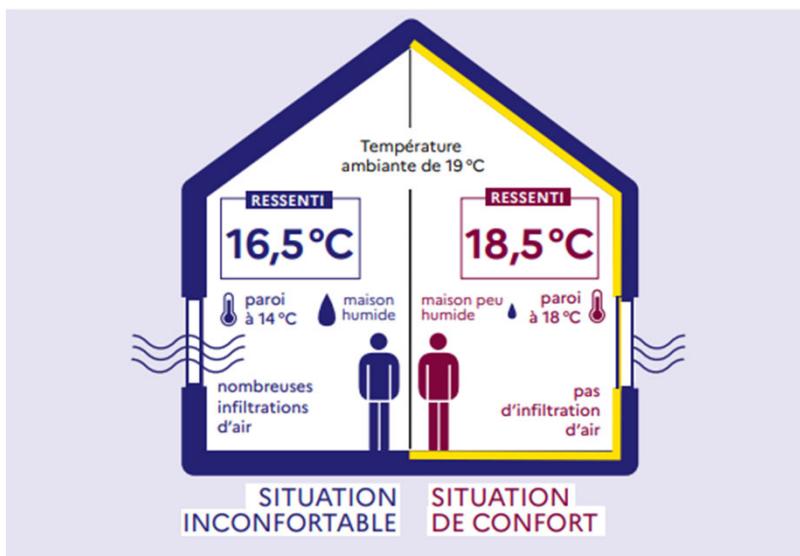
Les premiers centimètres sont les plus « utiles »



ITI

Gain énergétique sur deux aspects:

- Confort thermique (on aura moins tendance à vouloir augmenter la température à confort égal)



ITI

Gain énergétique sur deux aspects:

- Le pilotage précis (programmation horaire des émetteurs : une école est occupée 25% du temps)

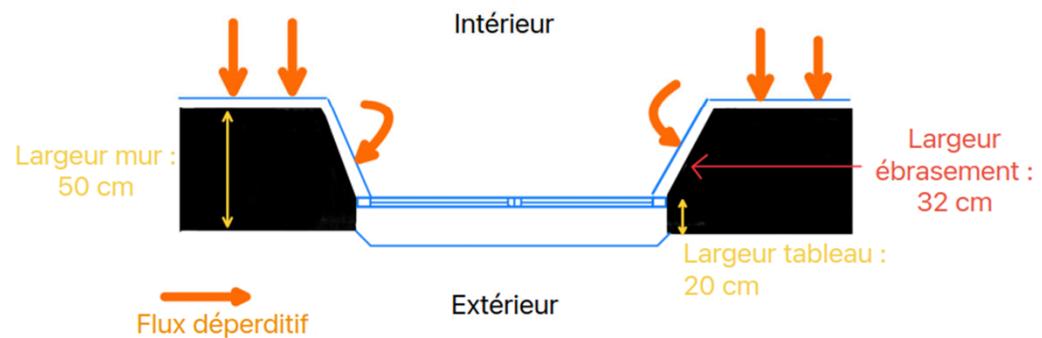


Les +

- certifié EUBAC 0,2 CA
- version anti démontage
- équilibrage hydraulique dynamique (brevet)
- aucun blackout (comm)
- Décret BACS (Classe A)
- mesure T° déportée

ITI

Situation initiale : Sans isolant

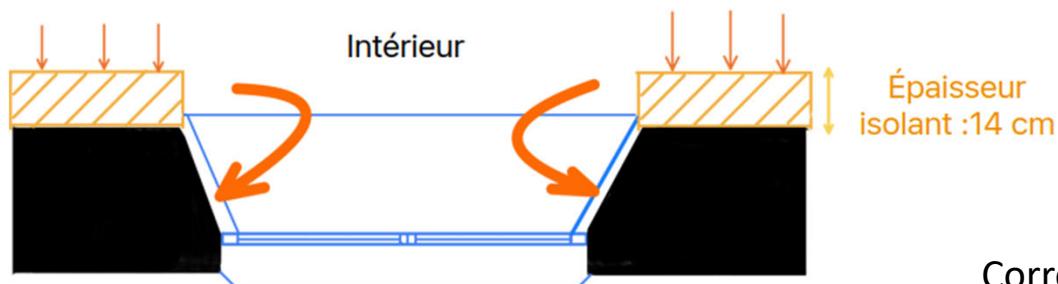


Match ITI « classique » et chaux chanvre: qui gagne?

