



RÉHABILITATION PATRIMONIALE : DOIT-ON CHOISIR ENTRE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE ET CONFORT D'ÉTÉ ?

ALAIN CASTELLS - ADDENDA

1988 à 1998 = 10 ans

Site Web
www.addenda.fr

1999 à 2022 = 23 ans



ADDENDA


Philosophie

Intégrer la composante **ENVIRONNEMENTALE** au projet en fusionnant performance et respect de l'œuvre architecturale et urbaine.

Notre credo depuis 25 ans : Aider le maître d'ouvrage, comme le maître d'œuvre à s'approprier le potentiel de l'optimisation énergétique et environnementale d'un projet, pour produire des bâtiments confortables, sains, sobres en consommation énergétique et respectueux de leur environnement.

PHILOSOPHIE

HISTORIQUE

MÉTIERS

PROJETS

ÉQUIPE

PARTENAIRES

[lire la suite](#)

Optimisation Energétique et Environnementale des Bâtiments et du cadre Bâti


ADDENDA
Société **ADDENDA**
 Service administratif et direction - 44 rue Victor Hugo - 32000 AUCH
 Tel : 05 62 66 92 50 - Fax : 05 62 66 92 51 - Email : amo@addenda.fr

[CONTACTEZ-NOUS](#)



URBANISME

ENVIRONNEMENT

ENERGIE

Domaines d'intervention



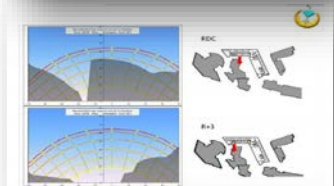
AMENAGEMENT DURABLE

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



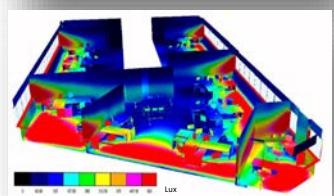
ASSISTANCE A MAÎTRISE D'OUVRAGE

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, ...



Véronique Alain CASTELS Christine Nathalie

Equipe

o Direction – Commercial -
Administratif - Comptabilité



Amélie Pauline Olivier Jérémie Mathilde

- o Ingénieurs
- o Architectes
- o Urbanistes
- o Responsable Chantier



Guillaume Nabil Guillaume Sylvain Clément



Territoire et Références

30 ans d'expérience en STD
et 25 ans en HQE

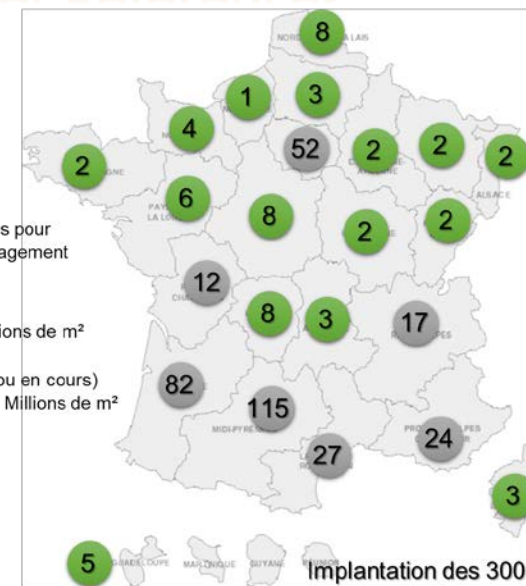
ADDENDA
23 ans d'existence – 15 personnes

Projet NRJ et HQE
plus de 500 références traitées sur 24 régions pour
plus de 4.5 Millions de m² et 1 500 ha d'aménagement

Projet traités en STD
Près de 400 références pour plus de 4,5 Millions de m²

Projet Certifiés HQE/BREEAM (ou en cours)
70 références de certification pour plus de 1,2 Millions de m²

Un maître mot depuis 1998 :
« Garantir pour chaque projet Qualité et
Performance dans le respect du Prix »



