



COLLOQUE RÉGIONAL

Réhabiliter durable

MARSEILLE
20 OCTOBRE 2023

Parcours Tertiaire Pierre verte – Auch (Occitanie)

1^{er} Bâtiment Patrimonial BEPOS et Bas Carbone, 100% autonome énergie, BDO Or, ... et bien plus encore

Alain CASTELLS – Gérant ADDENDA et SCI PIERRE VERTE

Un événement organisé par

envirobat bdm

Avec le soutien de nos partenaires

Financiers



Parrains



ORDRE
DES
ARCHITECTES





COLLOQUE RÉGIONAL **envirobat**bdm

Réhabiliter durable

MARSEILLE
20 OCTOBRE 2023



L'INTERVENANT



- **Alain CASTELLS**
- Fondateur et Gérant **ADDENDA**
Bureau d'Etudes Energie/Environnement (Auch et Toulouse)
- Gérant **SCI PIERRE VERTE** – Maître d'Ouvrage de l'opération



URBANISME

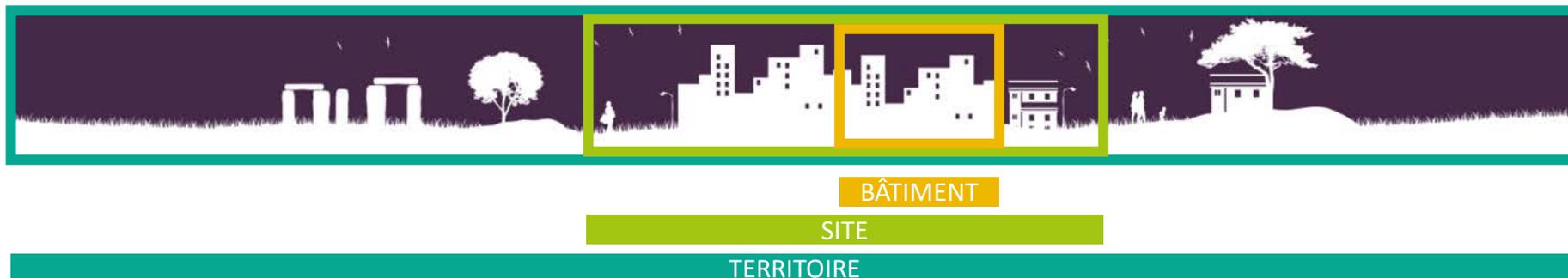
ENVIRONNEMENT

ENERGIE



Société ADDENDA

Assistance à Maitrise d’Ouvrage et Maîtrise d’Œuvre en Optimisation
Énergétique et Environnementale des Bâtiments et du Cadre bâti





URBANISME

ENVIRONNEMENT

ENERGIE



Domaines d'intervention

01. PROGRAMMATION			02. CONCEPTION				03. RÉALISATION			04. EXPLOITATION		
Étude de faisabilité	Programme	DCC	CONCOURS	ESQUISSE	AVP	PRO/DCE	Dossier MARCHÉ	Préparation chantier	Suivi	AOR / Réception	Suivi d'exploitation	Commissionnement



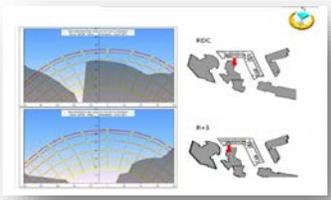
AMENAGEMENT DURABLE

Schéma Directeur d'Aménagement, Etude faisabilité Environnemental d'un Site, Conception d'Eco-quartiers,



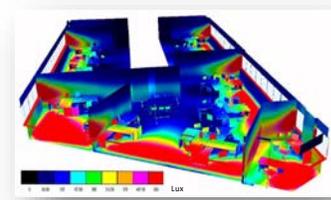
ASSISTANCE A MAÎTRISE D'OUVRAGE

Assistance du programme jusqu'au suivi d'exploitation sur 3 ans après réception



ASSISTANCE A MAÎTRISE D'OEUVRE

Assistance de l'esquisse jusqu'à la réception de l'ouvrage



GARANTIE DE RESULTAT ENERGETIQUE

Simulation Thermique Dynamique (30 ans d'expérience, plus de 450 projets et 5 millions m²)
Audit Energétique, Garantie de résultat, Certification HQE, BREEAM, ...

■ ADDENDA, BET Environnement & énergétique

Depuis 25 ans, une équipe à taille humaine

ÉQUIPE DE PRODUCTION

■ Amélie LALAUrie
Cheffe de projets
Architecte-programmiste



■ Olivier GUERITTE
Chef de projets QEB
BREEAM | HQE | Certifs | Cx



■ Guillaume VERNHES
Chargé d'études Éner./Env.
STD | RT | Audits | CAO | BIM |



■ Jérémy GOUDENHOOF
Chef de projets QEB
BREEAM | BDO | Cx |



■ Pauline URLACHER
Cheffe de projets QEB
STD | RT | ACV | Trnsys



■ Guillaume AMIEL
Chargé d'études Éner./Env
STD | RT | Trnsys | Audits



■ Nabil ASRIH
Chargé d'études Éner./Env
RT | STD | ACV | Chantier |



■ Mathilde CHABASSET
Chargée d'études R&D et E/E
R&D STD | STD |



■ Sylvain LAPORTE
Chef de projets QEB & Ergonome
QEB | OSMOZ | WELL | BREEAM



■ Adrien PETIOT
Chef de projets QEB & Charpentier
Etudes QEB | Suivi Exploit |



Architectes

Ingénieurs

Charpentier

Ergonome

Responsables chantier

Agent de Cx

BREEAM ASSESSOR

Développeur informatique

■ Alexis CROSNIER
Chargé d'études Éner./Env
RT | STD | ACV | Chantier



■ Nicolas BERNIS
Chargé d'études Éner./Env
Cx | Chantier | Suivi Exploitation



DIRECTION – ADMINISTRATION - COMPTABILITE

■ Alain CASTELLS
Fondateur et gérant d'ADDENDA



■ Véronique MASSON
Assistance de direction
RH | AO | Réponses concours |
Resp. Admin et juridique



■ Nathalie DUMESGNIL
Secrétaire Comptable
Standard | Accueil | AO |
Frais de déplacement



COLLOQUE REGIONAL

Réhabiliter durable

MARSEILLE /
20 OCTOBRE 2023

envirobatbdm

■ ADDENDA, BET Environnement & énergétique

Quelques chiffres clefs sur notre expérience

25 ans d'existence et d'optimisation énergétique et environnementale

33 ans d'expérience en STD et près de 27 ans en HQE

Projet NRJ et HQE

540 références traitées sur 13 + 1 régions pour plus de 5 Millions de m² et 1 500 ha d'aménagement

Projets traités en STD

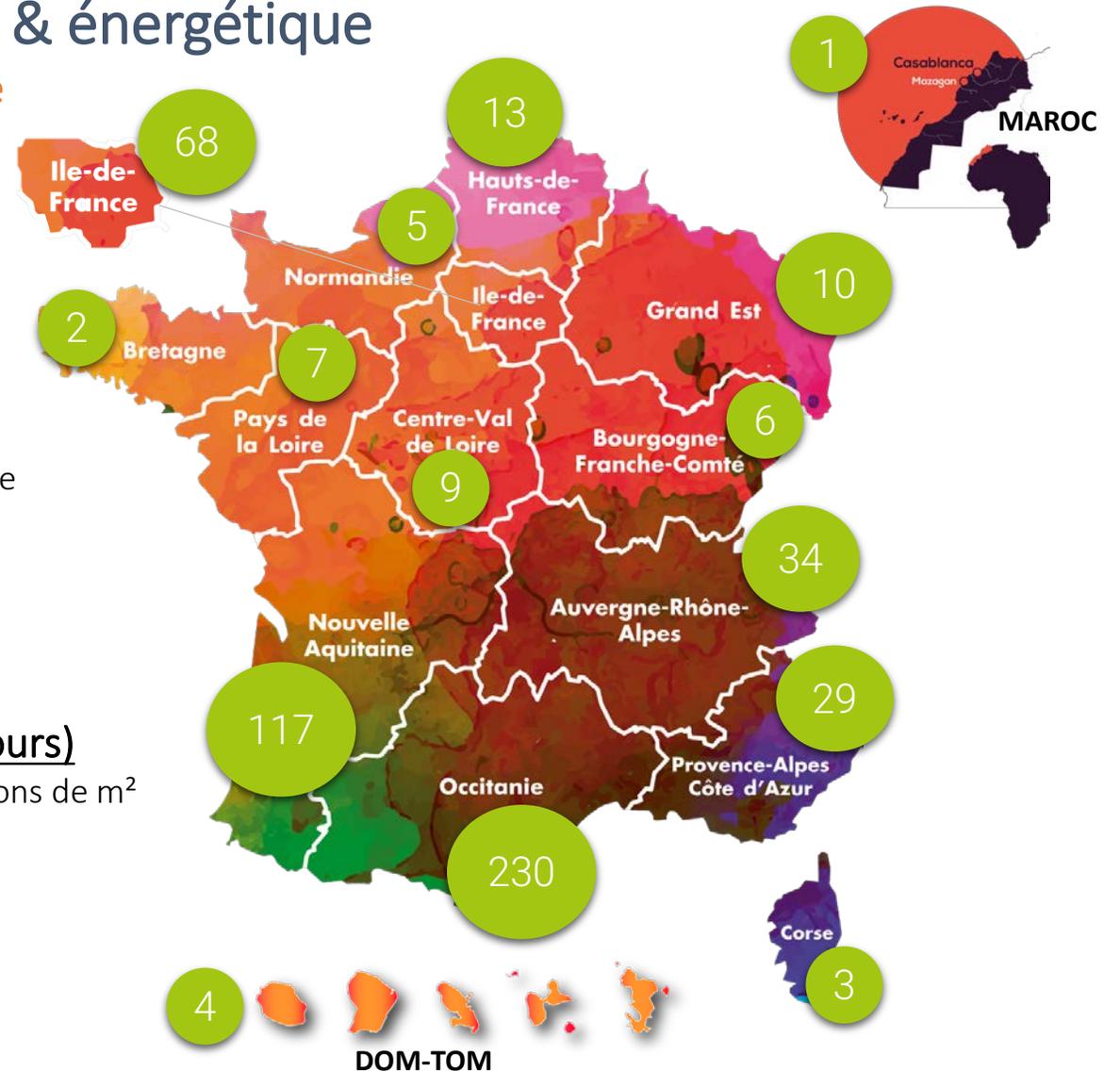
400 références pour plus de 4 Millions de m²

Projet Certifiés HQE™ / BREEAM® (ou en cours)

100 références de certification pour plus de 1,7 Millions de m²

Un maître mot depuis 1998 :

« Garantir pour chaque projet Qualité et Performance dans le respect du Prix »



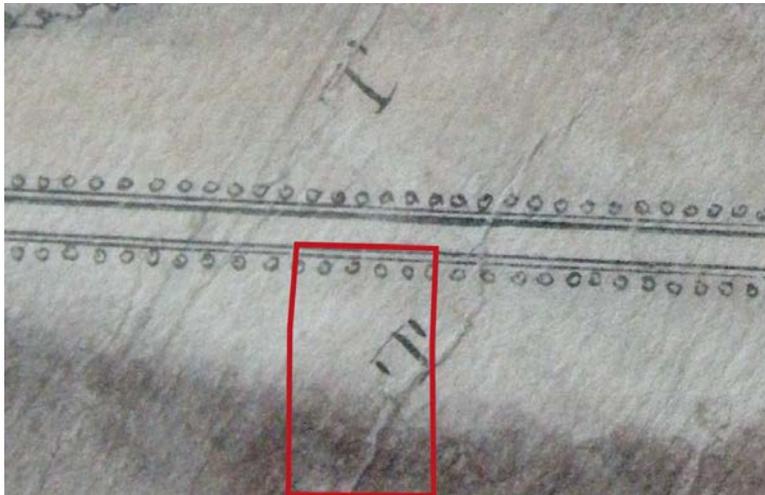
1. Présentation de l'existant



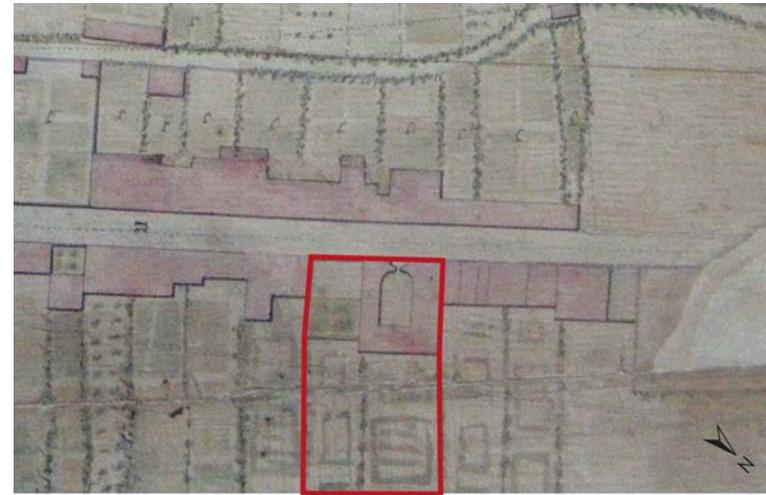
Construction de l'Hôtel particulier de M. DORE entre 1760 / 1770

250 ans d'histoire

Anais Comet – Pierre Verte, historique de l'édifice



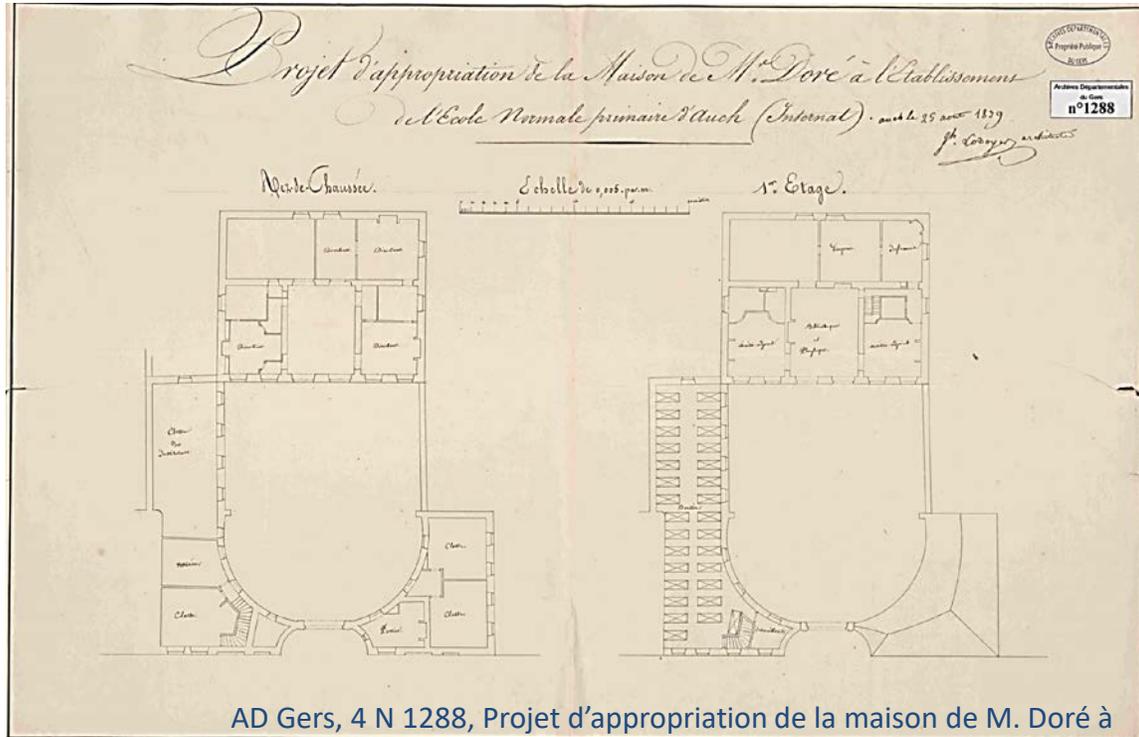
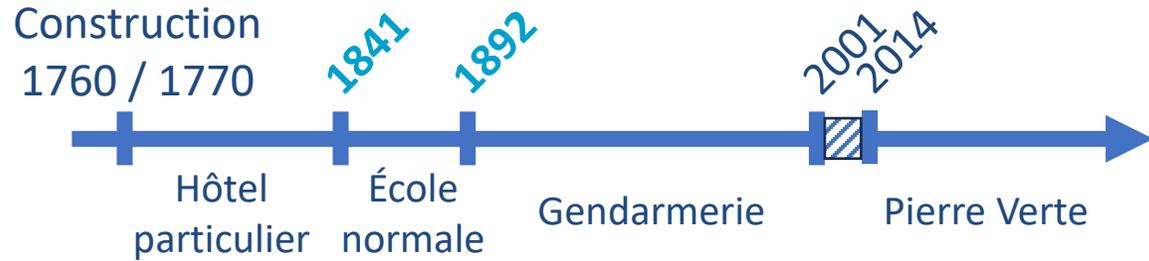
AD Gers, 1 Fi 60, Plan de la ville d'Auch, 1755.



AD Gers, 1 Fi 61, Plan de la ville d'Auch, 1803.