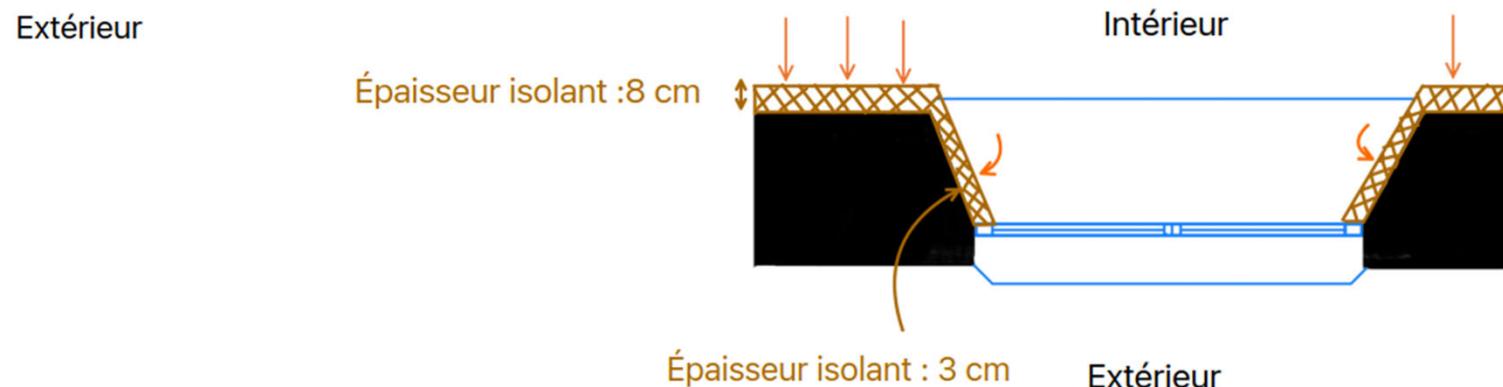


ITI

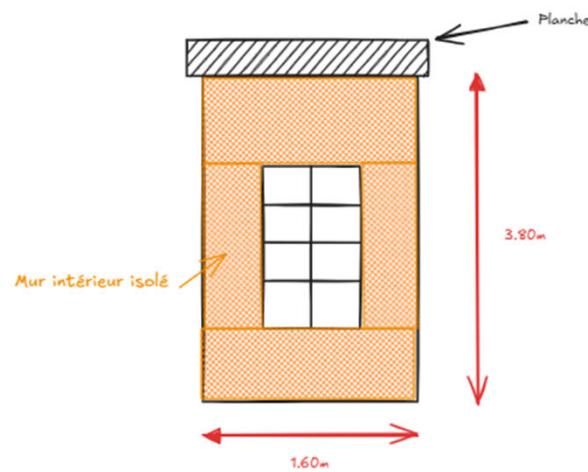
ITI sans retour d'isolant



Correction thermique en chaux / chanvre avec retour d'isolant



Vue de face



Calcul des déperditions totales en reprenant les valeurs de Conducteo sur les PTs sur trame de mur

	ITI sans retour d'isolant sur ébrasement		Correction thermique avec retour d'isolant de 3cm	
	Mur	Ebrasement	Mur	Ebrasement
Surface (m^2)	3,66	1,55	3,66	1,55
Uc : coeff transmission surfacique en partie courante (en $W/m^2.K$)	0,23	2,66	0,74	1,21
Pont thermique linéique Psi tableau + appui + linteau (en $W/m.K$)		0,997		0,36
Déperditions paroi pour une T° intérieure de 19°C et une T° extérieure de -5°C (en W)	283	↗	169	↘



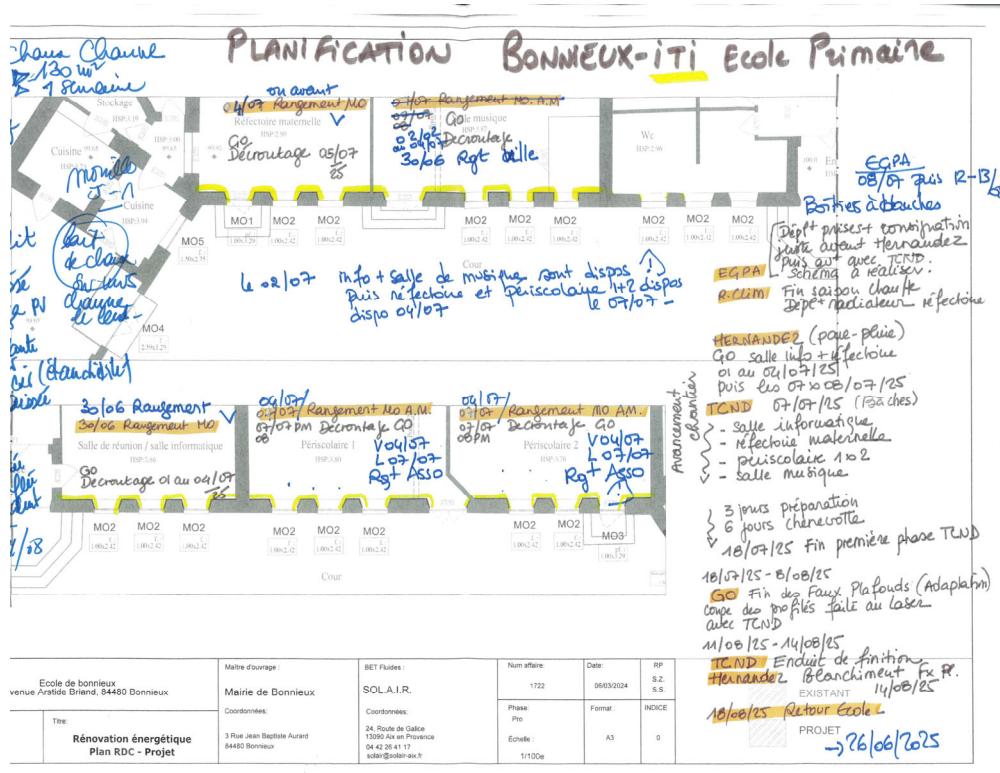
Le mur avec ITI plus performante est en fait presque 2 fois moins efficace dans le présent cas!