Implantation des 300
principales références

Bâtiment PIERRE VERTE



Phase 1 (2014-2016)
Phase 2 (2018-2021)

Bâtiment PIERRE VERTE



Phase 1 (2014-2016)

Phase 2 (2018-2021)



Présentation Bâtiment PIERRE VERTE



1^{er} Bâtiment Patrimonial à
Energie Positive et Bas Carbone
100% autonome en énergie (sans
isoler les murs)

Niveau Label E4C2

Lauréat Appel projets de recherche
Ademe «Vers des bâtiments
responsables à l'horizon 2020»

Lauréat NoWatt 2014 (phase 1)

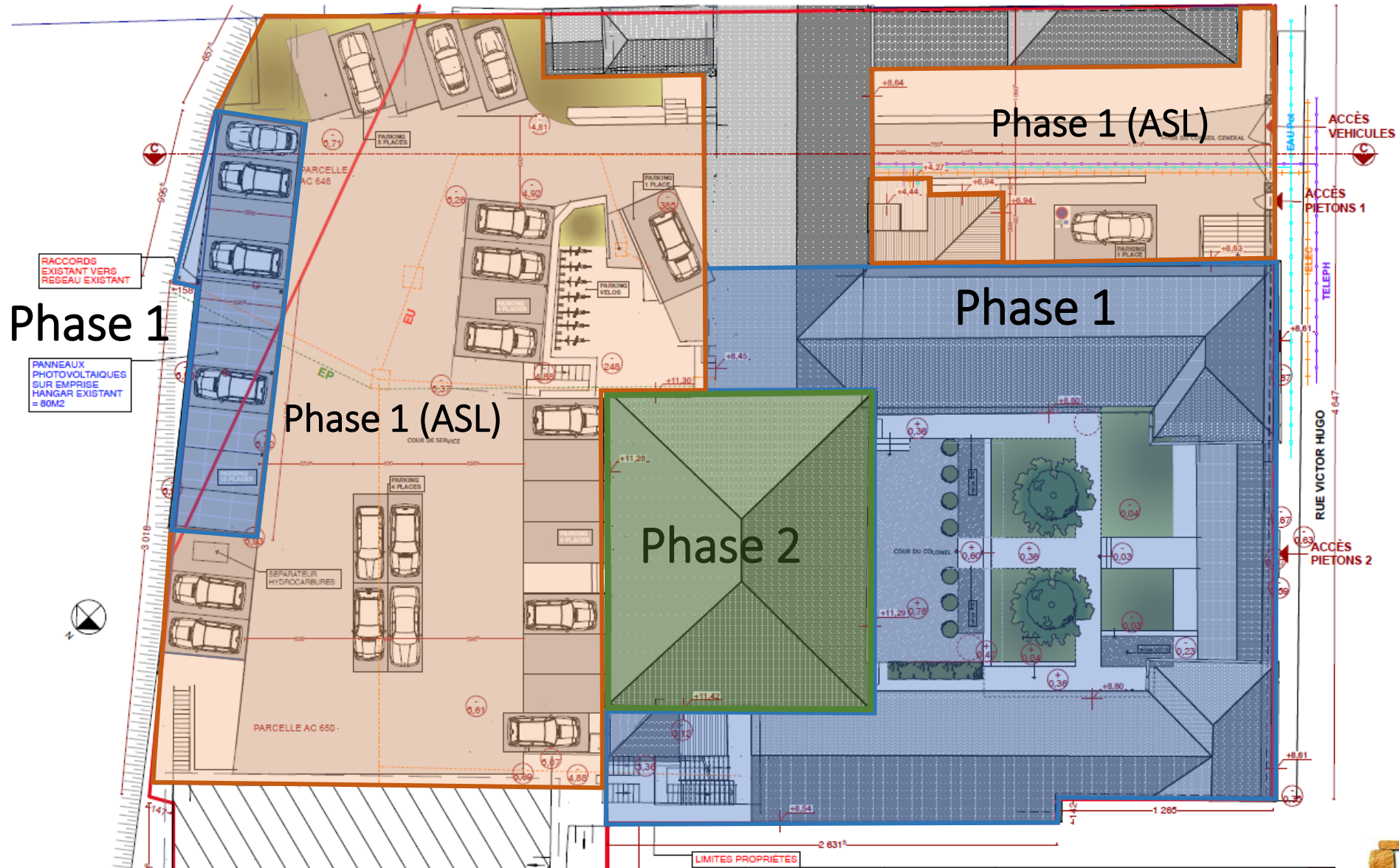
Lauréat NoWatt 2020 (phase 2)