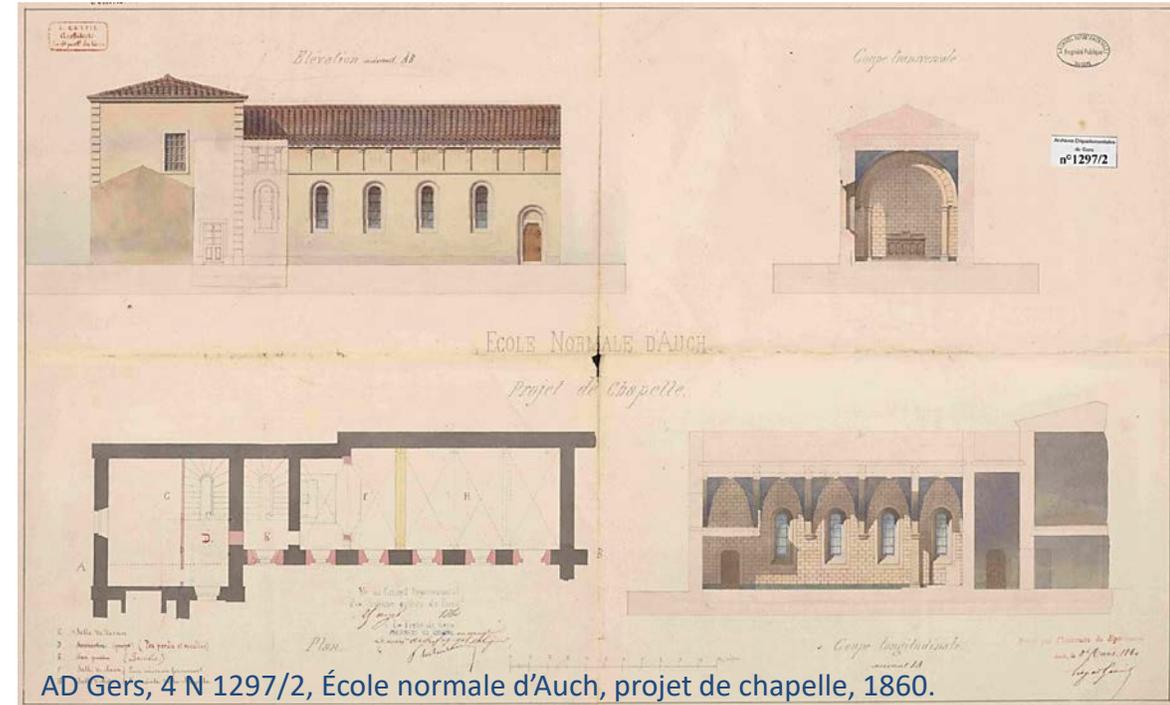
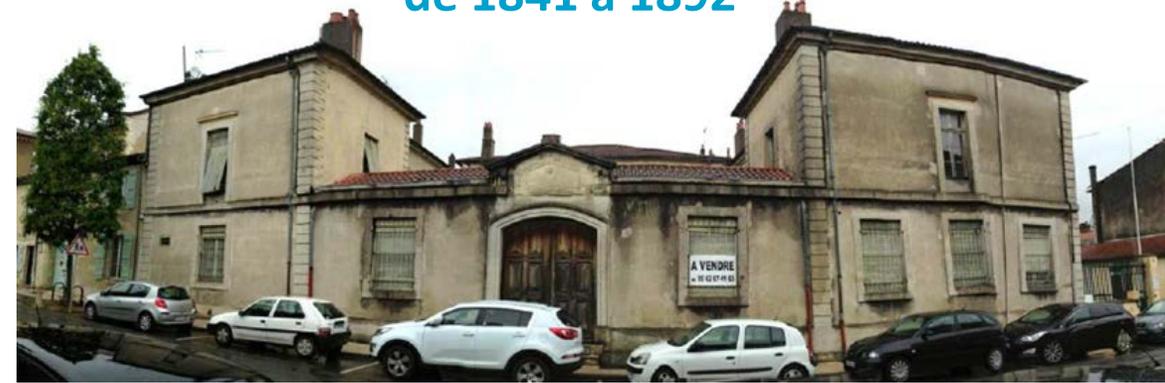
1. Présentation de l'existant



AD Gers, 4 N 1288, Projet d'appropriation de la maison de M. Doré à l'établissement de l'école normale primaire d'Auch, 1839.

© Archives départementales du Gers

Ecole Normale d'Auch de 1841 à 1892 (IUFM / INSPE)



AD Gers, 4 N 1297/2, École normale d'Auch, projet de chapelle, 1860.

© Archives départementales du Gers

1. Présentation de l'existant

Construction
1760 / 1770

1841

1892

2001

2014

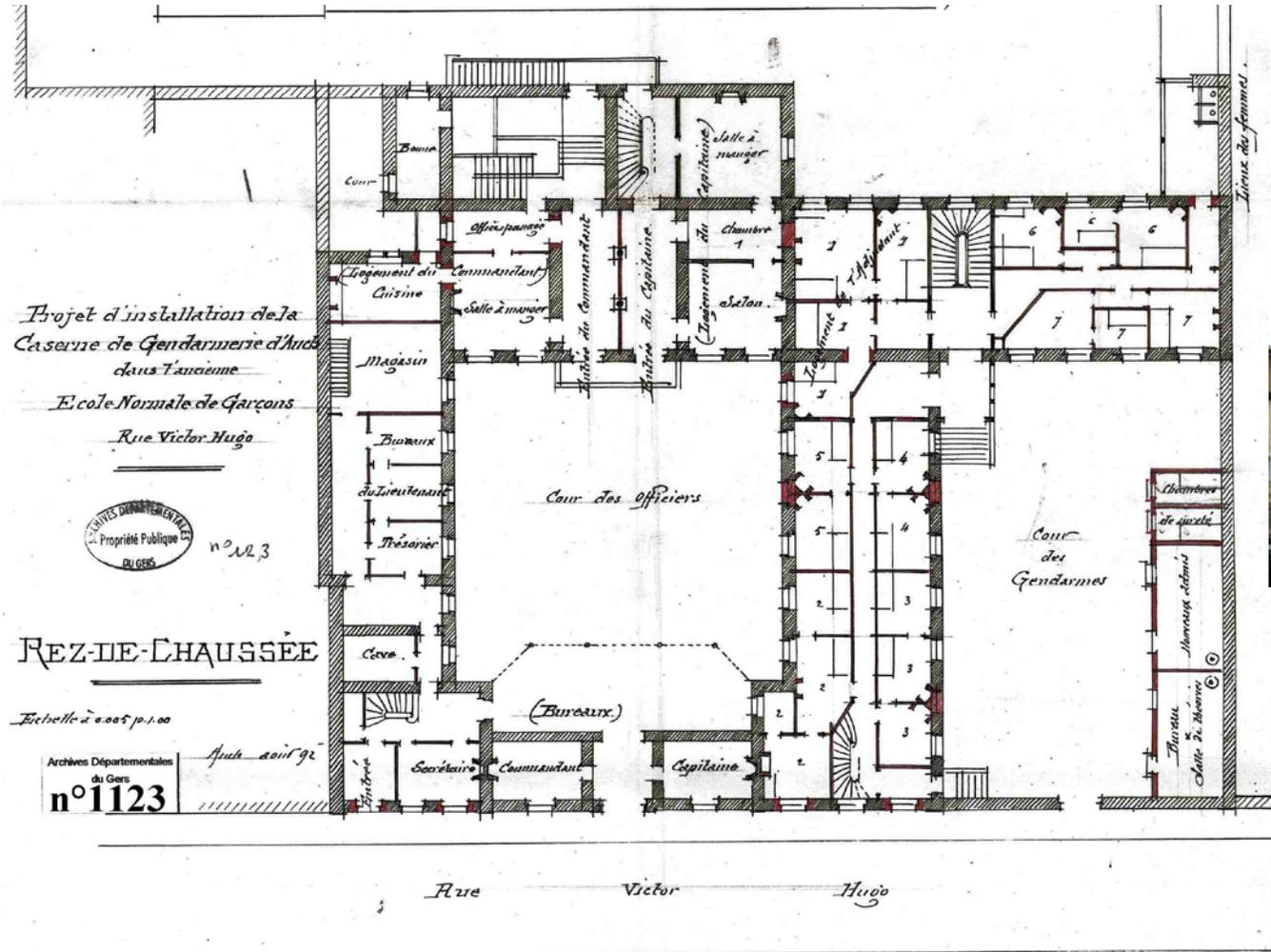


Hôtel
particulier

École
normale

Gendarmerie

Pierre Verte



Vente au département du Gers et mise à disposition de l'Armée pour devenir la Gendarmerie d'Auch de 1893 à 2001 ...

Puis fermé durant 13 ans

2. Le Projet

Bâtiment « PIERRE VERTE »

SCI Pierre Verte - acquisition, dans le centre historique de la ville d'Auch, d'un ensemble immobilier patrimonial en pierres de taille (1 000 m² + 1000 m² = 2000 m² SPL), pour :

- Réaliser une rénovation de grande qualité énergétique et environnementale (BEPOS et Bas Carbone),
- Ouvrir la réflexion sur la haute performance énergétique en site ancien,
- Créer du locatif de bureaux tertiaire de qualité en haute ville d'Auch,
- Permettre l'implantation des trois principaux preneurs :

- ✓ le CNFPT
- ✓ La Banque de France
- ✓ la société ADDENDA

Intervenants

- Maitrise d'ouvrage :

- Alain CASTELLS,
SCI PIERRE VERTE



Alain CASTELLS
Fondateur et gérant d'ADDENDA
Gérant SCI PIERRE VERTE

- Maitrise d'œuvre :

- Frédéric AIROLDI,
Lucas RAMBEAU
Agence AIROLDI



Lucas RAMBEAU
Architecte - Chef de projets
| DE INSA | HMONP |



- AMO/BET QEB (BDO) :

- **ADDENDA**



- Usagers / Exploitant :

- Valérie BELTRANDO,
CNFPT – Directrice
- Isabelle TECOUERES,
Banque de France
Sous-Directrice
- **ADDENDA**



2. Le Projet

Construction
1760 / 1770

1841

1892

2001

2014

2016

2021



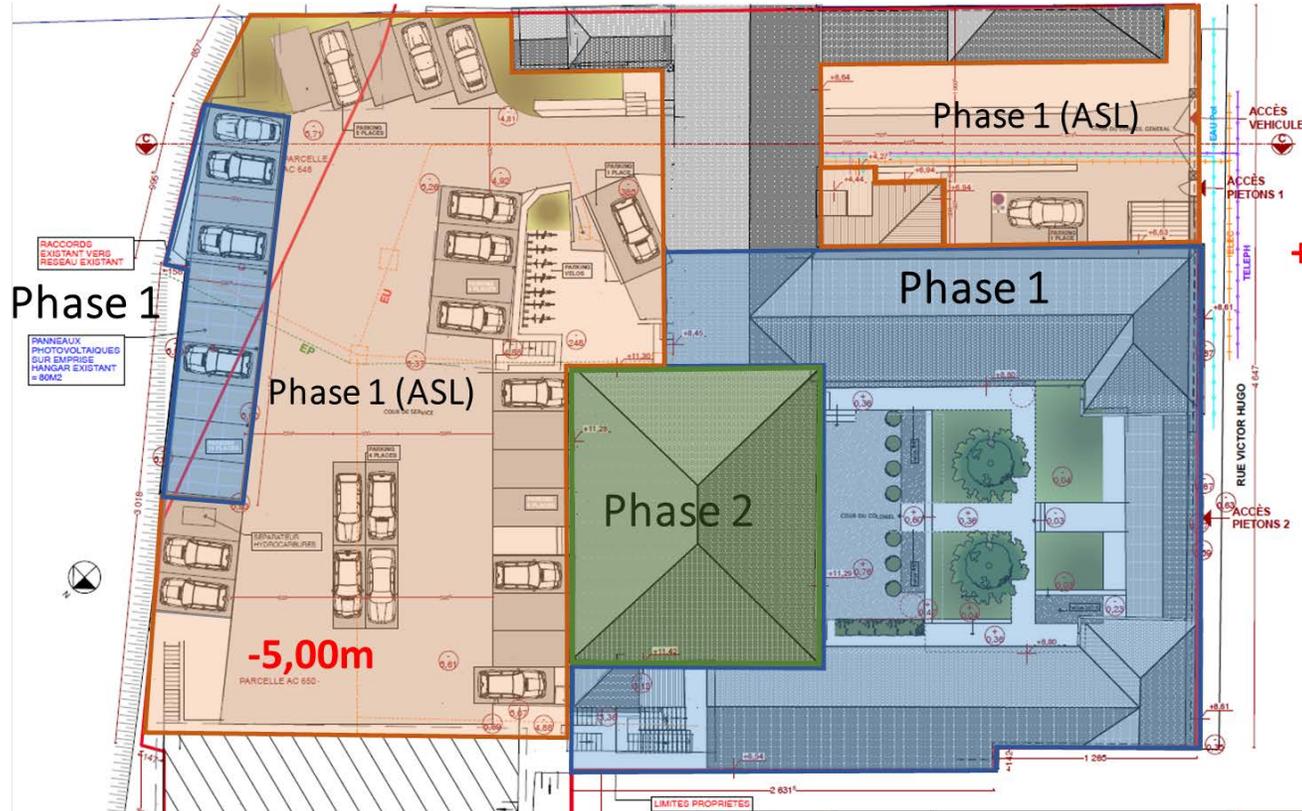
Hôtel
particulier

École
normale

Gendarmerie

Pierre Verte

Plan masse Phase 1 et 2



+0,00m



Achat en 2014 pour réaliser une
restructuration complète en 2 phases
2014-2016
et
2018-2021



3. Les contraintes

Architecturales et Patrimoniales :

- Ancien bâtiment Patrimonial d'Auch (XVIIIème)
- Périmètre de la ZPPAUP (Cœur de Ville d'AUCH),
- Soumis à l'Avis de l'Architecte des Bâtiments de France (ABF),
- **Impossibilité d'implantation de PV en toiture des bâtiments patrimoniaux,**



Techniques et Energétiques :

- Travaux importants de curage des espaces intérieurs (fermé depuis 15 ans),
- Obligation de désamiantage (colle sous dalles, conduits, couverture fibro ...),
- Implantation d'un ERP 5ème catégorie de type R,
- Complexité de mise en accessibilité handicapée de tous les espaces (accès de la cour intérieure, ascenseurs sur chaque aile, largeur de passage, nombreuses créations de sanitaires),
- **Consommations : Epave énergétique (495 kWh/m².an et 87 kgeqCO²/m².an),**

3. Les solutions et innovations

Enveloppe Architecturale (démarche Bas Carbone) :

- Traitement enduit à la chaux des façades,
- Maintien des volets persiennes bois sur la façade chapelle,
- Requalification cour intérieure et cour arrière (+ intégration de surfaces végétales),
- Mise en lumière de la cour et du bâtiment,
- Curage intérieur pour retrouver les volumes d'origine,
- Menuiserie Aluminium + Vitrage 44.2/12/10 Argon + intercalaire Warm-Edge + BSOE
- Isolation des combles : 40 cm de ouate de cellulose, ou 38 cm fibre de bois,
- Isolation des planchers chauffants avec 10 cm de PUR,
- Choix de ne pas isoler les murs (très forte inertie 60 à 80 cm selon zone),
- Cloison en BTC ou en DUO TERRE (structure bois + isolée fibre de bois + enduit terre 2 faces),
- Plancher en chêne massif, portes, tablettes et escalier en hêtres, mobilier en épicéa (Tilly)



Mise en œuvre dès la 1ère Phase : **32 tonnes de terre crue** + **34,6 tonnes de bois** (41 kg/m² shon)



3. Les solutions et innovations

Sobriété énergétique :

Luminaires :

- De 24 à 36 LED (type Lucibel de dernière génération à 100 lm/W) avec gradateur et détection ou horloge, pour une consommation de 4W/m² max (< 2 W/m²/Chapelle),

Informatique :

- Exclusivement ordinateurs portables 20/25 W, et serveur basse consommation 80 W, pour une consommation de 3 à 4W/m² max,

Autre équipement :

- Appareils divers (chargeur, cafetière, théière, aspirateur, vidéoprojecteur...), à basse consommation, voire fonctionnant sur courant continu,

Gestion :

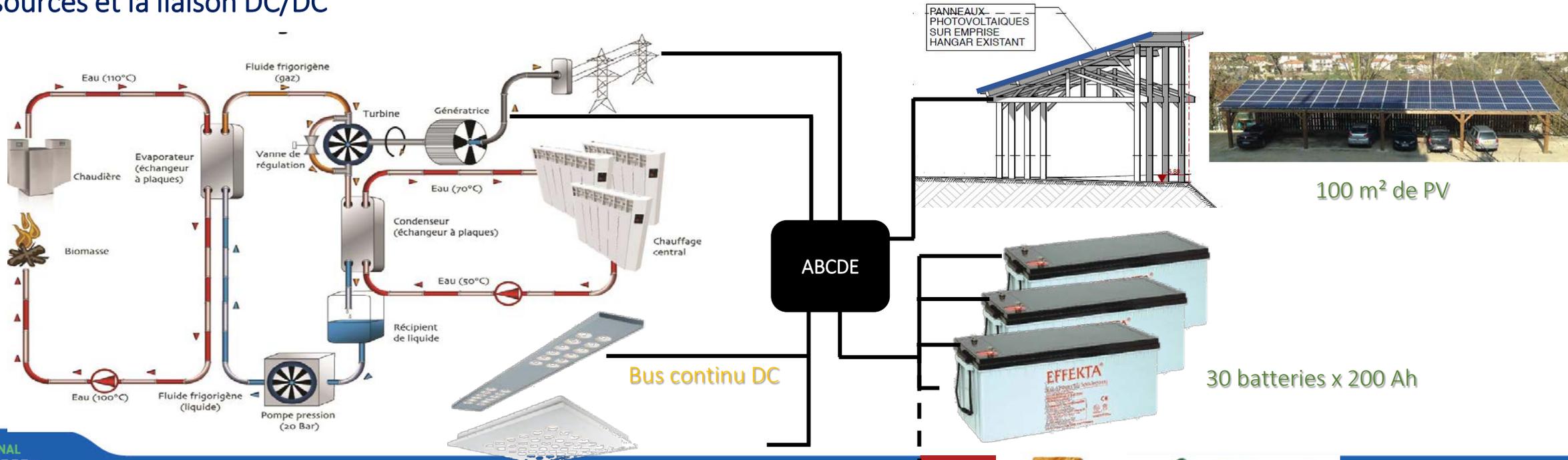
- Système de mise en arrêt de l'ensemble des lignes d'alimentation de l'informatique et de l'éclairage hors occupation,
- LEDBOX d'adressage sur IP pour le pilotage de l'ensemble des luminaires LED, avec création de profil par usage ou usagers,



3. Les solutions et innovations

Systemes Techniques et Thermiques innovants :