**Contrainte temps (déménagement/préparation/séchage réglementaire long (20 jours)=
vacances scolaires d'été**

ITI

Pose hors gel et attention aux températures élevées.



ERP et résistance au feu (M1), pas AT mais règles professionnelles. Possibilité d'obtenir un avis de chantier.

2 réunions préparatoires pour gérer toutes les interfaces entre lot (4 entreprises) et MO (Ecole)

Consignation élec, éléments parasites type radiateur, câbles RJ, dépose faux plafond, 4 J décroutage, 3 J préparation protection, 6 J projection béton de chanvre 7-8 cm en 1 passe, 20 j de séchage, finition faux plafonds, prises élec



ITI



Trame indispensable pour les menuiseries.

ITI

ITI béton de chanvre

Avantages:

Etanchéité à l'air. Isolation parfaite (aspérités comblées).

Liaisonnage des murs anciens

Mur perspirant

Inconvénients:

Projection mécanique et poussière

Sensibilité à la température

Coût 170 €/m² 120 m² hors décroutage et installations de chantier

Fissuration si pas de trame (220 g) entre les 2 couches d'enduit

Pas de reprise d'intégration ou de déplacement d'équipement



L'électricien n'a pas respecté son jour d'intervention, ni la proposition de boîtiers à banche résultat = goulettes!

ITI



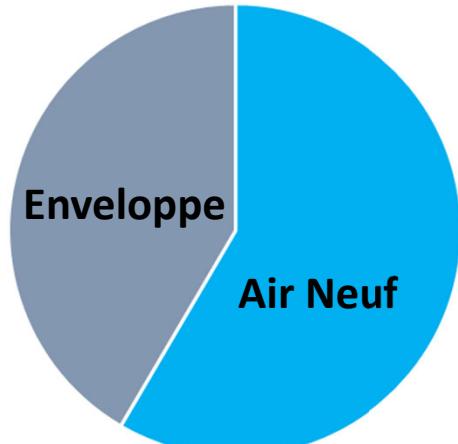
VENTILATION
SALLE DE
SPECTACLE /
FETES

2 CTA pour traitement de l'ambiance + air neuf

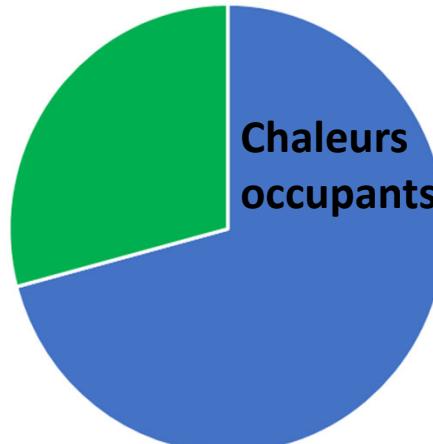
Débit théorique air neuf = **13 000 m³/h (500 personnes)**

Sonde CO₂ sur la reprise pour **modulation débit air neuf**

Déperditions pour – 8°C

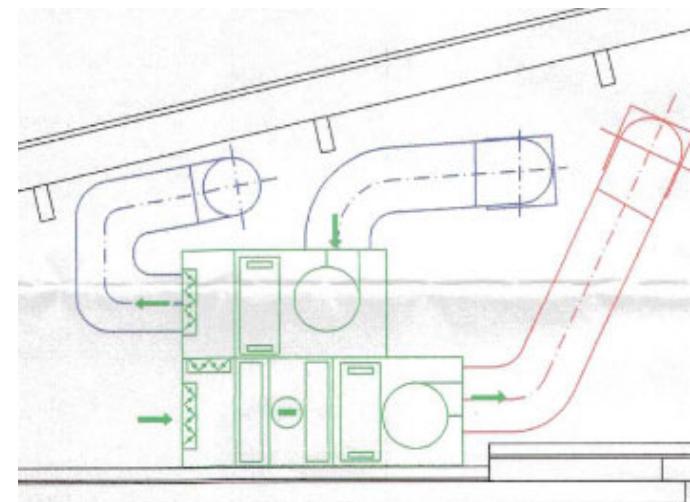


Ces déperditions liées à l'air neuf ne devraient se produire qu'en présence de l'effectif maximal. Représente 71% du bilan thermique total



Les déperditions de l'air neuf sont en partie compensées par l'apport de chaleur humaine!

Equilibre à 4,2°C ext si bien piloté



VENTILATION
SALLE DE
SPECTACLE /
FETES

Constat de SOLA.I.R.:

Les registres sont HS: absence gestion air neuf

Quid de la sonde CO2 jamais contrôlée?

Bouches de soufflage non adaptées

Ouverture des volets non proportionnelle



VENTILATION
SALLE DE
SPECTACLE /
FETES

Problématiques:

- « air froid en hiver quand on arrive à la température ambiante »
- « Le bâtiment redescend vite en température on ne peut pas couper le chauffage la nuit... »

audit énergétique : mettre en place des CTA double flux avec récupération d'énergie

exploitant : arrêter le soufflage quand on arrive à la température ambiante

➡ **Le soufflage est arrêté (fonctionnement air neuf également)**
L'extraction n'est pas asservie



Bruit de sifflement dans le bâtiment: le bâtiment est en dépression, l'air neuf provient de toutes les menuiseries.