BDO Argent mais à **niveau Or**
rénovation avec 82 points,

Présentation Bâtiment PIERRE VERTE



Plan masse Phase 1 et 2



Phase 1

RACCORDS
EXISTANT VERS
RESEAU EXISTANT

PANNEAUX
PHOTOVOLTAIQUES
SUR EMPRISE
HANGAR EXISTANT
= 80M2

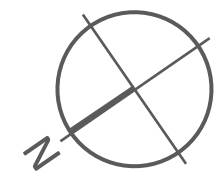
Phase 1 (ASL)

Phase 1 (ASL)

Phase 1

Phase 2

LIMITES PROPRIETES





Contraintes

Contraintes



Architecturales et Patrimoniales :

- Ancien Hôtel particulier XVIIIème (Patrimoine Auscitain – 1760 – 1840)
- 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 (479 kWh_{ep}/m².an et 87 kgeqCO₂/m².an),



Solutions et Innovations

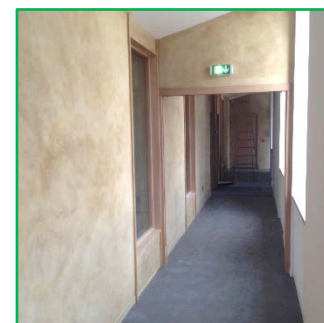
Solutions et Innovations



CONFORT D'ETE

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,
- **Choix de ne pas isoler les murs (très forte inertie 60 à 80 cm selon zone),**
- Isolation des combles : 40 cm de ouate de cellulose, ou 38 cm fibre de bois,
- Isolation des planchers chauffants avec 10 cm de PUR,
- Menuiserie Aluminium + Vitrage 44.2/12/10 Argon + intercalaire Warm-Edge + acoustique
- **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)