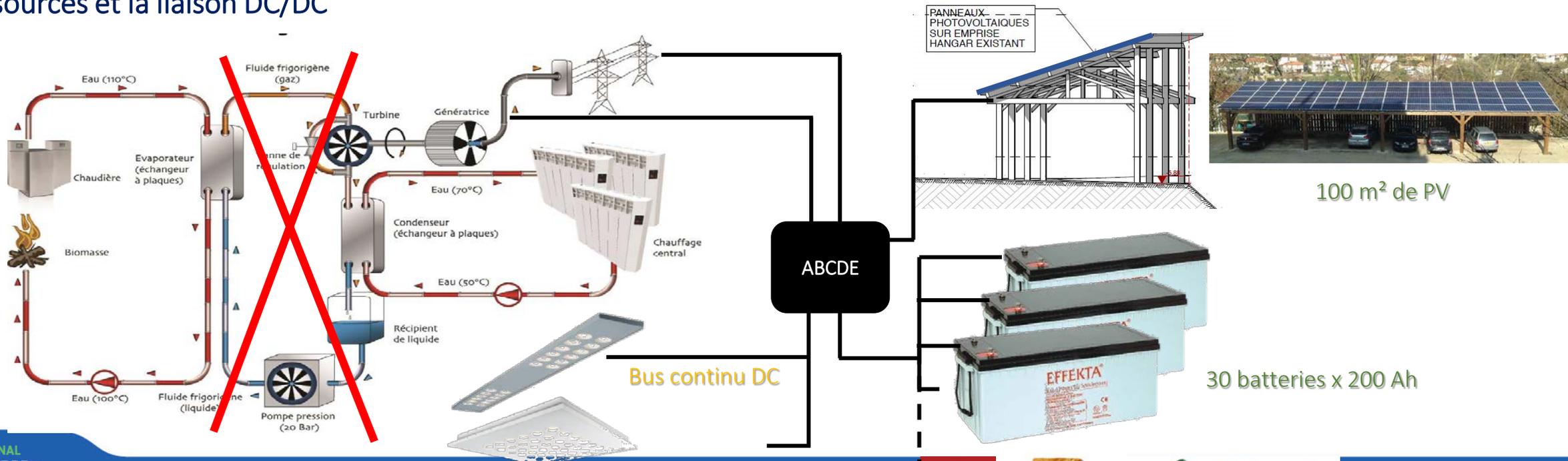
- **Chaudière bois** à granulé de 40 kW, couplée à un ballon tampon primaire de 2000 l,
- **Cogénération par turbine Scroll** de 5 kWe,
- Implantation de **100 m² de panneaux PV**, pour 19 500 kWh,
- Création d'une **unité de stockage de 37 batteries** de 200 Ah pour 83 kW de stockage plombs,
- + **2 armoires de puissance au Lithium** de 10 kW, soit **93 kW de stockage**,
- Conception d'un dispatching et d'un « **bus continu** » (Projet de recherche **ABCDE**), organisant le couplage des différentes sources et la liaison DC/DC



3. Les solutions et innovations

Systemes Techniques et Thermiques innovants :

- Chaudière bois à granulé de 40 kW, couplée à un ballon tampon primaire de 2000 l,
- ~~Cogénération par turbine Scroll de 5 kW_e,~~
- Implantation de 100 m² de panneaux PV, pour 19 500 kWh_e,
- Création d'une unité de stockage de 37 batteries de 200 Ah pour 83 kW de stockage plombs,
- + 2 armoires de puissance au Lithium de 10 kW, soit 93 kW de stockage,
- Conception d'un dispatching et d'un « bus continu » (Projet de recherche ABCDE), organisant le couplage des différentes sources et la liaison DC/DC



3. Les solutions et innovations

Systèmes Techniques et Thermiques innovants :

Production secours :

- Chaudière Gaz 40 kW secours et appoint (en cas de très grand froid),

Emetteurs de chauffage :

- Plancher chauffant sur tout le RDC, et les R+1 et R+2 Aile Ouest,
- Mur chauffant terre crue (DUO TERRE) / R+1 Aile Est (CNFPT),

Ventilation :

- CTA DF + batteries chaudes + récupérateur > 80% μ généralisé, régulées par sondes de CO²,

ECS :

- Petits ballons électriques 15 l ponctuels au droit du point de puisage (4)

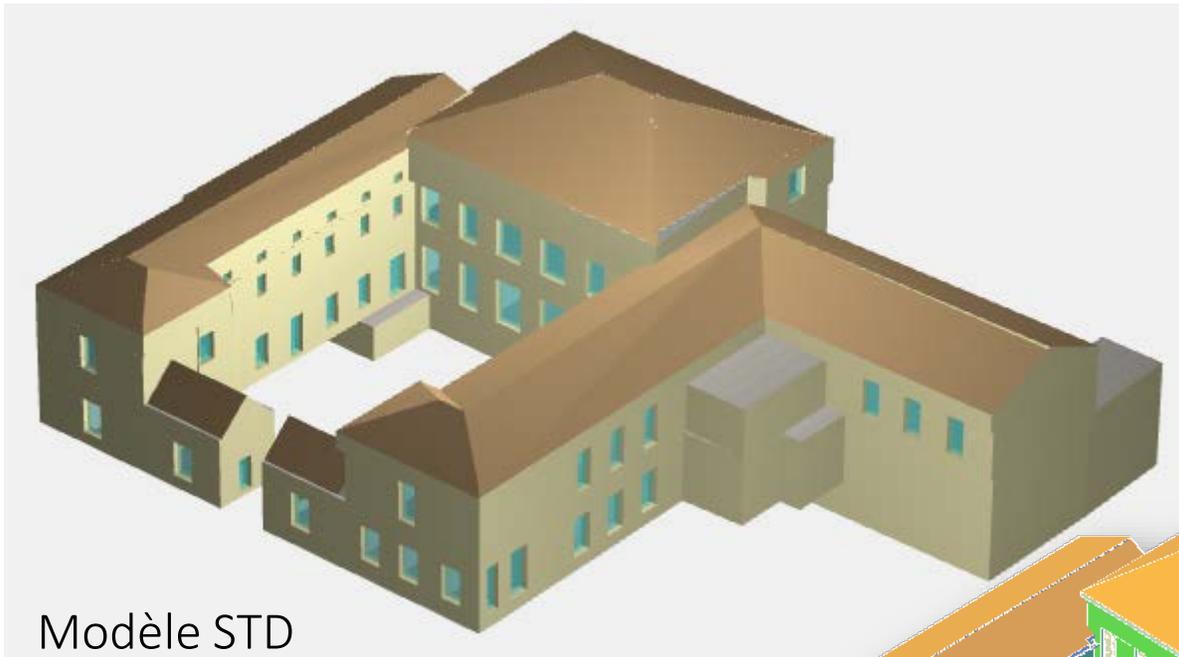
GTB :

- Supervision, comptage des installations, et pilotage par automates dédiés (CTA, chaudière,...).

sur chaque organe



4. La méthodologie



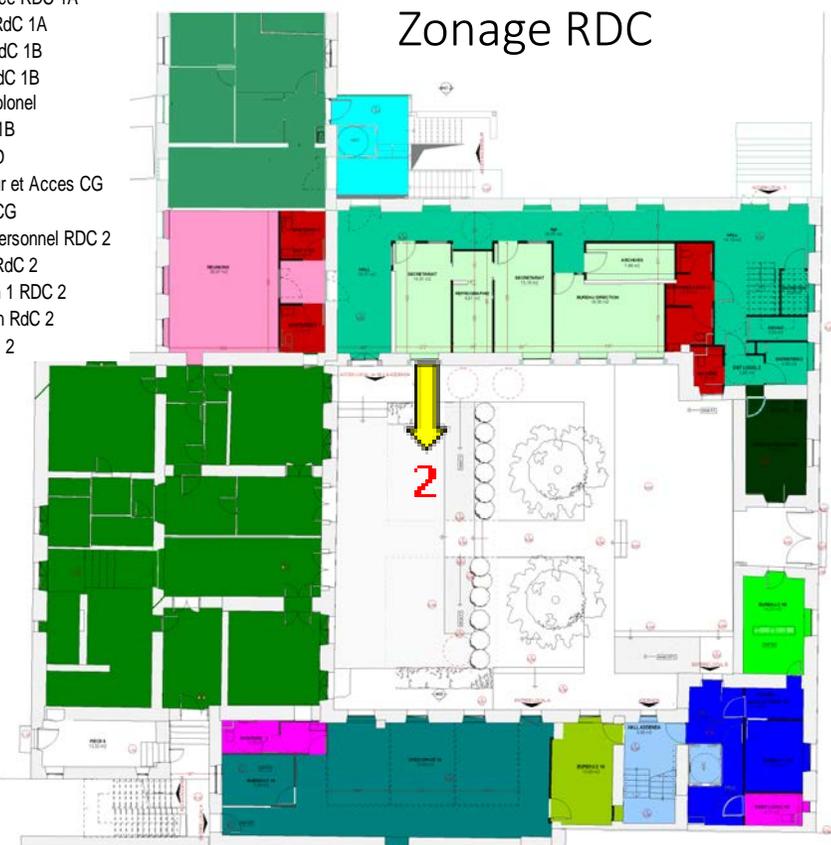
Modèle STD

(Simulation Thermique Dynamique)



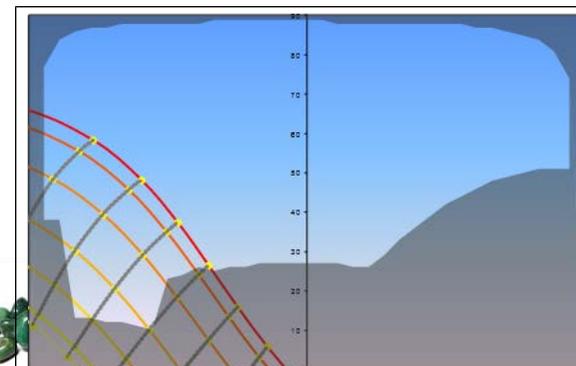
Modèle Bim

- Zone 01 Open space RDC 1A
- Zone 02 Réunion RdC 1A
- Zone 03 Accueil RdC 1B
- Zone 04 Bureau RdC 1B
- Zone 11 Maison colonel
- Zone 12 Sanit 1A 1B
- Zone 14 Cage ADD
- Zone 18 Ascenseur et Acces CG
- Zone 19 Bureauc CG
- Zone 20 Détente personnel RDC 2
- Zone 21 Bureaux RdC 2
- Zone 22 Formation 1 RDC 2
- Zone 26 Circulation RdC 2
- Zone 28 Sanitaires 2



Zonage RDC

Exemple masque
solaire bureau 2



5. Les résultats

Shon RT = 852m²

Consommation

Consommation Chauffage

Consommation Electricité totale

Consommation Totale

Ratio kWh_{ef}/m²/an

Production

Production Chaudière Bois

Production Micro-Cogénération

Production Photovoltaïque

Production totale

Ratio kWh_{ef}/m²/an

Solde final kWh_{ef}/m².an

Solde final kWh_{ep}/m².an

Consommations et productions énergétiques

Etudes

19-20°C

Prévisionnel

kWh_{ef}

90 300

19 595

109 895

129

(- 90 300)

- 24 515

- 19 595

- 134 410

- 157,7

- 28,7

- 74,2

Réel

21 - 22°C

2017/2018

kWh_{ef}

111 253

17 753

129 006

151,4

(- 111 253)

- 0

- 16 257

- 127 510

- 149,7

+ 1,7

+ 4,53

22°C

2018/2019

kWh_{ef}

101 712

16 343

118 015

138,6

(- 101 712)

- 0

- 20 725

- 122 437

- 143,7

- 5,2

- 13,4

- 8,57%

- 8,0%

- 8,52%

+ 5,8%

- 8,9%

- 8,8%

kWh_{ef}/m².an

kWh_{ep}/m².an

5. Les résultats

Dépenses énergétiques

Total Dépenses

SPL Totale = 1158m²

	Prévisionnel €/an	Réel €/an	Ratio €/m ² /an
Dépenses de Chauffage	5 183 €	4 756 €	4,10 €
Dépenses Electricité (équipement)	2 392 €	2 015 €	1,74 €
Abonnement Electrique HT	549 €	729 €	0,63 €
Dépenses Totale	8 124 €	7 500 €	6,47 €
Gain sur dépenses d'électricité (PV)	- 2 130 €	- 2 126 €	- 1,84 €
Dépenses Totale	≈ 6 000 €	≈ 5 374 €	4,63 €

Dépenses si rénovation RT 2012 = 15 300 €/an = 13,2€/m²

Dépenses d'exploitation antérieur = 39 300 €/an = 34,1€/m²

5. Les résultats

Coût travaux Total Dépenses

SPL Travaux = 1177 m²

	€	€/m ² SPL
Travaux de rénovation	1 280 000 €	1 088 €
Surcoût Energie Positive	70 000 €	60 € (5,5%)
Surcoût Autonomie énergétique	100 000 €	85 € (7,8%)
Coût total travaux	1 450 000 €	1 233 €
TRI / surcouts :	Energie Positive (BEPOS)	BEPOS + Autonomie énergétique
<u>Rénovation RT 2012</u>		
Gain énergétique (15 300 € – 5 374€) = 9 926€	7 ans	17,1 ans
<u>Bâtiment antérieur</u>		
Gain énergétique (39 300 – 5 374 €) = 33 926€	2,06 ans	5 ans

TRI : (Temps de retour sur investissement) des surcoûts

5. Les résultats

Impact Carbone matériaux

Construction

	PIERRE VERTE Rénovation		PIERRE VERTE Neuf
	Changement climatique (kg eq CO2)		Changement climatique (kg eq CO2)
AMENAGEMENTS & CLOISONS	(-5 200)	-134 (- ??)	50 907
COUVERTURES		7 276	68 289
DALLES & PLANCHERS		27 032	85 231
REVETEMENTS DE SOL		-3 011	-3 011
HUISSERIES & FERMETURES		30 905	36 421
MURS		4 331	92 935
CVC		5 517	5 517
TOTAL		71 916	336 289

Cloisons bois +
(terre crue non
comptabilisée)

Plancher bois

Murs existants

Matériaux Biosourcés

= 34 Tonnes de Bois = 41 kg/m² Shon soit > au niveau 3 du Label BBCA

Matériaux Géo-sourcés

= 32 Tonnes de Terre Crue

Rejet CO² en phase travaux

On divise /4 les émissions de CO² comparé à une construction neuve
Soit un gain de 264 T de CO² (-78,5%)

5. Les résultats

Impact Carbone Total

Fonctionnement

	Ancienne Caserne	Rénovation Traditionnelle	BBC Effinergie rénovation	Neuf RT 2012	PIERRE VERTE
Consommation (en kWh/m ² /an)	495	178	74,5	78	- 7,74
Rejets CO ² (en TqCO ² /an)	89,9 T	27,4 T	9,5 T	8,3 T	- 0,13 T

« Empreinte Carbone Neutre »

→ Soit à 50 ans = - 6,85 T

Si PIERRE VERTE était chauffé au Gaz les émissions seraient multipliées par plus de 26 = **25,7 TCO²/an**

Construction

→ PIERRE VERTE = + 72 T CO²

Impact Carbone à 50 ans

→ PIERRE VERTE = (72 T - 6,85 T) = + 65 T de CO²

Si construit neuf et chauffé au Gaz = + 1 620 T de CO² (x 25)

Si bâtiment ancien exploité en l'état = + 4 830 T de CO² (x 74)

Un voyage Paris-Nouméa A/R pour 5 personnes = 67 T CO²



5. Les résultats

Bâtiment « PIERRE VERTE » Phase 1



- 1^{er} bâtiment tertiaire patrimonial restructuré en BEPOS (Bâtiment à Energie Positive), sans isoler les murs, et 100% autonome en énergie,
- 1^{er} bâtiment alimenté en courant continu (Eclairage et informatique), directement depuis la production photovoltaïque,
- Lauréat APR Recherche ADEME 2013 «Vers des bâtiments responsables horizon 2020 »
- Lauréat Régional AAP BATIMENT ECONOMOME 2014 - ADEME – Région Midi Pyrénées
- Atteinte du Label E+C- au niveau « E4 C2 » et Label BBCA « niveau 3 »



6. Les performances

CONFORT D'ÉTÉ = Respect de l'inertie

Mais la « forte inertie » (patrimonial)
est-elle correctement approchée ? ...

La réponse est non !