Air neuf pour 500 personnes en permanence dans le bâtiment!

VENTILATION
SALLE DE
SPECTACLE /
FETES

Initialement

Les CTA sont prévus d'être remplacées en lieu et place de celle existantes. Les CTA seront livrables par bloc, en revanche, pour l'instant les seuls CTA permettant de remplacer celles en place (dans l'encombrement disponible) **sont avec régulation embarquée ce qui ne permet pas d'unifier le pilotage de tous les systèmes (ou d'ajouter une couche de régulation, ce qui conduit à des défauts de conduite d'installation)**. Surcout 60 000 €HT

VENTILATION
SALLE DE
SPECTACLE /
FETES



PROPOSITION DE SOLAIR (problème de budget)

Remise en état CTA et des registres

Nettoyage gaines

Remplacement des **bouches de diffusion**

Reprise régulation avec **sonde de température et CO2 dans l'ambiance**

Accès par les utilisateurs au **planning d'utilisation**



Vigilance sonde CO2 et sonde ambiance: les mettre dans l'ambiance et pas sur la gaine de reprise pour une meilleure performance (arrêt total possible, pas d'encrassement)



Attention à la **position** de la sonde d'ambiance (influence de la température de paroi)

4. Retours de phase usage

Pon~ < }vE · #E ; flnf'a#E ; #n#flr~ nf#...vta ; #l

' #n ; #vE #E ; "nj #n · ff#Q

0 vE · flE ; #n#āv#...vta ; #E ; #la #flavla ; #E · f# ; #n ; #vE #E ; "nj #n · ff#...vta

M · vfla ; jn#o~ vflE ; #vfl · ssfla ; #n#l · f# ; #n ; #vE #E ; "nj #n · ff#...vta ; #

Maf#n#a ; nf#o> · vifat nf#ot · ja#E ; #l · f#...vta ; #l vsvj · #of#E ; j#n#n~ < ajn~ n ; #finfla#E ; f#
aia ; lE ; onf%

Pota bat n#n ; fli v#to# · #finflf#fla#Loi v#n ; #v#E ;

4. Retours de phase usage

B a) tib# ; n# f ; ; n# h ; #n<fin#n# · #f ; ; a#ofin}#n# f~ ifn · flnf#k f# i }~ a#v · nf#E ; #· v#e#ua> · n#f v#
}~ fl# a }a#v ; #h ; #jafasno

- Pot }atn#f · fii n#n#ua · s#n#m v#ua}h# f ; #n }h"on#n# a · "av#fot }atn#m v#ua}h#
- M#f l#f#E ; #unfir f#l# a#f#E ; #n# f · i }atn#m tofin · f#f#E « #f#E v#
- M · f#t n · f#f#L o#n j #· n · ...#a ; f#f#nt a#f#L #b#f#na · #n#ua}h · fi
- M#f ~ « n#s · %a#f#n
- Yaf#n# #L...« a ; f#f#E ; #o#n j #· n · ...# · v#f#E « #n#t
- Qn ; f#i v#o#f#n#f#f#E f#l# a#f#E « #v ~ « f#f#a ; #n
- T ; #f#E ~ « f#n#f#n · f#f#Q#
- T ; #v#f#n# a ; > · a ; #f#L f#f#E · s#atn#. S% #f#j a · f#n#L n#f#i · v#



4. Retours de phase usage

O vssj · }of#j£ ; l · vnf#L ðñfla }a£ ; #n£ « tv vla£ ; #b;inflo£ · n

O · v#av# · £v^o

£ft a ; vfa~ ~ n#h#ajjrfl#£ · f#h#v£ tatnø#
al ~ v vfa#n · f#v av#t;n · f#v vfa#n · ffl

. £ ~ «f#un ; f#£ ; #lnf#Pfl#r ~ nf#o

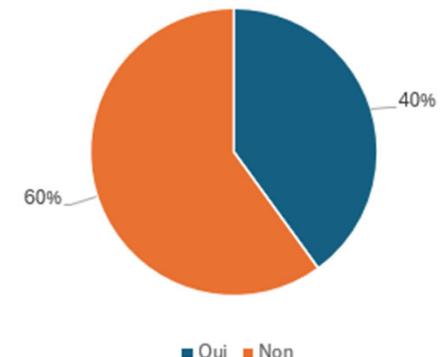
Aa#n ; t#ja£ ; #l£ · i }n#s} · ...#fl#a"a ; #h£ · #h#£ · f#h« « f#inf#n#hav#n · s#h#
; £ ; #£ · f#h« « f#inf# · #hav#

. £ ; f#t ; n#jua · ssatn#

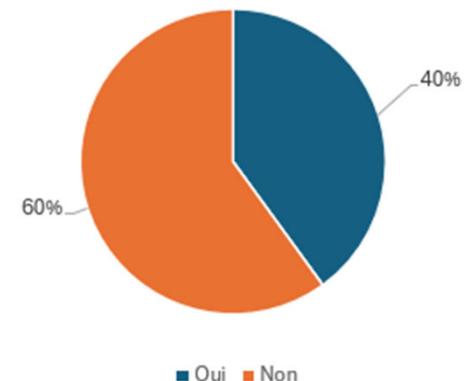
B A2 . # , €.