32 tonnes de terre crue + 34,6 tonnes de bois (41 kg/m² shon) mises en œuvre

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,

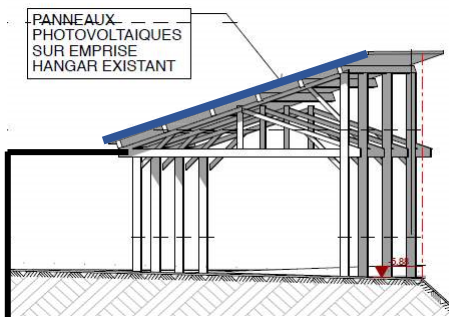
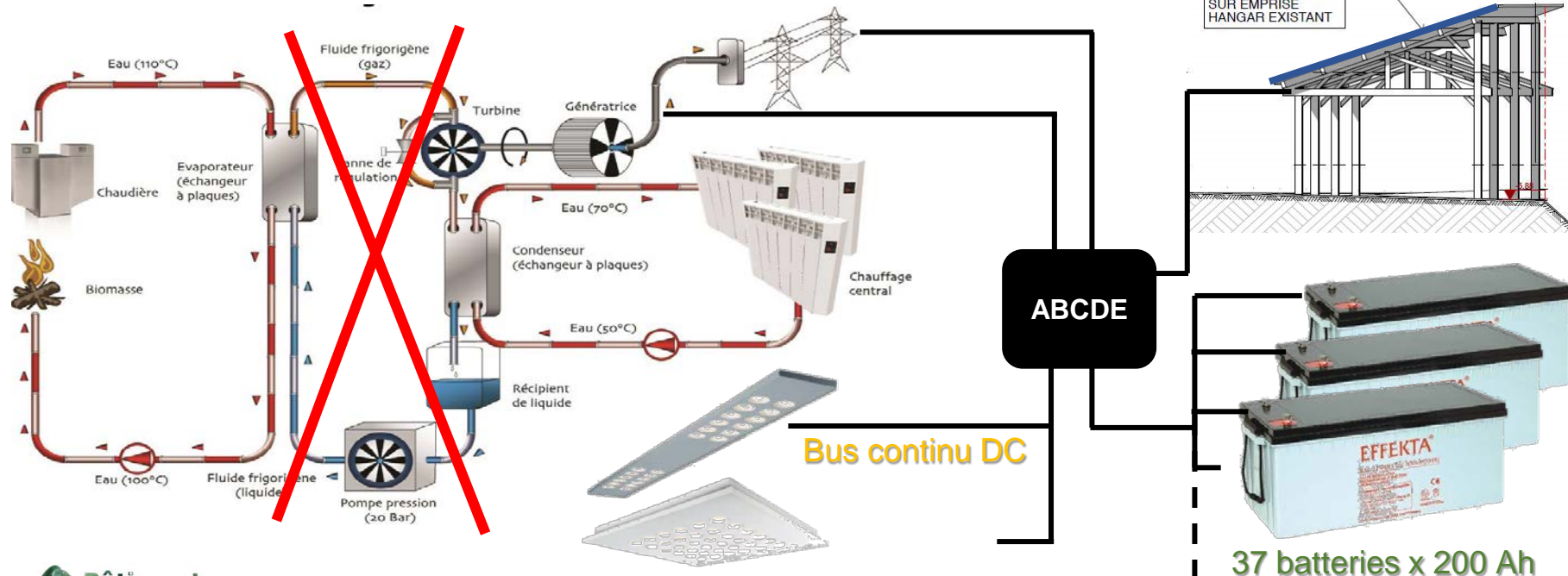


Solutions et Innovations



Systèmes 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