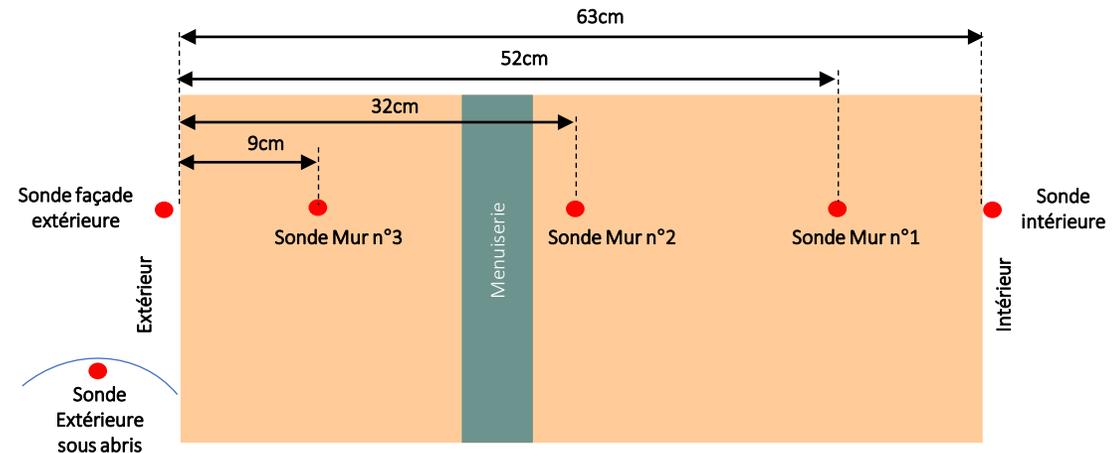
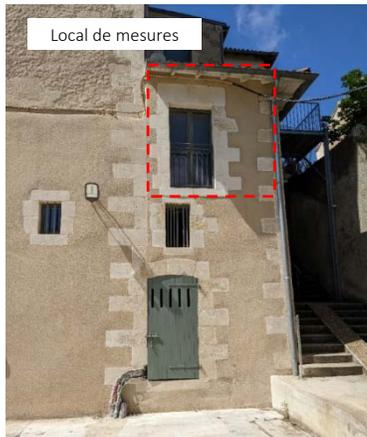
6. Les performances Été

Etude R&D interne

Approche et contrôle de la notion de forte inertie

3 travaux menés en parallèles sur un mur ancien à très forte inertie :

- Une campagne de mesure in situ sur le bâtiment PIERRE VERTE,
- Une étude (stage 5ème année Ecole des Mines Albi), comparative de plusieurs méthodes, de calcul d'inertie (norme ISO, Méthode CAMIA, Méthode des admittances, ...) et la vérification des résultats de la norme ISO 13786 pour ce type de paroi,
- + développement de module informatique spécifique en langage Python version 3
- Une analyse comparative sur 30 autres compositions de parois (complexes)



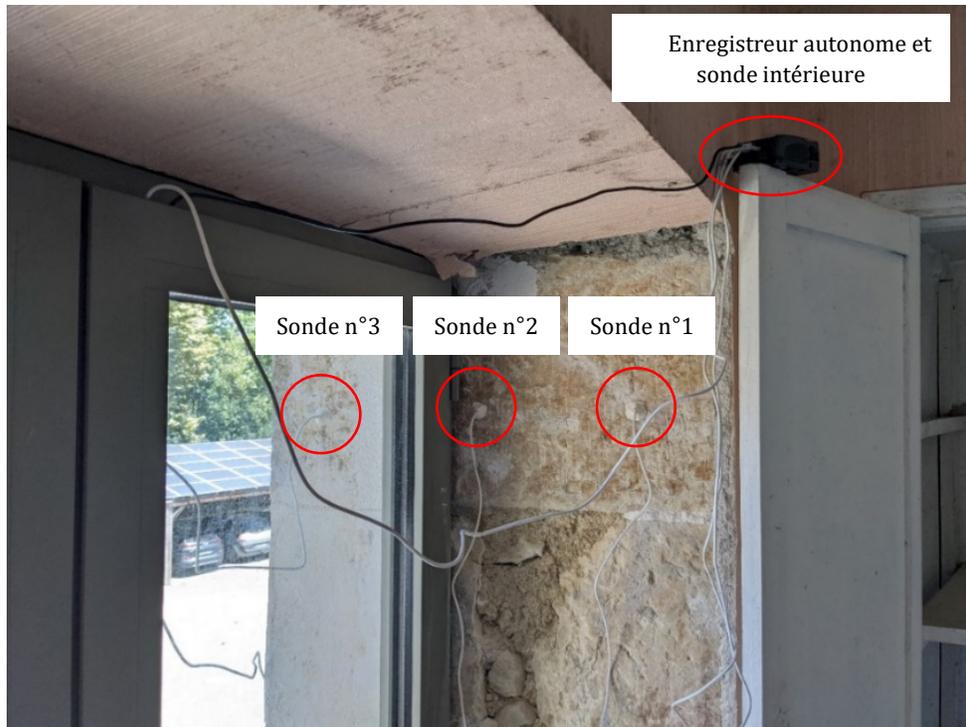
6. Les performances Été

Etude R&D interne

Approche et contrôle de la notion de forte inertie

3 travaux menés en parallèles sur un mur ancien à très forte inertie :

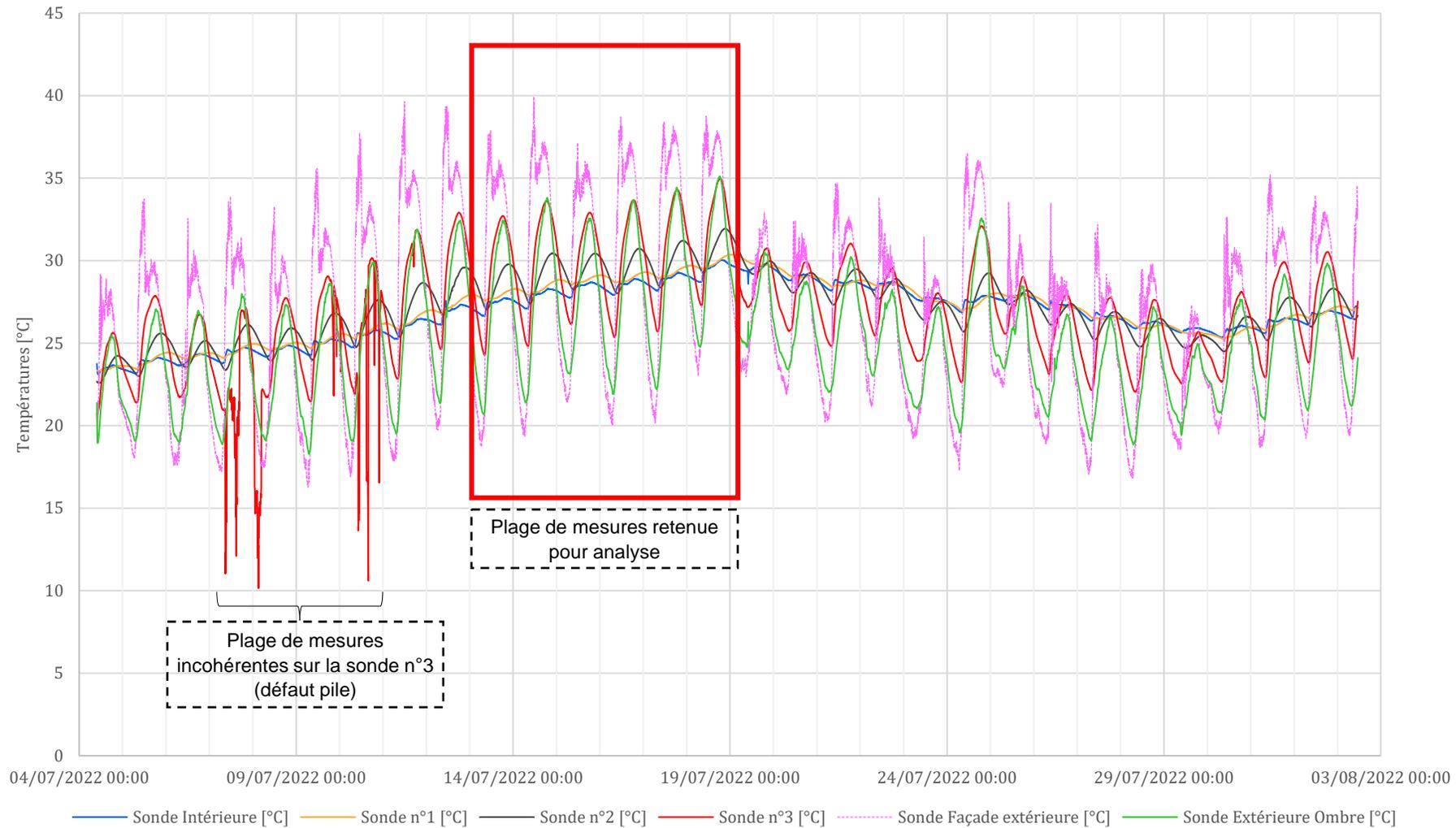
- Une campagne de mesure in situ sur le bâtiment PIERRE VERTE,



6. Les performances Été

Etude R&D interne

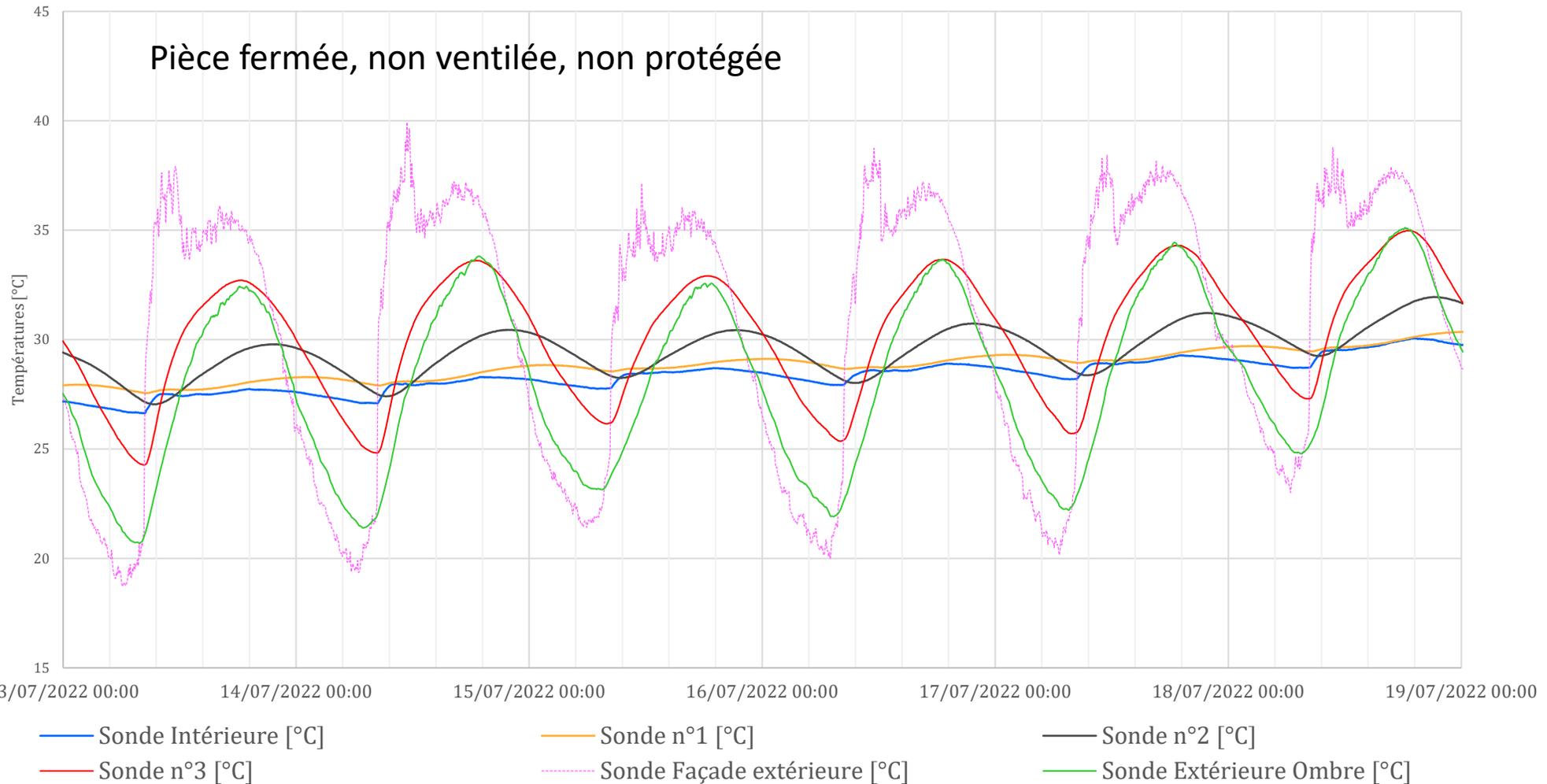
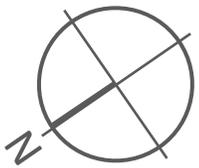
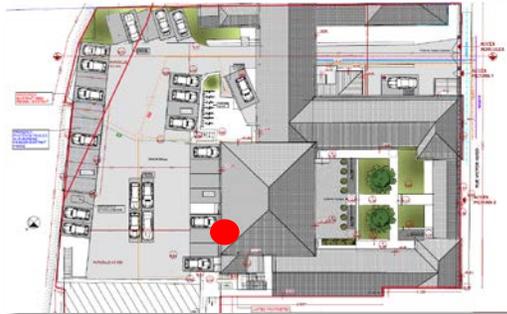
Evolution des températures des 6 sondes durant toute la campagne de mesures



6. Les performances Été

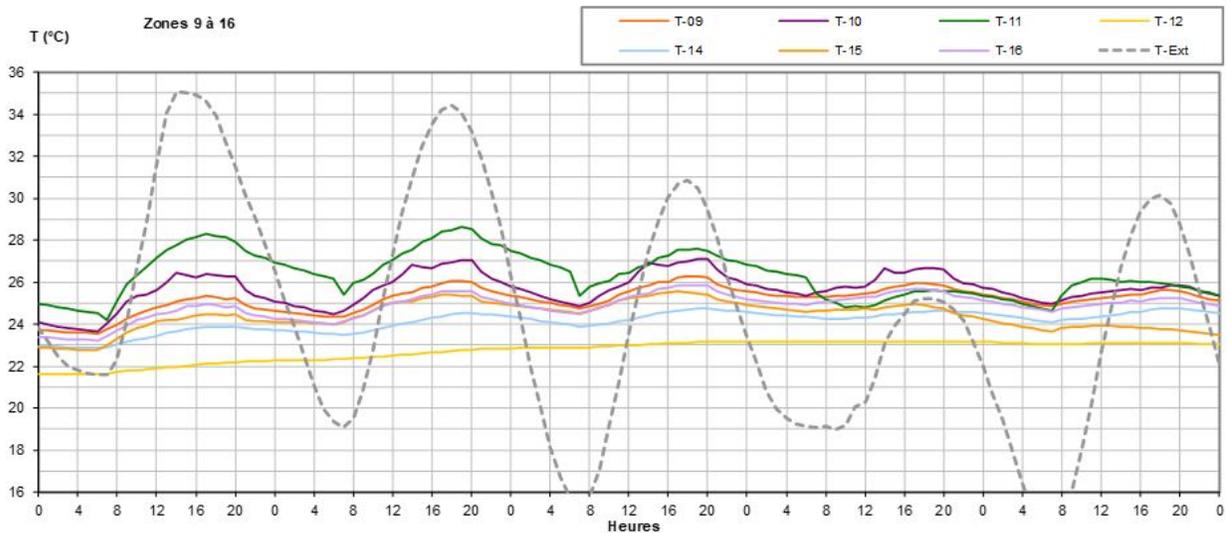
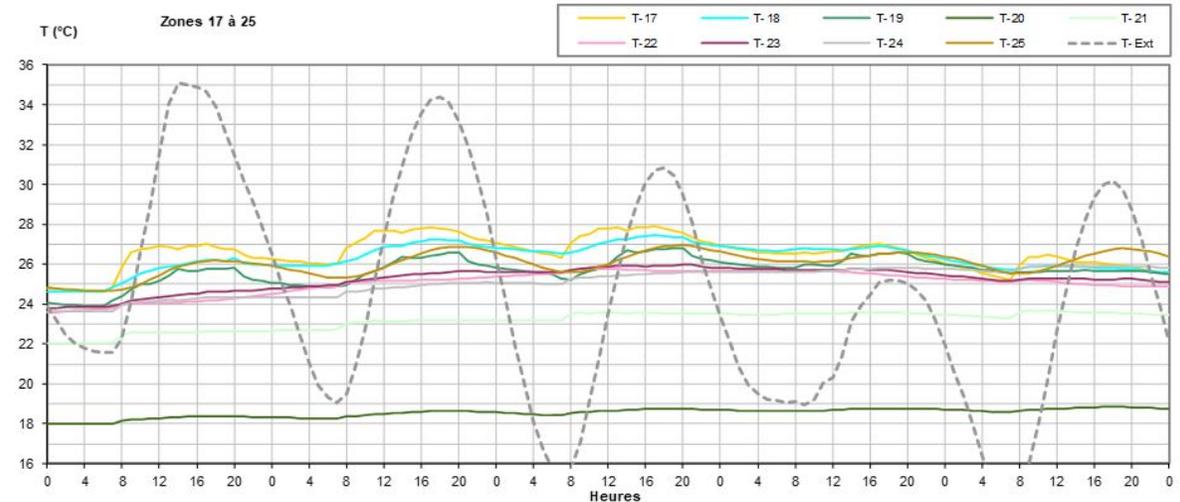
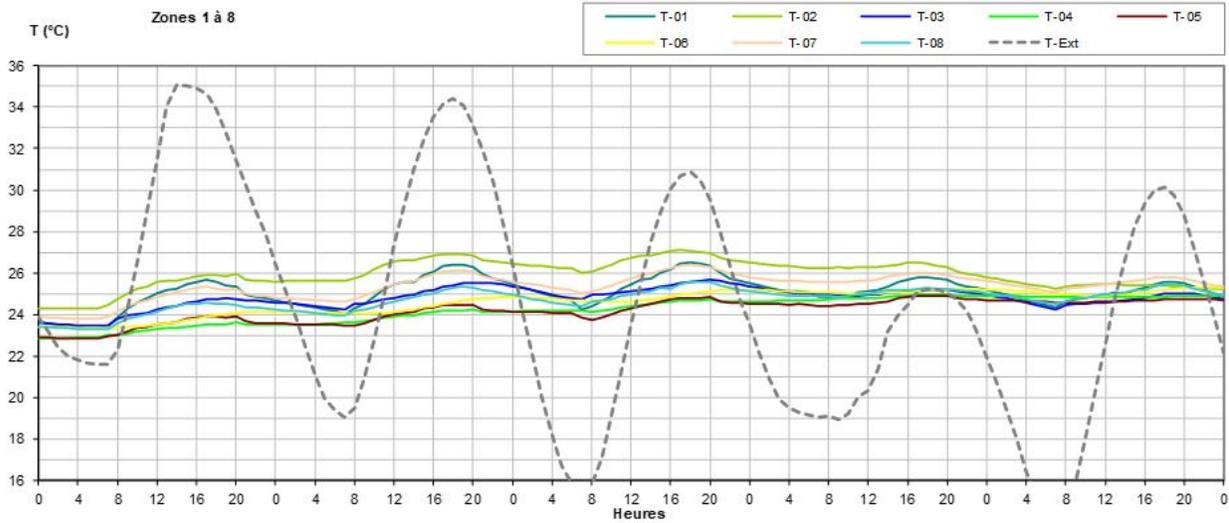
Etude R&D interne