B a ; > · n# vfl£ ; #ð"a} · a£ ; #£ · f#h} }nf# · #£ · #h#ala « nf#nf#
fot }atnf#hav#n#haf#n ; fli vfla£ ; #ofisnf#nf# vfl£ ; f#n#ð... « }£vta ; t

Notification du bénéfice de la mise en place d'une
ventilation mécanique

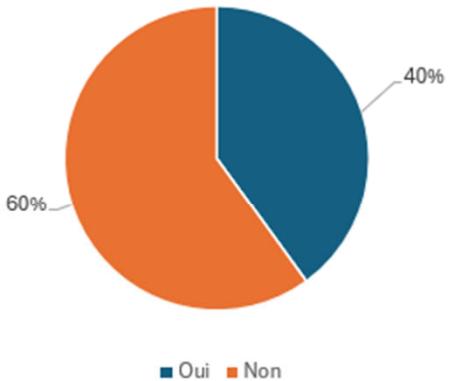


Sensibilisation à la QAI dans l'enseignement

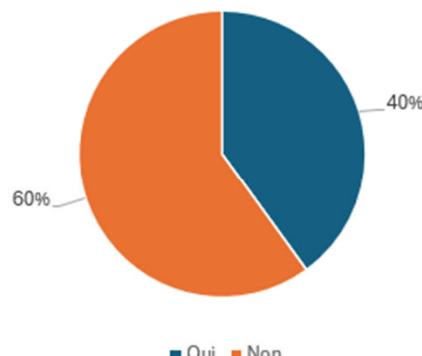


4. Retours de phase usage

Sensibilisation à la QAI dans l'enseignement

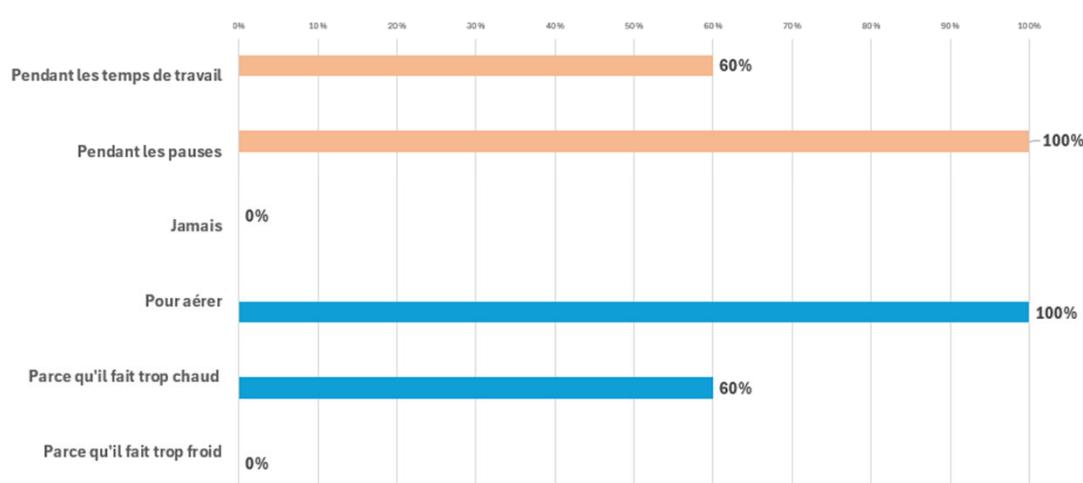


Notification du bénéfice de la mise en place d'une ventilation mécanique



Qualité de l'air intérieur (retour basé sur les 5 questionnaires rendus)

■ Moment d'ouverture des fenêtres
■ Motif d'ouverture des fenêtres



PROFIL	Enseignant /directeur
RETOUR	Les protections solaires (façade est) sont utilisées contre la chaleur et sont jugées efficaces. Les brasseurs d'air sont utilisés et leur efficacité est jugée bonne

5. Les enseignements à retenir

E « cofiat̪ɛ ; jf̪ ~ « h..n ~ a } "a } Efiflon n̪ ~ a } "a } Efiflai høÅln ; t̪n } nfl t̪nju ; v · nflu

O v̪sj ·)ofl ln f̪ia"av}nfi a"nj lnfl « n̪v̪nfl jf̪ ~ ~ · ; nfl ; f̪ ; Å flajua ; nfl µøt̪fflh « finflk̪ ; > · v « rfh fl·fi h ~ av̪n ç v̪l v̪lk̪n ; flai h l̪"f̪vi · ; %B E

%fl«nj #fl #firfl « fflMsløfa « v̪l v̪o ln lojv̪f ; l̪n « av̪~ n ; #fin# · ffl1v̪nj #fl

~ « ff̪ia ; jn lnfl o· lnfl « fba } ai hfe la fibuai v̪at̪e ; Ef̪t̪fia~ ~ n ln f̪ia"a · ... jfuofn ; #fl