100 m² de PV



37 batteries x 200 Ah

Solutions et Innovations



Systemes 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 :

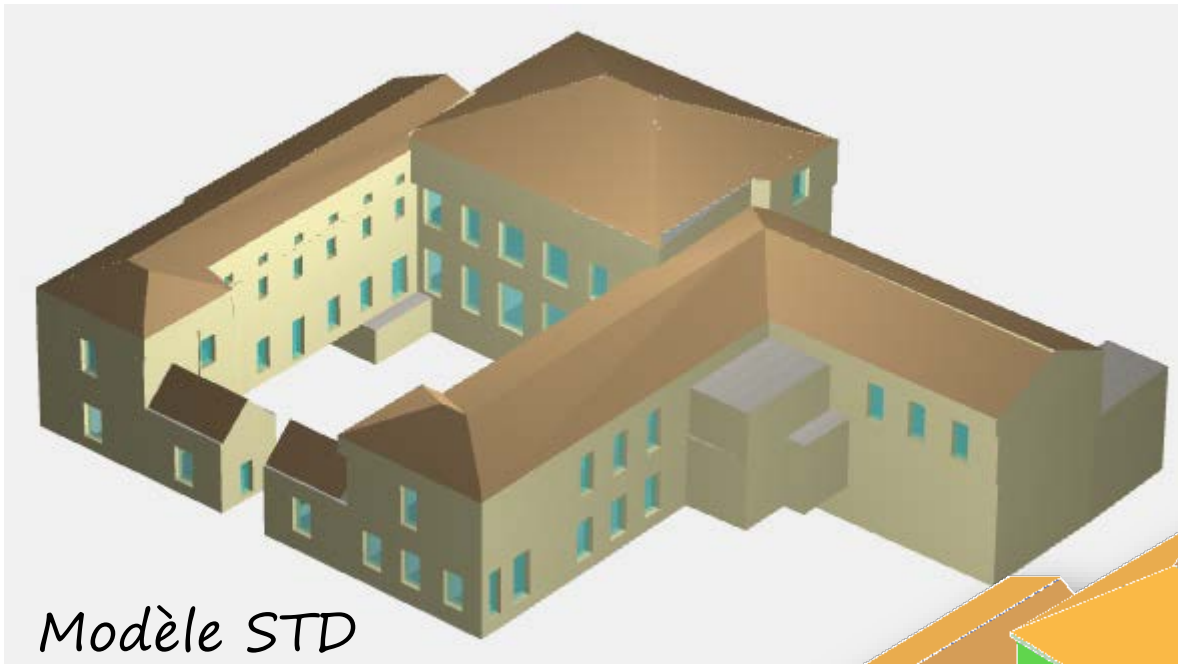
- Supervision, comptage des installations, et pilotage par automates dédiés sur chaque organe (CTA, chaudière,...).