Evolution des températures des 6 sondes sur la période du 13/07/2022 au 19/07/2022



6. Les performances Été

Etude R&D interne

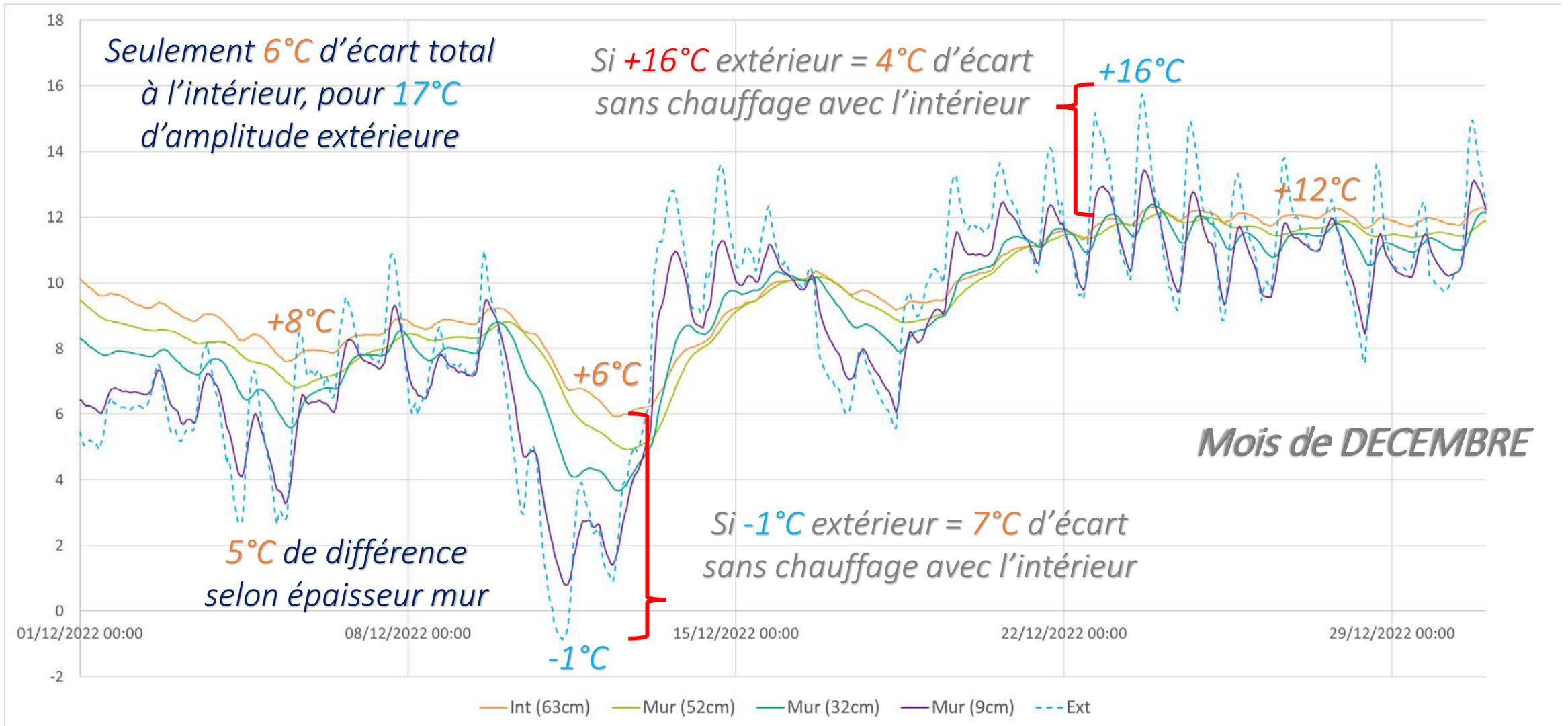


En **simulation**, les températures avec introduction des charges internes et ventilation nocturne au débit nominal restent globalement en deçà des 28°C lors de séquences chaudes,

En **réel**, le maxi atteint dans les bureaux a été de 27,4°C pour près de 40°C extérieur durant la séquence caniculaire de juillet.

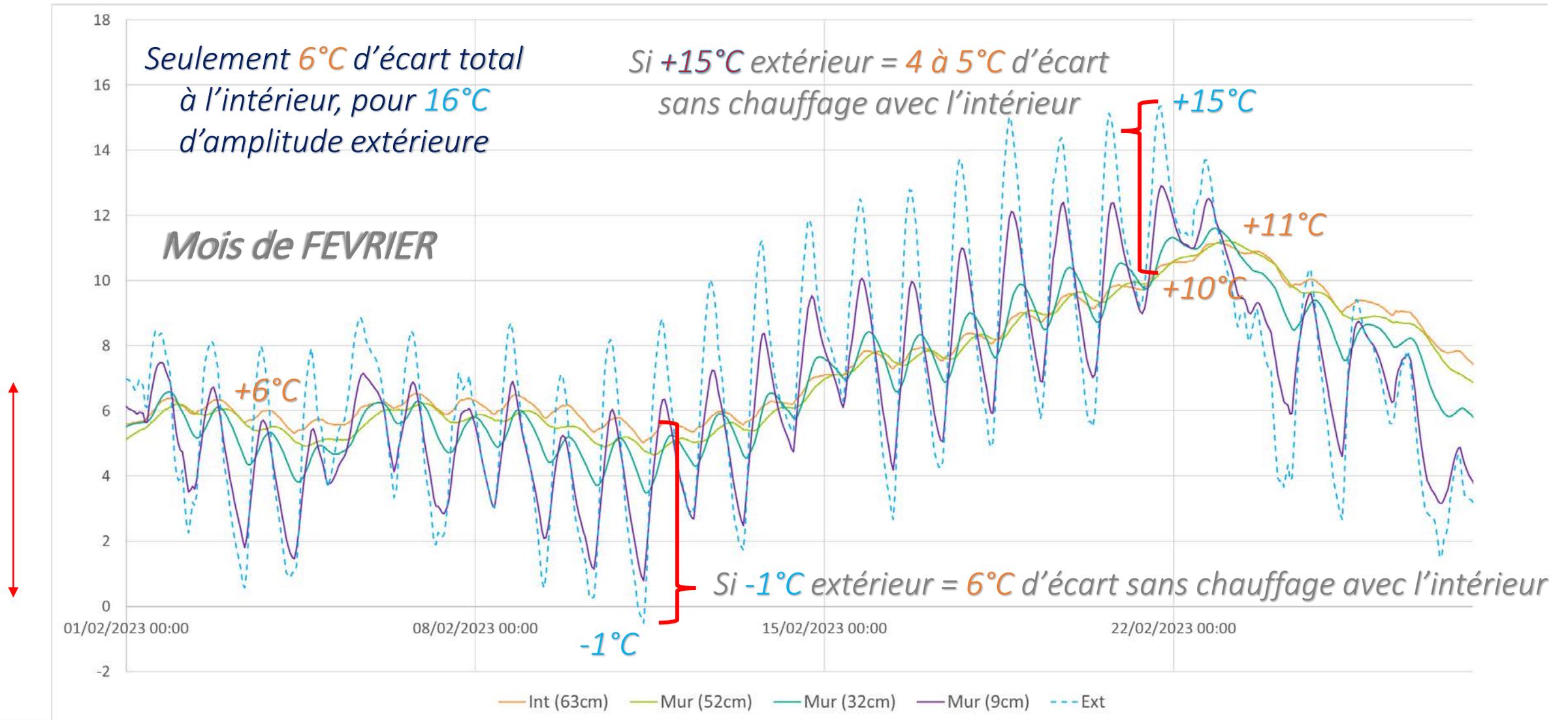
6. Les performances Hiver

Etude R&D interne



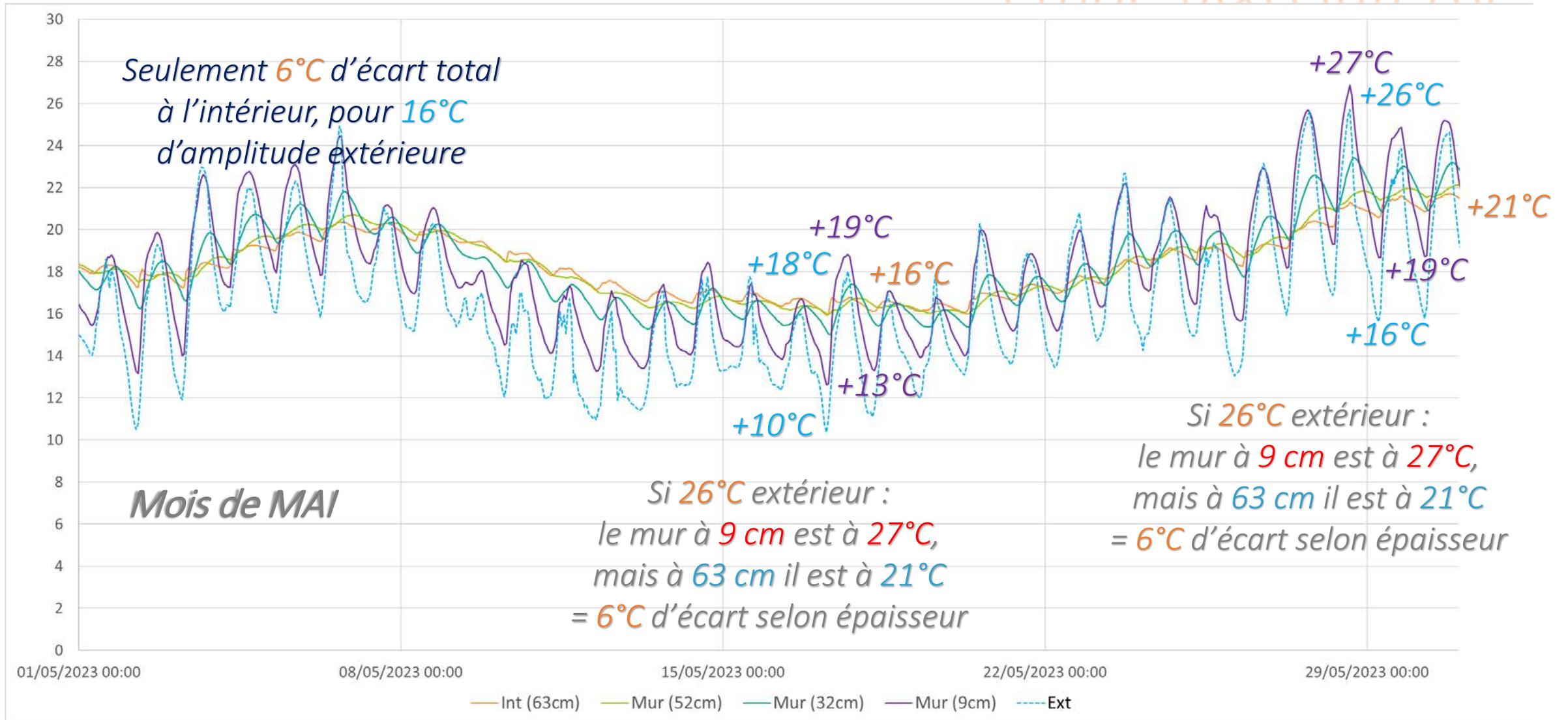
6. Les performances Hiver

Etude R&D interne



6. Les performances Demi-saison

Etude R&D interne



6. Les performances

Etude R&D interne

ÉTÉ : La réglementation actuelle voulant réduire le plus possible les consommations n'est pas adaptée aux bâtiments patrimoniaux à très forte inertie, car cela risque de conduire à imposer une isolation par l'intérieur et entraîner en été **la mise en œuvre inutile de rafraîchissement, dans des bâtiments sachant s'en passer naturellement.**

HIVER : L'incidence sur les besoins de chauffage reste faible grâce à la stabilité thermique apportée par l'inertie. Au-delà de 50 cm d'épaisseur, la température intérieure varie journallement de seulement 1°C, alors que l'amplitude intérieure est de 6 °C minimum si seulement 10 cm d'épaisseur. Notre bâtiment n'a appelé à maxima que 35W/m² pour une pointe à -5°C extérieur (70kW pour 2000m²),

Demi-saison : Au mois de mai, pour 26°C ext. on peut déjà appeler du rafraîchissement avec un mur de 10 cm d'épaisseur sans charges internes ($T_{int} > 27°C$), alors qu'au-delà de 50 cm la température est stable entre 20,5 et 21°C constant, et pourra absorber aisément les charges internes.

CONSEIL : En zone Sud, les parois s'approchant, voire dépassant les 50 cm d'épaisseur en matériaux hétérogènes, ne doivent pas être isolées ... **c'est une hérésie** 😊

7. Le Chantier

Impact important de la morphologie bâtie Phase 2

	SURFACES			VOLUME			HSP
	m ²			Ventilé m3	Chauffé m3	Total m3	m
Locative (Sloc)	488,10	65%	28%	1 389,08	1 789,65	1 823,60	3,74
Utile (SU)	575,43	77%	33%	1 427,15	1 809,24	2 008,69	3,49
Circulation	174,49	23%	10%	58,67	133,95	464,25	3,47
Chauffée direct	501,75	67%	29%	1 374,71	1 923,60		3,83
Chauffée totale	700,57	93%	40%			2 429,64	3,47
Restructuré	749,92	100%	43%	1 455,59	1 923,60	2 518,47	3,36
Projet	945,96	126%	54%			3 032,42	3,21
SDO	1 428,18	190%	82%				
SHON	1 744,00	233%	100%				

La partie locative représente 65% de la surface restructurée, et 28% de la surface totale SHON d'intervention
La hauteur moyenne sous plafond est de 3,74m, avec des espaces à 5,35m !

7. Le chantier



Etat antérieur



7. Le chantier

Curage



7. Le chantier

Curage et sablage



Reconstitution du vestibule d'origine avec 8 portes d'accès en encadrement pierre de taille



Avant



Après



7. Le chantier

Augmentation de la SU



Ouverture des impostes de fenêtre et création d'une mezzanine en R+2 sur 92 m²



7. Le chantier

Augmentation de la SU

Création d'une mezzanine
de 92 m² en R+2



7. Le chantier



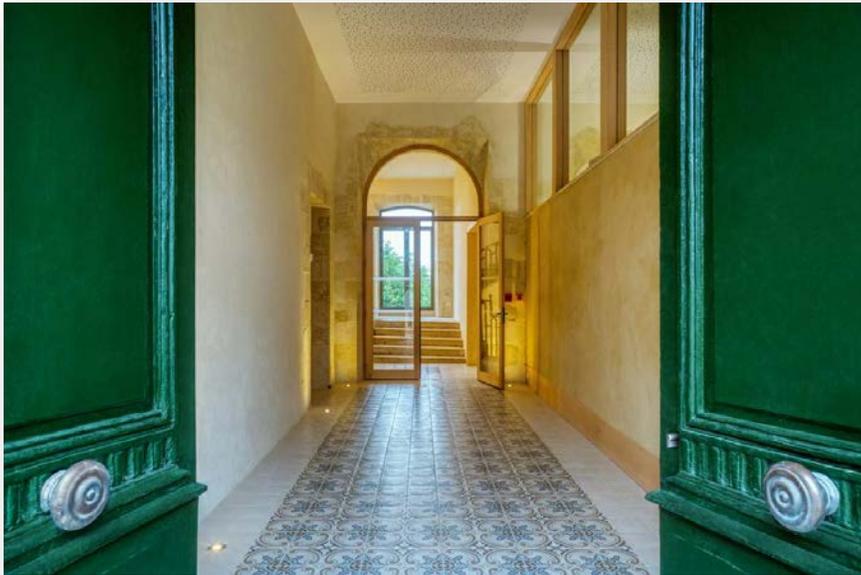
Usage matériaux bas carbone



7. Le chantier



Usage matériaux bas carbone



Mise en œuvre dans le bâtiment pour les 2 phases de :

- Bois : 46 Tonnes
- Terre crue : 51 Tonnes
- Fibre bois : 1,35 Tonnes
- Ouate de cellulose : 340 m² x 40 cm = 136 m³

7. Le chantier

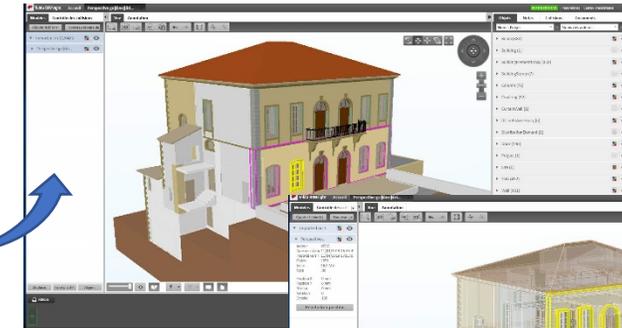
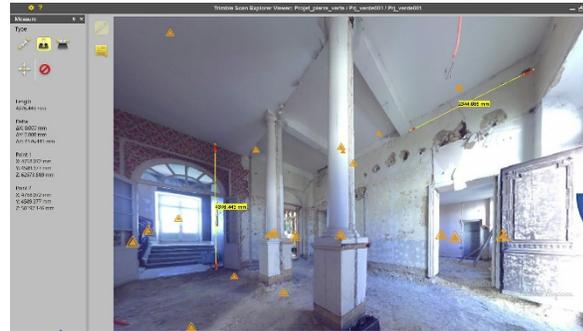
Usage des outils numériques