~ « ff̪ia ; jn lnfl1f ; onfl l̪a ; f̪onfl n̪ lnfl jf̪ ~ « o#n ; jnfl ; ojnflav̪nflo l̪v̪sj ·)ofl E · fl#fnflv̪ln ; n « afl a"f̪vi hfl jf̪ ~ « o#n ; jnfl la ; fl }o · v̪nøfl#i · j · fn%ajf̪ · fl#v · n

~ « ff̪ia ; jn lnfl jf̪#rfhfl ln ; f̪ ta#f̪ ; « f̪ · fi }n jufv. lnfln ; #h « fflnfl

Aa fb « afit̪k̪ ; n ; #h jf̪ #avia ; #lnfl#e sav̪n a · jafl « afi jaflø h « ff̪t̪fia~ ~ n l f v̪ p #in afffifl vln juv̪fia tn %f̪ #fl n̪to"n ; t̪n }h ~ n ; t̪ln sav̪laiv̪moi

5. Les enseignements à retenir

EPILOGUE

Estimation MOE H.T. :	544 361,00	Ecart %		Classement	NOTE
Entreprises	Montant € HT	entre entreprises	sur estimation		
1	530 060,09	3,92%	-2,63%	2	38,49
R-CLIM	612 500,00	20,08%	12,52%	3	33,31
3	510 088,35	0,00%	-6,30%	1	40,00

Critères	Valeur technique	Prix TO+TF	Note totale	Classement final
Entreprises				
1	45,00	38,49	83,49	2
R-CLIM	52,00	33,31	85,31	1
3	28,80	40,00	68,80	3

écart/2°	82 439,91
écart/moins disant	102 411,65
écart/estimation	68 139,00

Ainsi « faire en sorte que les émissions de CO₂ et les impacts sur l'environnement soient au moins aussi faibles qu'ils le sont dans l'ensemble des secteurs économiques et sociaux »

- faire en sorte que l'émission de CO₂ et les impacts sur l'environnement soient au moins aussi faibles qu'ils le sont dans l'ensemble des secteurs économiques et sociaux

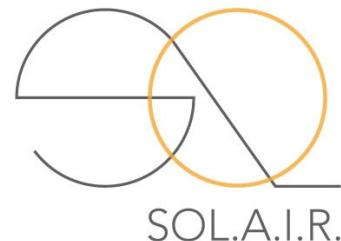
RÉPARONS NOS VILLES

VENDREDI 21 NOVEMBRE 2025

À MARSEILLE



RESTONS EN CONTACT :



24 route de Galice
13090 AIX-EN-PROVENCE
tél : 04 42 26 41 17
solair@solair-aix.fr
www.solair-aix.fr

RÉPARONS NOS VILLES

VENDREDI 21 NOVEMBRE 2025

À MARSEILLE



RETROUVEZ CE RETOUR D'EXPÉRIENCES
SUR LES SITES CREBA ET ENVIROBATBDM:



www.enviroboite.net

RÉPARONS NOS VILLES

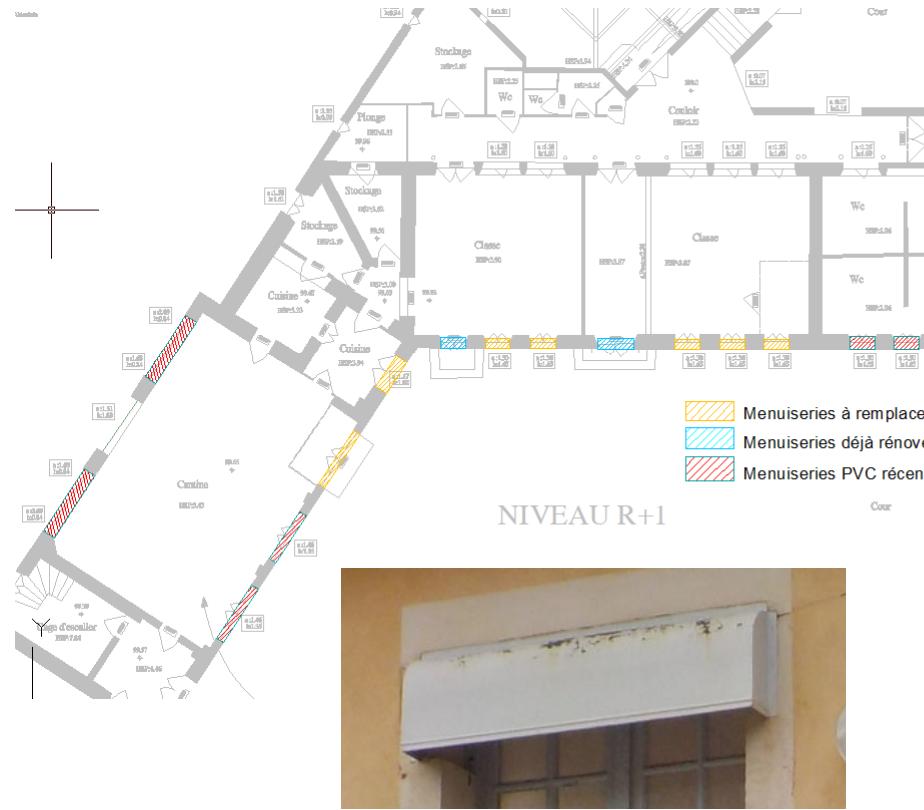
VENDREDI 21 NOVEMBRE 2025 À MARSEILLE



Stores

MENUISERIES

Au DCE1: pas de repérage, pas de reprise de lambrequin, stores intérieurs X

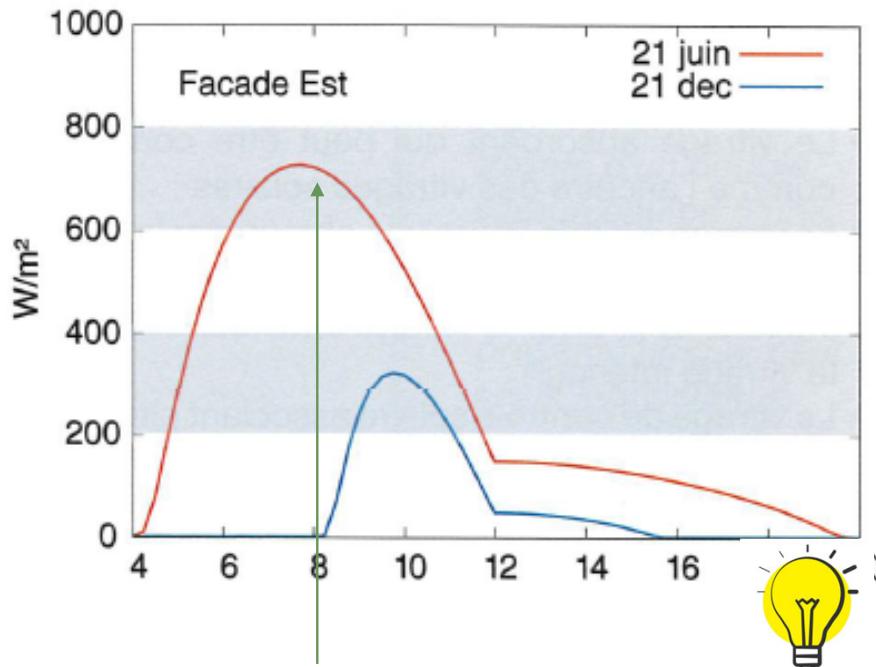


Energie qui arrive sur une fenêtre en hiver et en été

RÉPARONS NOS VILLES

VENDREDI 21 NOVEMBRE 2025

À MARSEILLE



Le pic d'énergie est avant 8 h du matin

Les stores doivent être baissés tôt et
en même temps sécurité vent



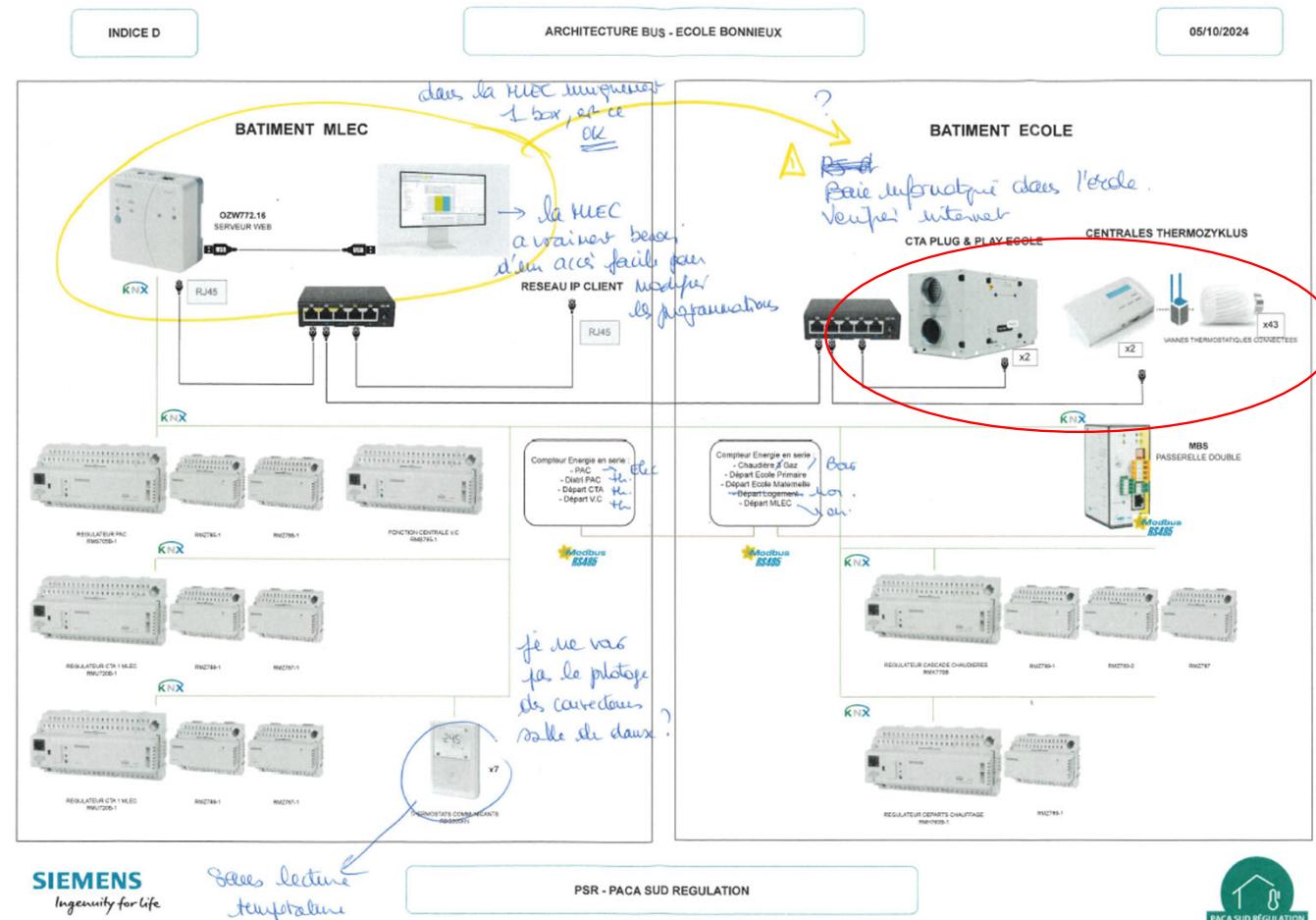
Automatisation proposée



RÉPARONS NOS VILLES

VENDREDI 21 NOVEMBRE 2025 **À MARSEILLE**

Régulateurs communicants et équipements indépendants CTA et robinets thermostatiques



REGULATIO N

Systèmes indépendants, accès via adresse IP

RÉPARONS NOS VILLES

VENDREDI 21 NOVEMBRE 2025 À MARSEILLE

Bacs de classe C

La classe B induirait un système plus ‘compliqué’ et une GTB avec des automates programmables

Le régulateur des têtes thermostatiques des radiateurs ne communique pas avec les circuits de chauffage mais les circulateurs sont à débits nuls



REGULATIO
N

SIEMENS

Ecole

2024-08-09

3 Automatisation du bâtiment - A venir

3.1 Régulation du chauffage

Fonction 1.1 - Régulation de l'émission

Sous-fonction	Régulation modulante individuelle par pièce avec communication	B
Explication	entre les régulateurs et le BACS (par exemple programmeur, consigne de température ambiante).	

Fonction 1.2 - Régulation de l'émission pour système thermo-actif (mode de chauffage)

Sous-fonction	Régulation centrale automatique	C