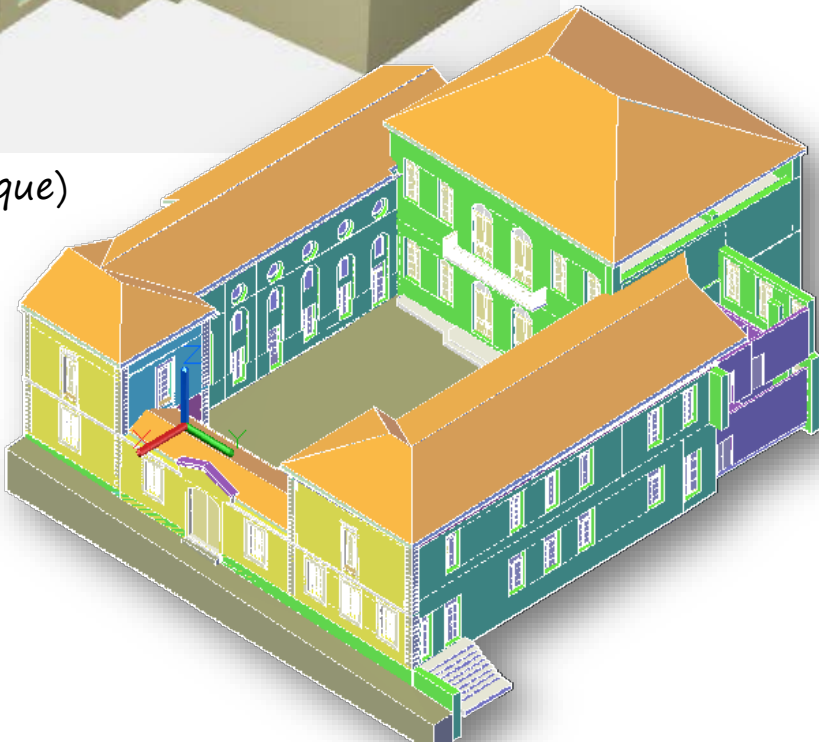
Méthodologie d'analyse

Analyse thermique



Modèle STD

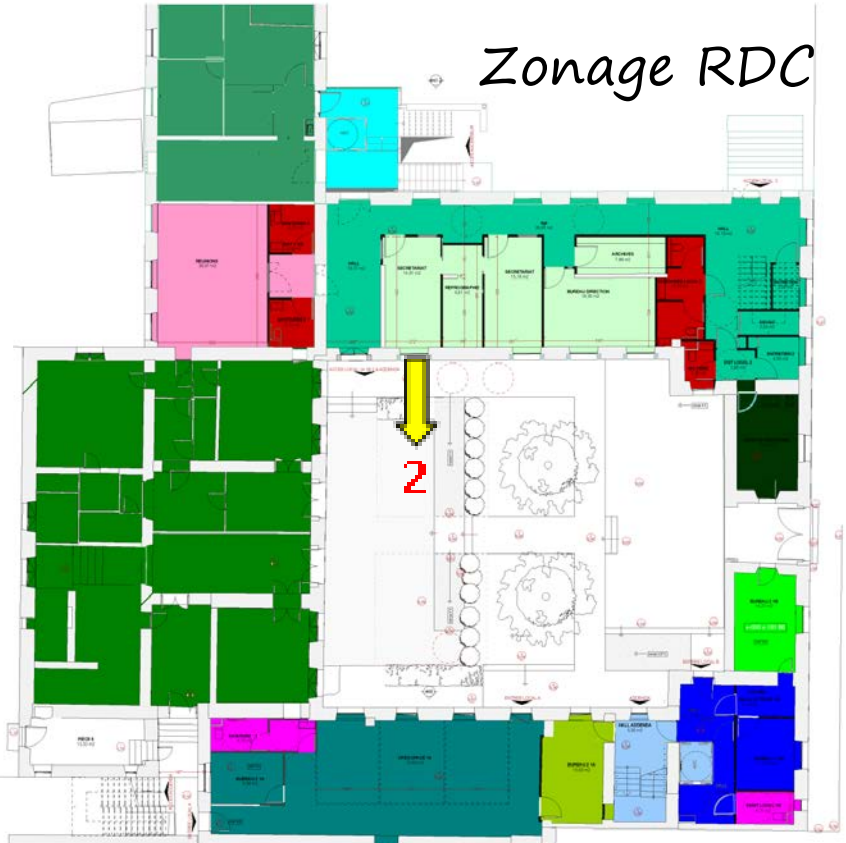
(Simulation Thermique Dynamique)



Modèle BIM

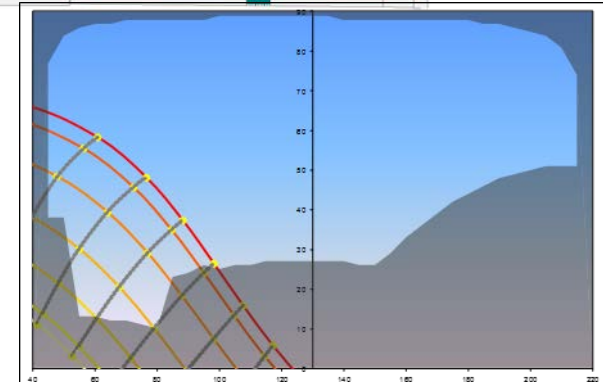
(maquette numérique)

- 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 Bureau 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