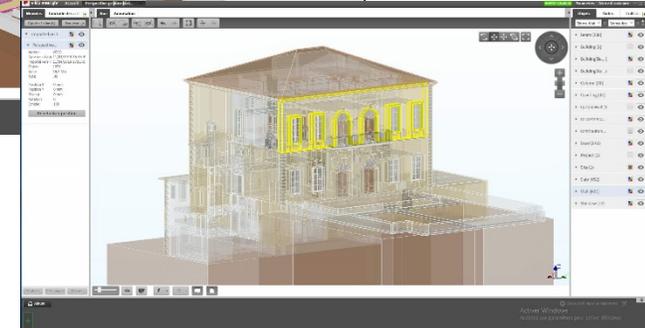
DRONE



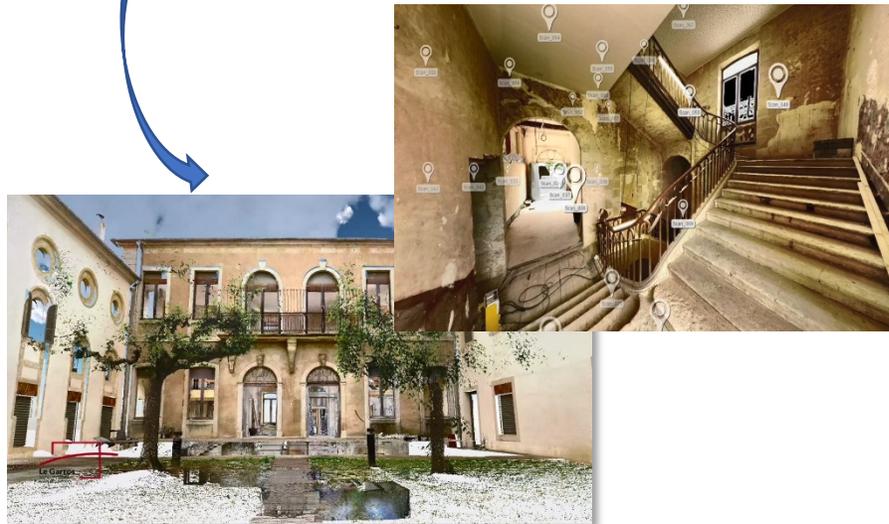
SCAN 3D



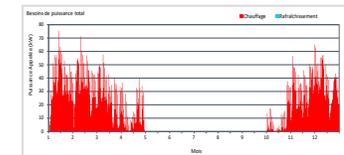
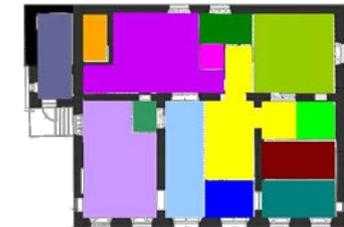
BIM



Casque de réalité virtuelle



Photogrammétrie / Lasergrammétrie



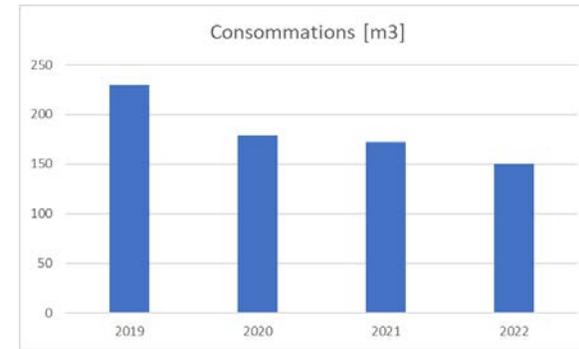
STD

- 1 - Maquette Numérique et Plateforme Collaborative
- 2 - Photogrammétrie et Lasergrammétrie par drone
- 3 - Scan 3D (64 postes)
- 4 - Réalité virtuelle / réalité augmentée

8. Retours de phase usage

- **Ce qui fonctionne bien :**

- La qualité du confort interne en été, en hiver ou en demi-saison (ressenti : il fait **DOUX**),
- Le **calme** et la performance acoustique des bâtiments (37dB), le très bon éclairage naturel comme artificiel,
- La qualité d'air, des ambiances et des matériaux naturels utilisés qui **apaise** énormément, grande **sérénité**,
- Les très bons résultats en termes de consommations :
 - **électricité + chauffage bois** = 74,5 kWh ef/m²/an et avec PV = **BEPOS E4** = - 6,93 kWh/m² et **BBC Effinergie Rénovation 2009**
 - eau 150m³/40p = 3,75m³/personnes/an,
 - entraînant des charges d'exploitation très faibles pour les locataires (18,16 k€/2 120m² = 8,56 € TTC/m²),
- **ADDENDA** assure la formation des usagers, le suivi d'exploitation du bâtiment, et participe à sa maintenance (17 compteurs d'énergie, 43 compteurs d'électricité = évaluation et amélioration des réglages).



CNFPT : Commentaire écrit de la Directrice, Mme Valérie BELTRANDO dans le cadre du BDO :

- « Nos usagers font de très bons retours sur "l'ambiance" de ce bâtiment : chaleureux, accueillant, propice au calme... ce qui crée des conditions d'apprentissage très favorables pour nos apprenants. Même chose pour le personnel permanent qui a des conditions de travail très confortables (matériaux nobles, couleurs chaudes, luminosité agréable, circulation adaptée à notre activité, hauteur des plafonds créant des volumes agréables...) »

8. Retours de phase usage

- **Ce qui fonctionne moins bien :**

- **Le CNFPT** assure la formation de personnes externes, ce qui complexifie la capacité à sensibiliser les usagers aux économies (eau par exemple, même si celle-ci restent malgré tout très basses),
- **Nécessité de ne pas interrompre la stabilité** du bâtiment dans l'usage (veiller à la gestion des protections solaires, ne pas ouvrir les fenêtres en hiver pour ventiler = inutile = merci COVID !),
- **Problème de sérieux et de constance des entreprises** dans les travaux, puis lors de l'entretien courant (ex : arrêt technique chaudière bois jeudi 17h et défaut de renvoi d'alarme = décharge inertielle durant le WE = gare à l'inconfort le lundi matin)

- **Mise au point très longue** du chauffage, CVC livraison incomplète, GTB mal paramétrée et avec des erreurs d'affectation,
- **Difficulté d'approvisionnement** : produits d'éclairage (driver courant continu = 6 mois), appro matériel CVC et/ou CFO/CFA (ventilateur CTA = 4 mois d'attente, circulateur 3 mois, ...).



8. Retours de phase usage

- **Ce qui fonctionne moins bien :**

- **Commissionnement** indispensable des équipements, mais surtout de la GTB avant levée des réserves,
- Pas de transfert du « **Cahier de Préconisation** » pour un bon fonctionnement, de Paris vers les antennes locales,
- **Banque de France** : en travaux l'artisan propose de **doubler en placo la façade de 3 bureaux** au lieu comme prévu de redresser les murs à la chaux, ... **la responsable du chantier de la BDF accepte = + 3°C en été !! Greeuhh !** 
- **Chaudière biomasse** : contrôler la qualité des réglages à la mise en service (réglages initiaux mal réalisés) :
 - vannes d'équilibrage des réseaux mal réglées,
 - sondes contact du ballon tampon mal positionnées,
 - problème contact cendrier, entraînant des mises en sécurité de la chaudière,
- ... et surtout **le réglage % O² (trop élevé)** :
 - **Mauvaise combustion et surconsommation de pellets,**
 - **Destruction de pièces techniques en contact avec le foyer, et/ou d'organe directement en contact,**

Ces mauvais réglages ont été la cause de remplacement de pièces dans la chaudière (allumeur, guide d'alimentation), rendues défectueuses à cause d'une température trop élevée dans le foyer. Deux hivers ont été nécessaires pour obtenir le fonctionnement optimal du chauffage,

9. Résultats finaux

SPL Phase 1 et 2 = 2 116 m²

Consommation

Consommation Chauffage

Consommation Electricité totale

Consommation Totale

Ratio consommation kWh_{ef}/m²/an

Production

Production Chaudière Bois

Production Photovoltaïque 100 m²

Production totale

Ratio production kWh_{ef}/m²/an

Solde final kWh_{ef}/m².an

Calcul BEPOS E4 kWh_{ep}/m².an

Consommations et productions énergétiques

Etudes STD

Réel

	21°C Prévisionnel 2 116 m ²	22°C Phase 1 1 170m ²	22°C Phase 2 946 m ²	22°C Total 2 116 m ²	
Consommation Chauffage	179 643	80 914	46 996	127 910	- 28,8%
Consommation Electricité totale	37 147	16 420	13 280	29 700	- 20,0%
Consommation Totale	216 790	97 334	60 275	157 610	- 27,3%
Ratio consommation kWh _{ef} /m ² /an	102,45	83,19	63,72	74,48	
Production Chaudière Bois	(- 179 643)	(- 80 914)	(- 46 996)	(- 127 910)	
Production Photovoltaïque 100 m ²	- 39 190	- 21 249	- 21 249	- 42 498	+ 8,4%
Production totale	- 218 833	- 102 163	- 68 245	- 170 408	
Ratio production kWh _{ef} /m ² /an	- 103,42	- 87,32	- 72,14	- 80,53	
Solde final kWh _{ef} /m ² .an	- 0,97	- 4,13	- 8,42	- 6,05	kWh _{ef} /m ² .an
Calcul BEPOS E4 kWh _{ep} /m ² .an	- 2,23	- 2,81	- 12,0,4	- 6,93	kWh _{ep} /m ² .an

Couverture PV = 143%

Autoconsommation PV = 104%

9. Résultats finaux

Bâtiment BEPOS et 100% autonome sur 2116 m² avec seulement 200 m² de PV.

Consommation hors PV : 74,5 kWh_{ep}/m².an et Cep de 81,2 kWh_{ep}/m².an

Consommation avec PV : - 6,05 kWh_{ep}/m².an et Cep de - 6,93 kWh_{ep}/m².an



Couverture PV du besoin électrique :

Couverture PV = 143%

Autoconsommation :

Autoconsommation PV = 104%



100m² de PV installé en première phase.

Obligation d'implanter la seconde production PV (100 m² supplémentaire), sur le bâtiment de la salle de sport du voisin, pour atteindre l'autonomie totale du projet, l'ABF refusant toute installation PV en toiture dans le périmètre de la ZPPAUP ...



... qui heureusement s'arrête devant la salle de sport !



9. Résultats finaux



Tableau récap conso (hors véhicule)		
Phase 1	Phase 2	Total
1170	946	2116

SPL

200 m² PV

avec les 200 m² de PV prévus (hors consommations véhicules)

Quand on parle de ratios, de quoi parle-t-on ?

- Conso totales ef,
- Conso totales EP,
- Cep RT 2012,
- EP RE2020,
- Epnr RE2020,
- BEPOS,



EP = 2,58

Bois = 1, EP = 2,3
– autoconsommation

Bois = 0, EP = 2,3
– autoconsommation

Bois = 0, EP = 2,58
– autoconso. – revente en ef

Conso Totale kWh _{ef}	97 334	60 275	157 609	kWh
Ratio total ef	83,19	63,72	74,48	kWh/m ²
Conso Totale kWh _{EP}	123 278	81 255	204 533	kWh
Ratio total EP	105,37	85,89	96,66	kWh/m ²
Conso Cep kWh _{EP}	104 544	67 241	171 785	kWh
Ratio Cep (5 postes)	89,35	71,08	81,18	kWh/m ²
Conso EP RE2020	66 465	29 529	95 995	kWh
Ratio EP RE2020	56,81	31,21	45,37	kWh/m ²
Conso EP _{nr} RE2020	- 14 449	- 17 467	- 31 915	kWh
Ratio Epnr RE2020	- 12,35	- 18,46	- 15,08	kWh/m ²
Conso BEPOS E4	- 3 282	- 11 387	- 14 669	kWh
Ratio BEPOS E4	- 2,81	- 12,04	- 6,93	kWh/m ²

100 m² PV

Avec seulement les 100 m² de PV de la Phase 1

Conso BEPOS 100m ²	- 3 282	34 259	30 977	kWh
Ratio BEPOS	- 2,81	36,21	14,64	kWh/m ²

9. Résultats finaux

BBC Effinergie Rénovation 2009

	PREVISIONNEL RT Ex	
Conso Totale kWhEP	111 024	
Ratio Cep	117,36	117,36

BBC Effinergie Rénovation 2009

Calcul BBC = 0,6 x Cep référence

	BBC Effinergie 2009	
Totale kWhEP	66 614	
Ratio Cep	70,42	70,42
Gain	40%	

BBC Effinergie **PATRIMOINE = tendre vers le BBC Effinergie 2009**

BBC Effinergie Rénovation 2009 ou PATRIMOINE ?

Projet PIERRE VERTE

	Projet PIERRE VERTE	
Conso Totale kWhEP	67 241	
Ratio Cep	71,08	71,08
Gain	-39,44%	

Surface
= 946 m²

Si diviseur = SHON et non SPL (réglementation)

Conso Totale kWhEP	67 241	
Ratio Cep	58,73	58,73
Gain	-49,96%	

= 1 145 m²

Si prise en compte volume (+35% car plafond 3,36m)

Conso Totale kWhEP	50 792	
Ratio Cep	53,69	53,69
Gain	-54,25%	

H = 3,36m
+ 946 m²

Si prise en SHON + VOLUME

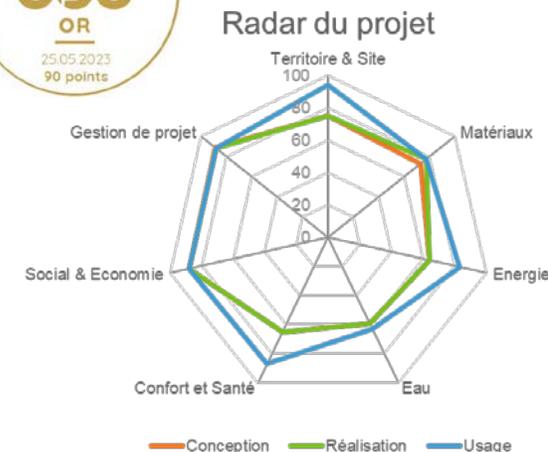
Conso Totale kWhEP	50 792	
Ratio Cep	44,36	44,36
Gain	-62,20%	

H = 3,36m
+ 1 145 m²



Bâtiment « PIERRE VERTE » Phase 1 et 2

- Ensemble tertiaire patrimonial restructuré en **BEPOS** (Bâtiment à Energie Positive), et **Autonome en énergie**, sans isoler les murs,
- **Bas Carbone** niveau « E4 C2 » du Label E+C- et le « niveau 3 » du Label BBCA
- Développer la dernière **brique technologique** manquante pour pouvoir **massifier** le développement du **courant continu en réseau local**
- Projet 2 fois **Lauréat NOWATT 2014 et 2020 – Région Occitanie**
- Projet Bâtiment Durable Occitanie à niveau **BDO OR** avec 90pts/100
- Réaliser un projet pédagogique exemplaire en partenariat avec le Campus des Métiers et le Lycée du Garros,
- Entraîner les entreprises Gersoise dans le challenge de l'intégration du Numérique dans le BTP,



**Bon allez ...
Tout va bien**



Solutions et Innovations



Solutions et Innovations



Solutions et Innovations



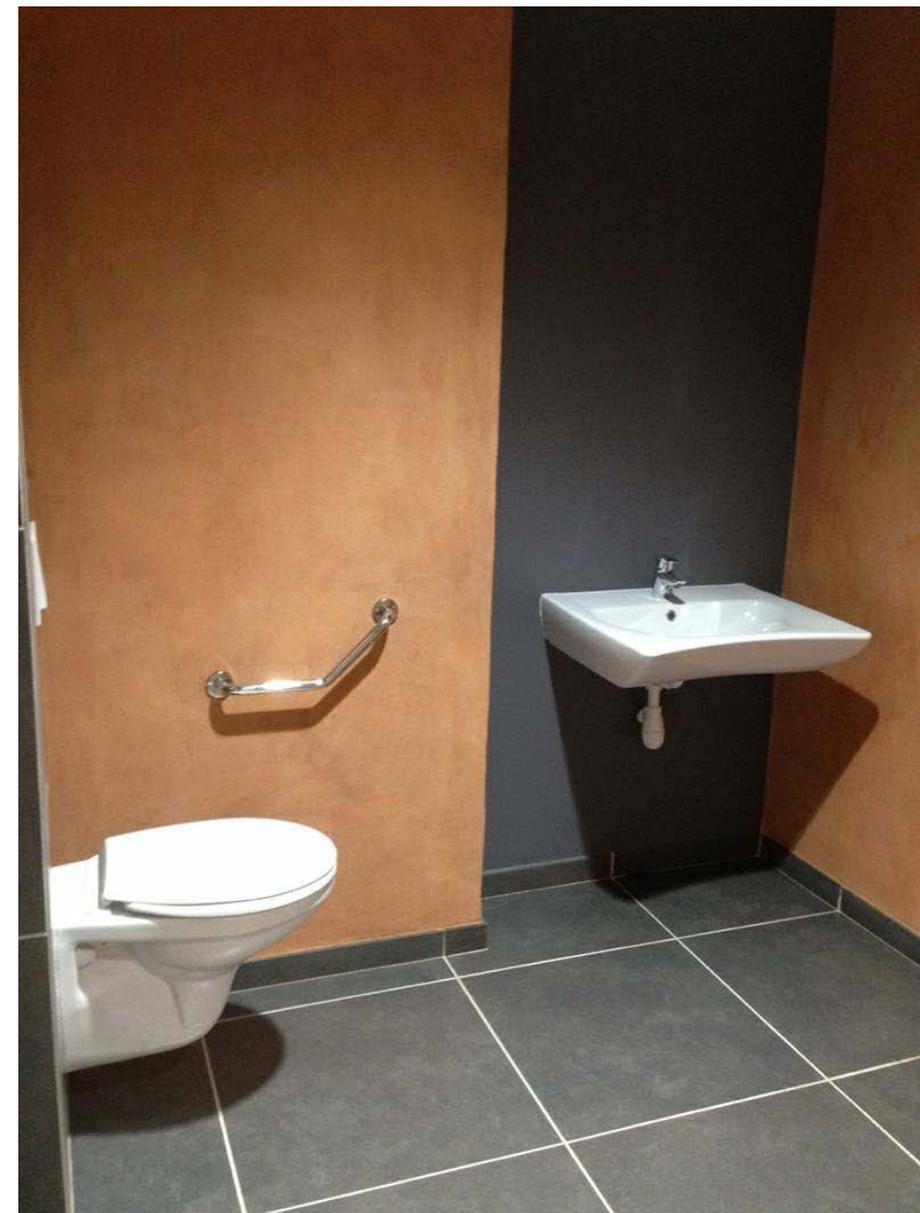
Solutions et Innovations



Solutions et Innovations



Solutions et Innovations



Solutions et Innovations



Solutions et Innovations



Solutions et Innovations





(Avant – Après...)