Explication	La régulation centrale automatique pour une zone de système thermo-actif (qui comprend toutes les pièces qui bénéficient de la même température d'eau distribuée) est en général une boucle de régulation de température d'eau distribuée dont le point de consigne dépend de la température extérieure filtrée, par exemple la moyenne des 24 heures précédentes.	

Fonction 1.3 - Régulation de la température du réseau de distribution (en départ ou en retour)

Sous-fonction	Régulation en fonction de la température extérieure	C
Explication	les actions abaissent généralement la température moyenne de l'eau.	

Fonction 1.4 - Régulation des pompes de distribution du réseau

Sous-fonction	Commande des pompes à vitesse variable	A
Explication	Δp constant ou variable basé sur les estimations (internes) du groupe de pompes.	

Fonction 1.4a - Équilibrage hydraulique du système de distribution de chaleur

Sous-fonction	Équilibrage dynamique de chaque émetteur	A
Explication	(par exemple avec des régulateurs de pression différentielle)	

Fonction 1.5 - Régulation intermittente de l'émission et/ou de la distribution

Sous-fonction	Régulation automatique avec optimisation de la mise en marche/arrêt	B
Explication	Pour réduire le temps de fonctionnement.	

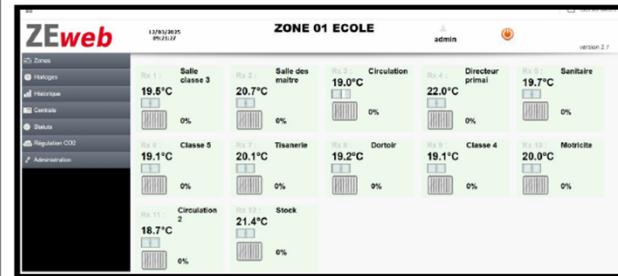
RÉPARONS NOS VILLES

VENDREDI 21 NOVEMBRE 2025

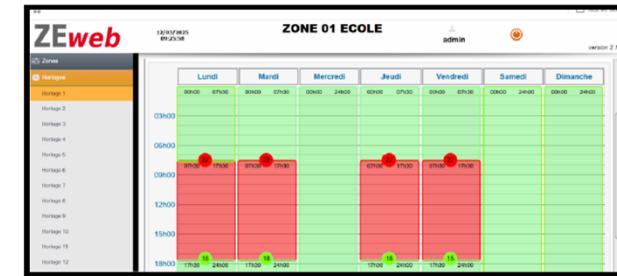
À MARSEILLE

*Pilotage pièce par pièce des températures pour optimiser la consommation d'énergie
Une école est occupée 25% du temps*

Visualisation des zones ZEWEB



Paramétrage horaire classes



REGULATIO
N