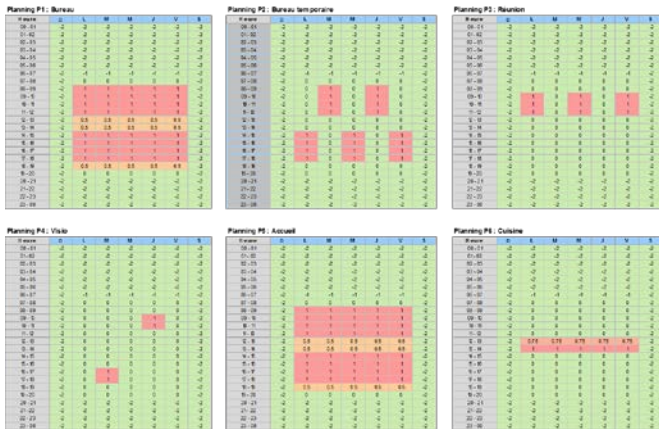


Zonage RDC

Exemple
masque
solaire
bureau 2

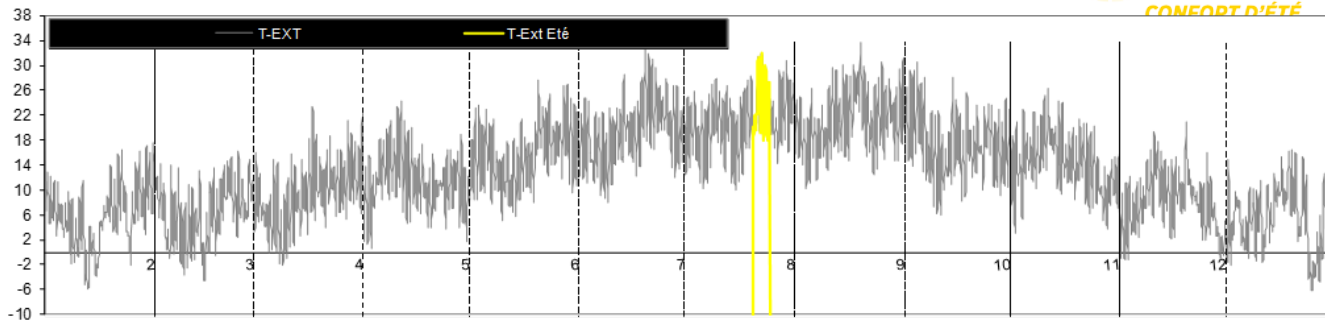


Analyse thermique



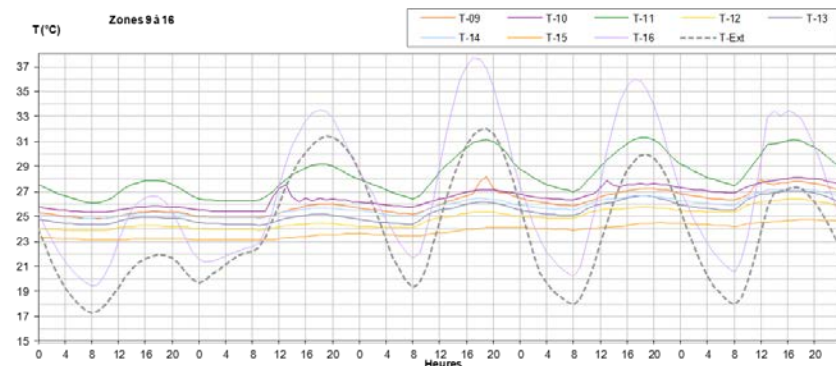
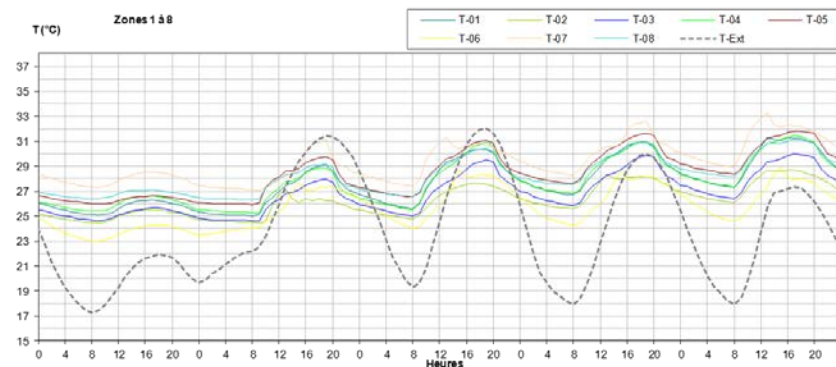
Plannings