Façade Principale





Chapelle cour intérieure

Bloc d'accessibilité



Traitement des menuiseries



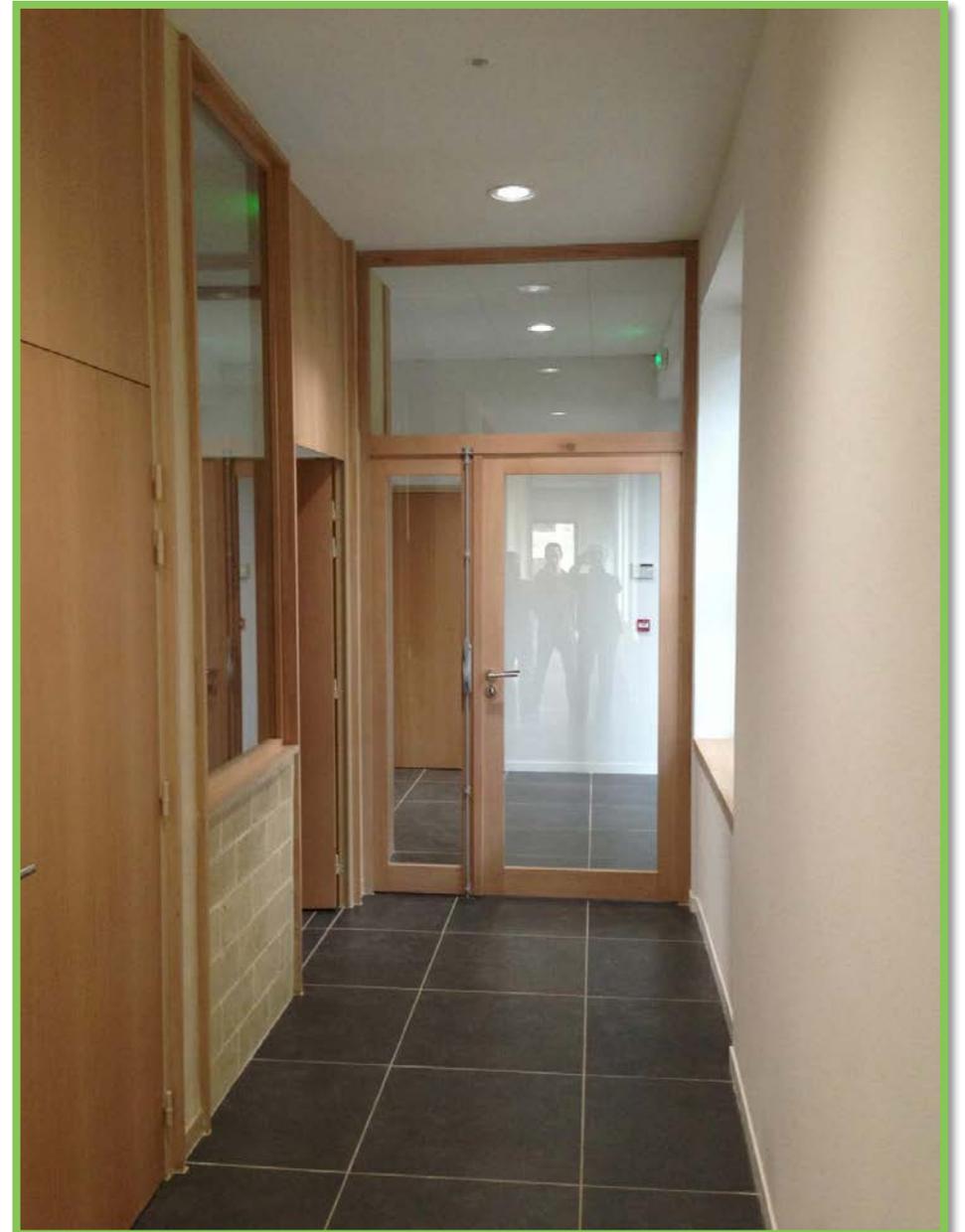


Hangar Photovoltaïque





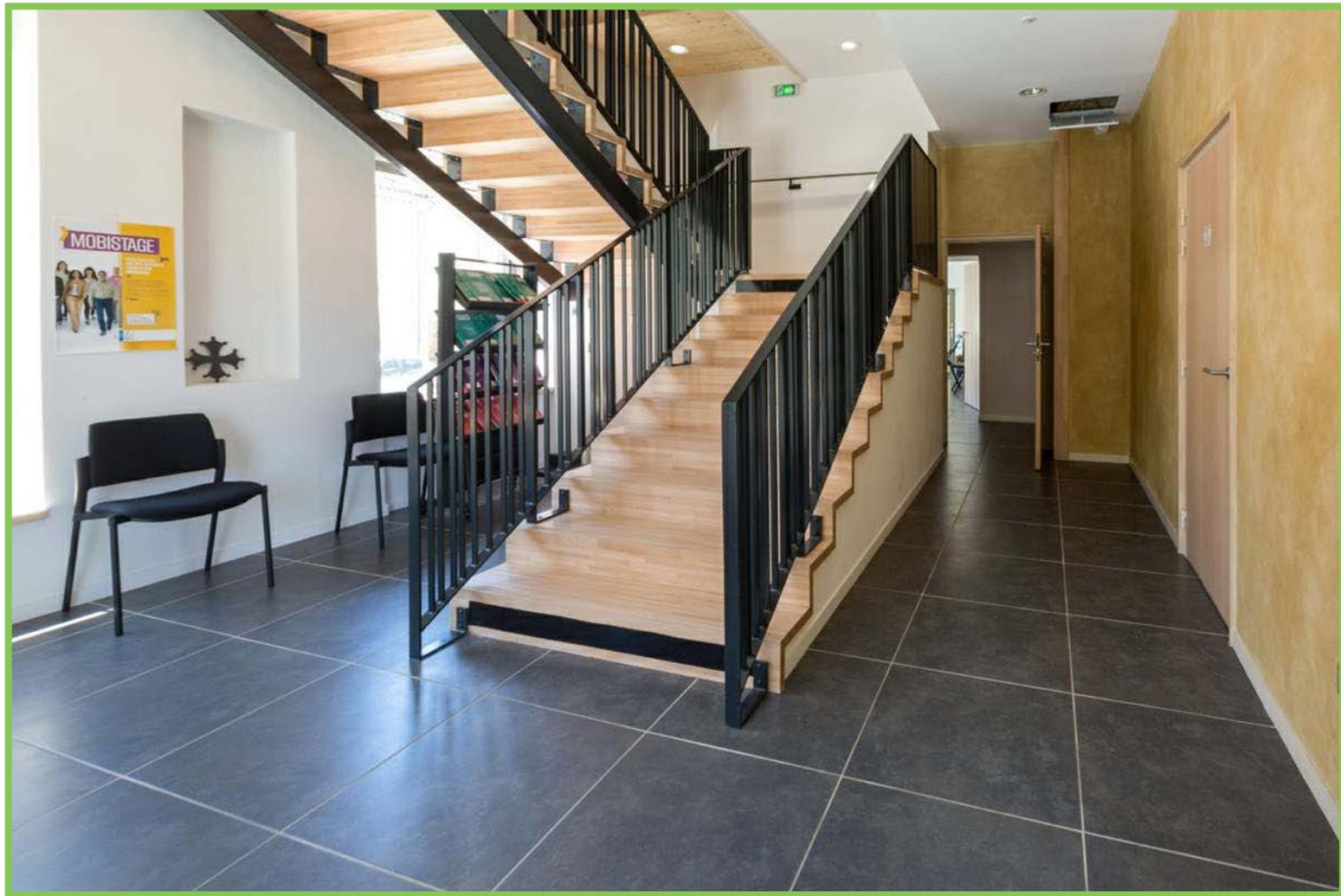
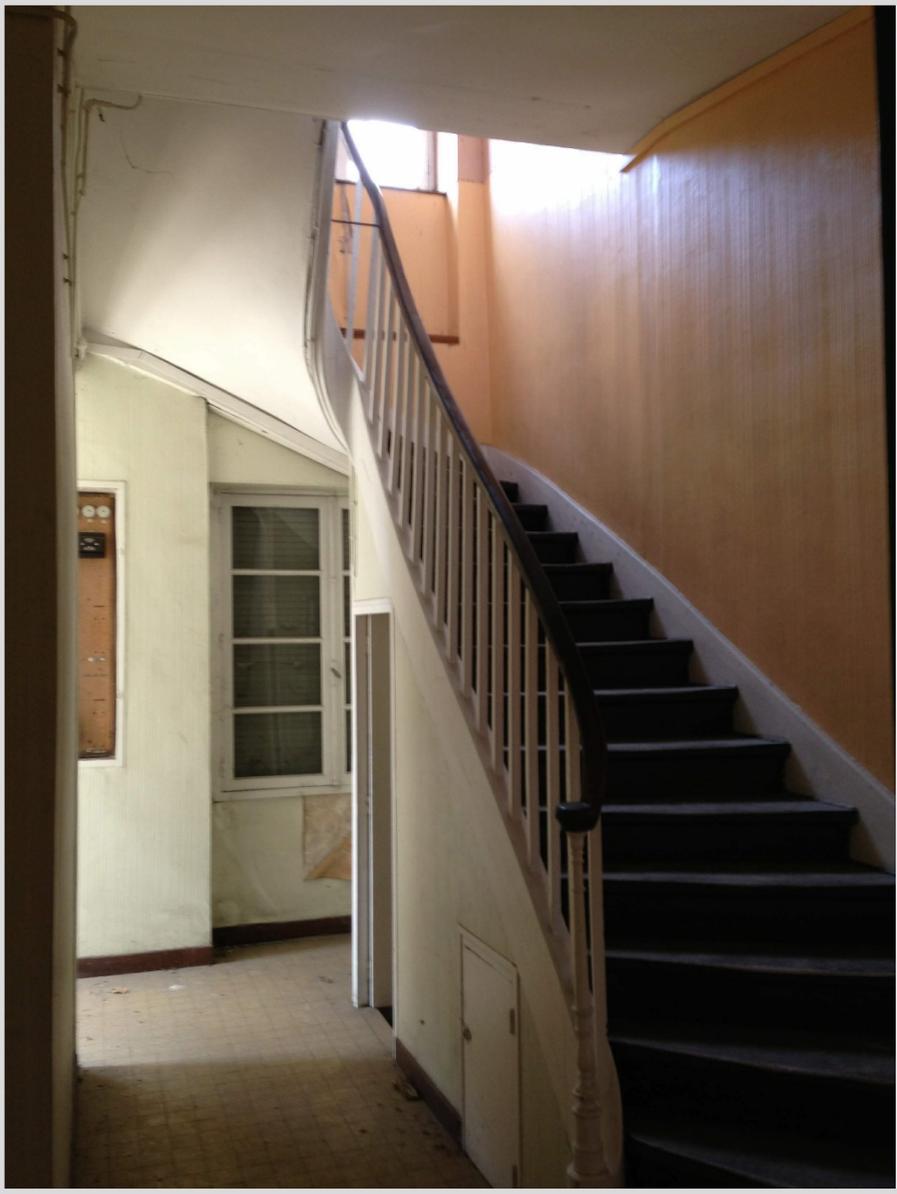
Couloir
CNFPT



Couloir CNFPT



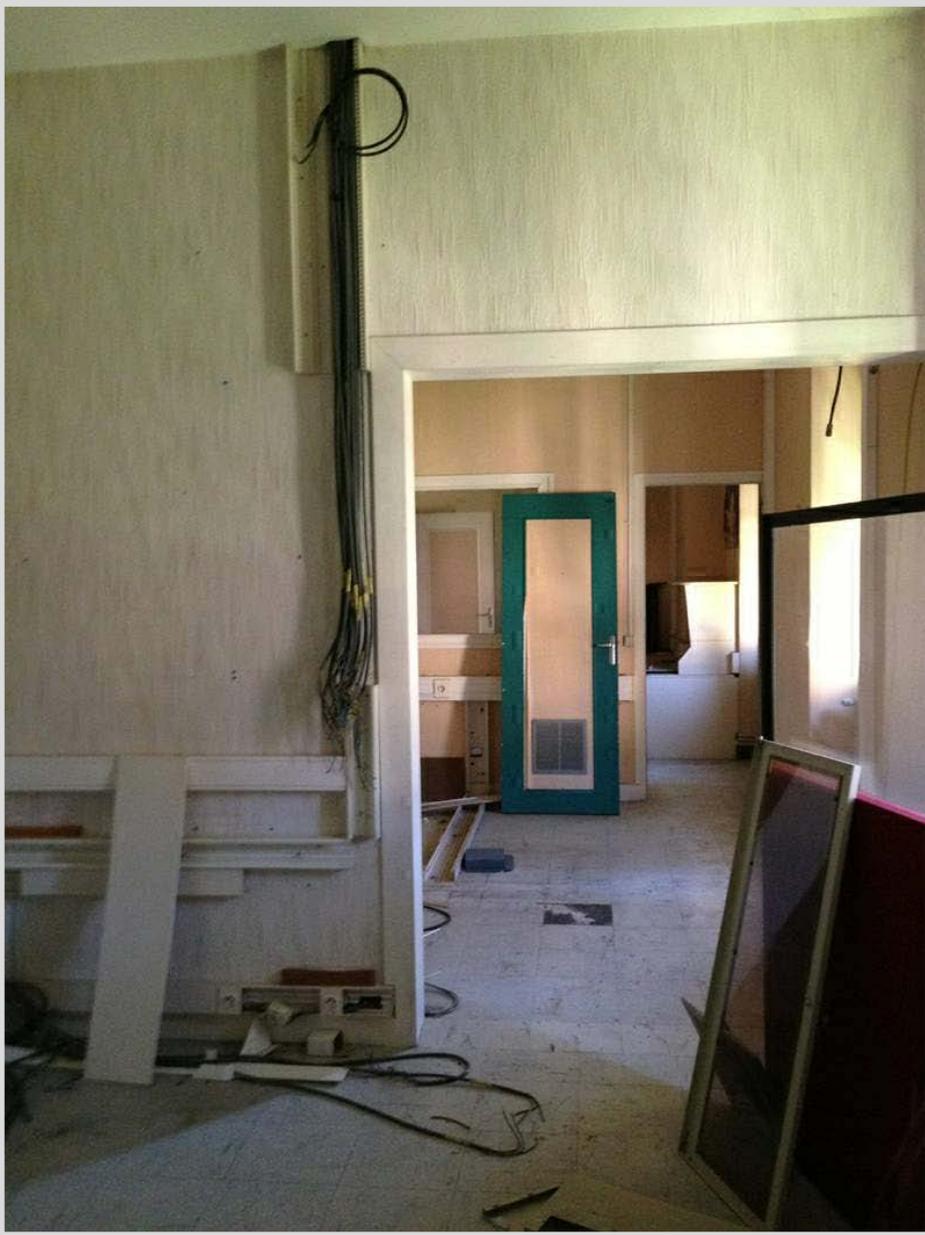






Espace détente stagiaire

Salles de formation CNFPT







Escalier
principal
ADDENDA

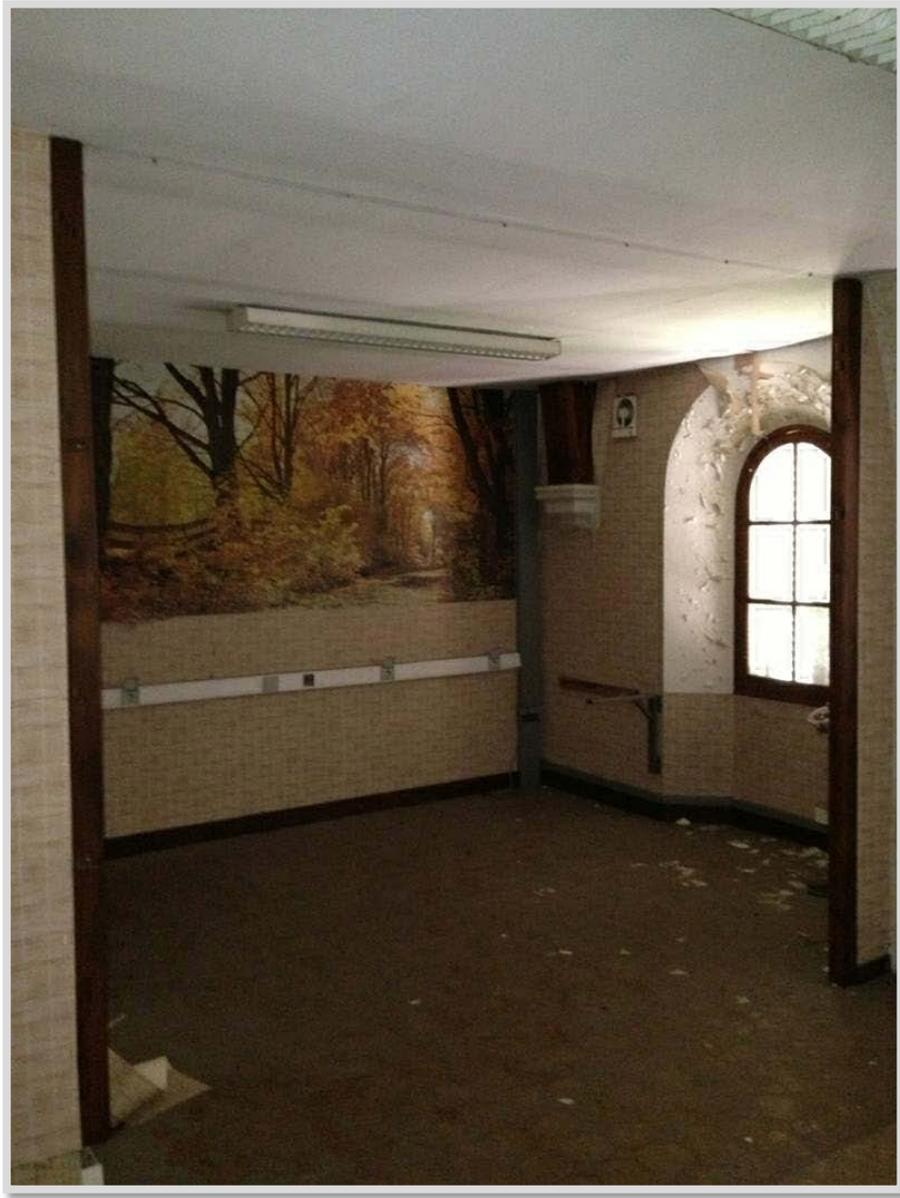


Salle visioconférence ADDENDA

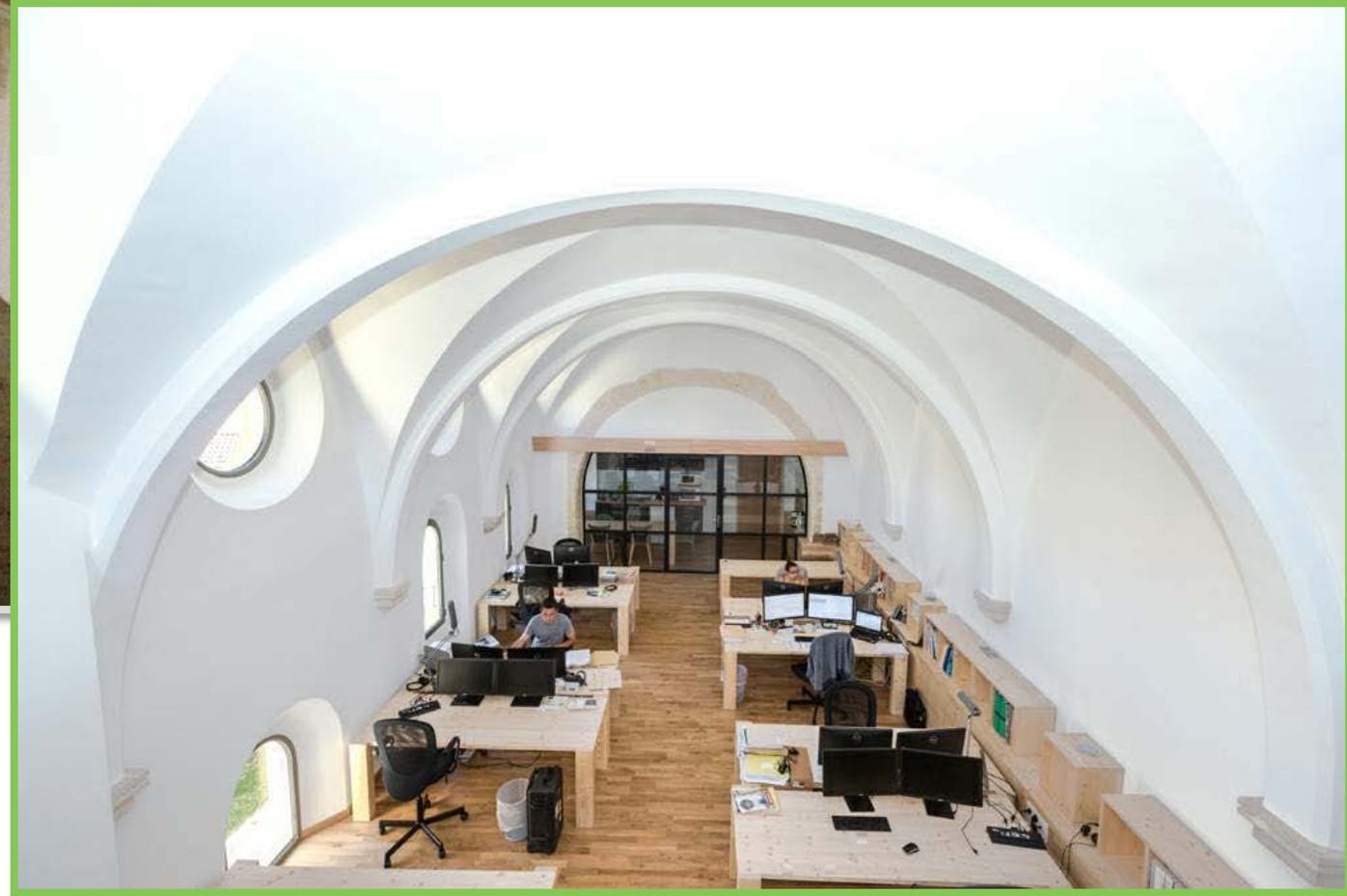


Plateau de travail ADDENDA





Plateau de travail ADDENDA





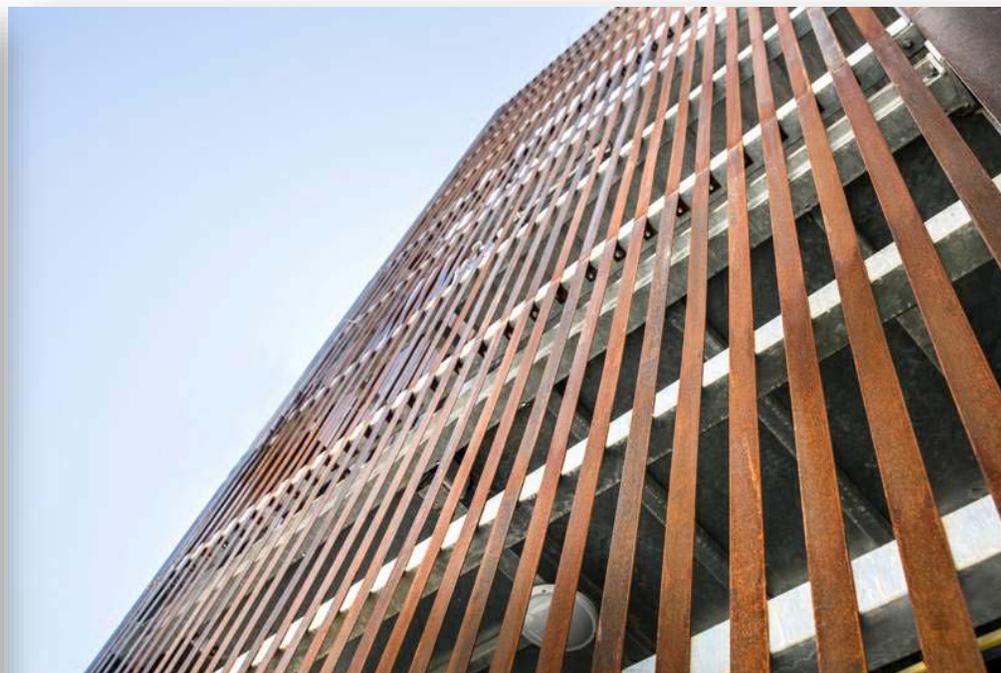
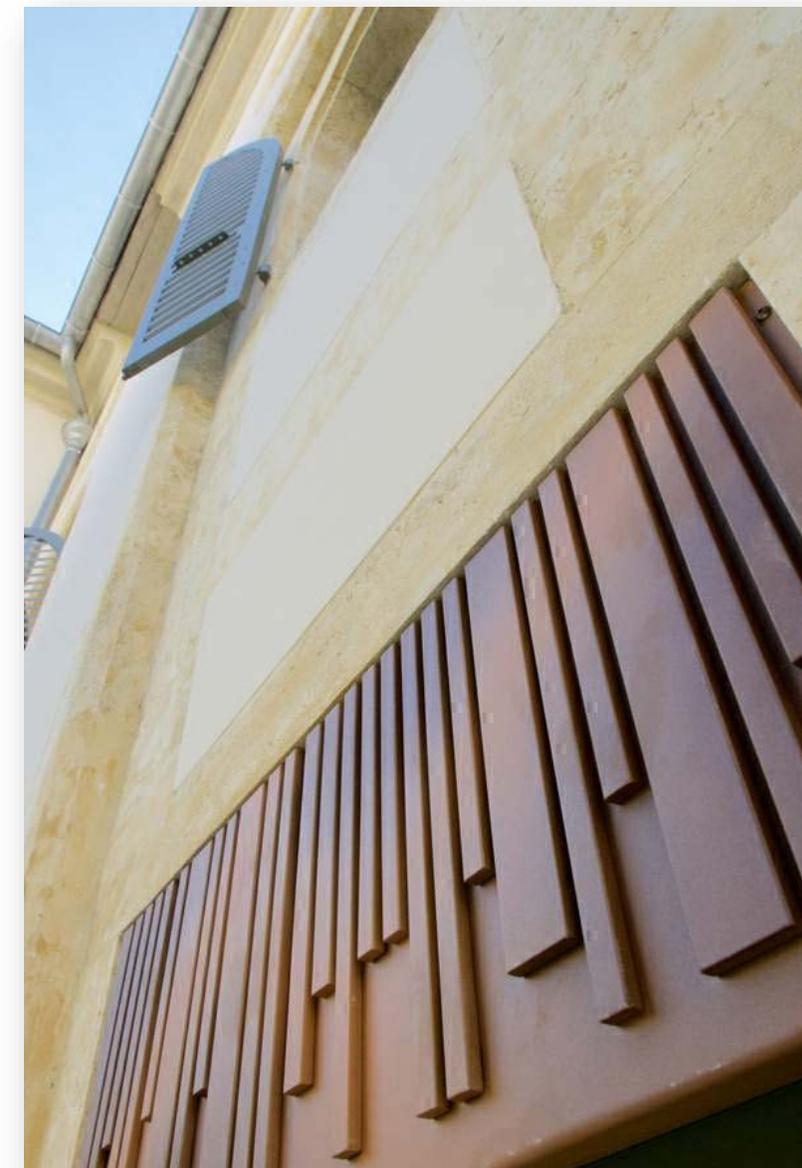
Rosace
ADDENDA



Quelques détails de la restructuration...



Quelques détails ...



Quelques détails ...



Quelques détails ...



Quelques détails ...

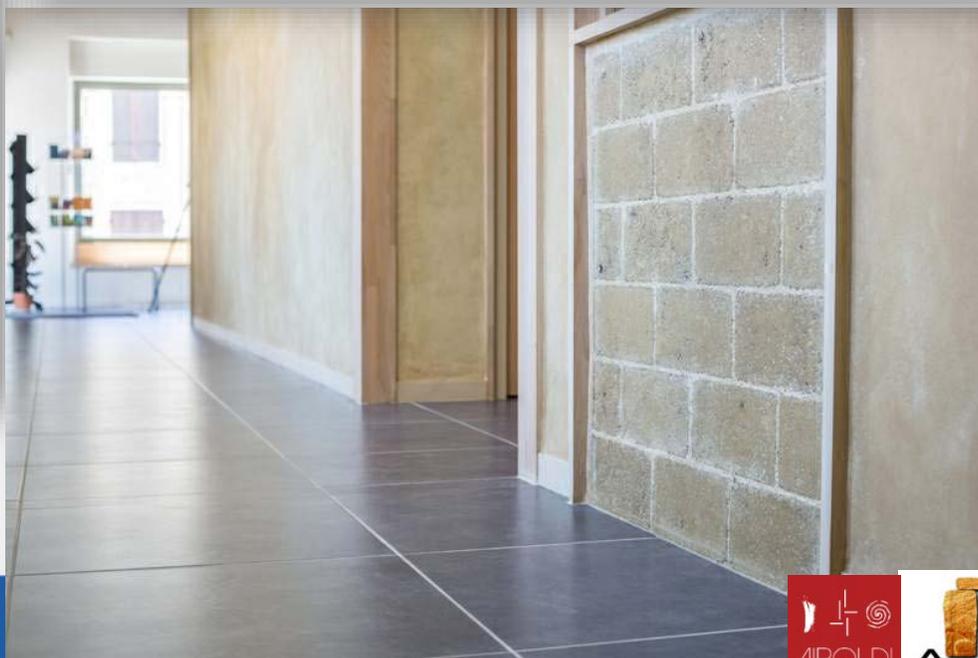
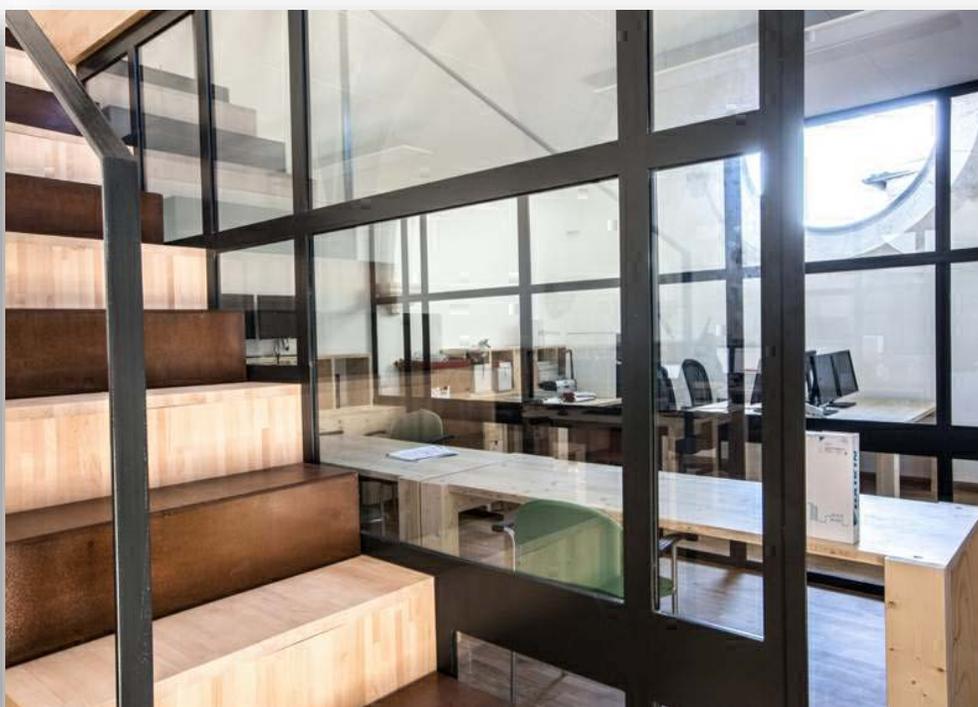


TABLE RONDE INAUGURATION

« ENERGIE POSITIVE : LES VILLES ET LES TERRITOIRES S'ENGAGENT »

Avec la participation de :

Mme Carole DELGA, ancienne Ministre, Présidente de la Région Occitanie/Pyrénées-Méditerranée

M. Philippe MARTIN, député et Président du Département du GERS, ancien Ministre de l'Écologie

M. Franck MONTAUGE, Sénateur Maire d'AUCH et Président de Grand Auch Agglomération

M. Michel PEYRON, Directeur Régional de l'ADEME

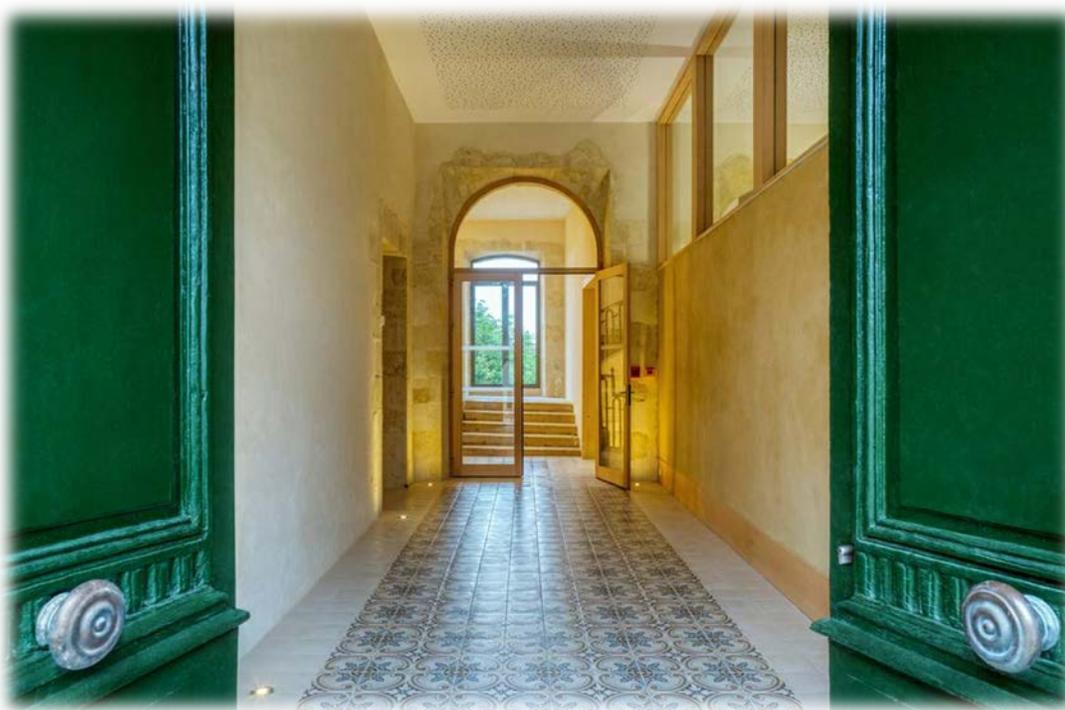
M. William VIDAL, Président d'ECOCERT

M. Alain CASTELLS, Gérant d'ADDENDA et de PIERRE VERTE





Au plaisir de vous recevoir





COLLOQUE RÉGIONAL **envirobat**bdm

Réhabiliter durable

MARSEILLE
20 OCTOBRE 2023



RESTONS EN CONTACT :



Siège social : 44 rue Victor Hugo - 32000 AUCH
Site de Toulouse : 74 av Étienne Billières - 31300 TOULOUSE
Tel : 05.62.66.92.50
Courriel : amo@addenda.fr
Site web : www.addenda.fr



44 rue Victor Hugo - 32000 AUCH
Tel : 05.62.66.92.50
Courriel : [en cours](#)
Site web : [en cours](#)



COLLOQUE RÉGIONAL *envirobat*bdm

Réhabiliter durable

MARSEILLE
20 OCTOBRE 2023



RETROUVEZ CE RETOUR D'EXPÉRIENCES :



www.enviroboite.net