Evolution annuelle



Charges internes

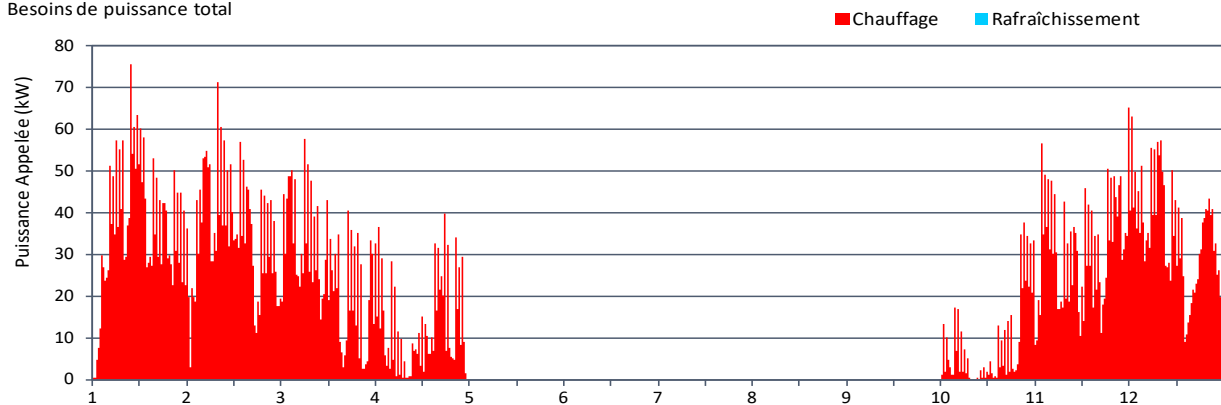
| Zone | Dénomination | Surface | Volume | Pers | Total W | W/m² | Mic | Total W | W/m² | Mat | W/m² | Ecl | W/m² | TOTAL | W/m² | Vent | Vol/h | Infilt. | Chf | Emetteur | |
|--------------|--------------------------|-------------|-------------|------------|--------------|----------|-----------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|--------------|------------|------------|-----------|----------|---|
| Zone 01 | Open space RDC 1A | 90 | 369 | 7 | 525 | 5.8 | 7 | 910 | 10.1 | 300 | 3.3 | 539 | 6.0 | 2 274 | 25.3 | 210 | 0.6 | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 02 | Réunion RdC 1A | 15 | 62 | 4 | 300 | 19.9 | 1 | 130 | 8.6 | - | - | 91 | 6.0 | 521 | 34.5 | 120 | 1.9 | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 03 | Accueil RdC 1B | 35 | 142 | 2 | 150 | 4.3 | 2 | 260 | 7.5 | 90 | 2.6 | 207 | 6.0 | 707 | 20.5 | 60 | 0.4 | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 04 | Bureau RdC 1B | 14 | 59 | 2 | 150 | 10.5 | 2 | 260 | 18.2 | - | - | 86 | 6.0 | 496 | 34.7 | 60 | 1.0 | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 05 | Open space R+1 ADD | 95 | 433 | 10 | 750 | 7.9 | 10 | 1 300 | 13.7 | 350 | 3.7 | 568 | 6.0 | 2 968 | 31.4 | 300 | 0.7 | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 06 | Salle de reunion R+1 ADD | 17 | 49 | 5 | 375 | 22.1 | - | - | - | 91 | 5.4 | 102 | 6.0 | 568 | 33.4 | 150 | 3.1 | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 07 | Mezzanine R-2 ADD | 19 | 41 | 2 | 150 | 7.9 | 2 | 260 | 13.7 | - | - | 114 | 6.0 | 524 | 27.6 | 60 | 1.5 | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 08 | Direction R+1 ADD | 39 | 106 | 3 | 225 | 5.8 | 3 | 390 | 10.0 | 50 | 1.3 | 234 | 6.0 | 899 | 23.1 | 90 | 0.8 | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 09 | Visioconférence R-2 ADD | 22 | 50 | 1 | 75 | 3.4 | 0 | 43 | 1.9 | 80 | 3.6 | 133 | 6.0 | 332 | 14.9 | 30 | 0.6 | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 10 | Réunion R-2 ADD | 34 | 69 | 10 | 750 | 22.0 | 0 | 43 | 1.3 | - | - | 205 | 6.0 | 998 | 29.3 | 300 | 4.4 | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 11 | Maison colonel | 685 | 2 386 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.20 | - | - | - |
| Zone 12 | Sanit 1A 1B | 14 | 58 | 0 | 2 | 0.1 | - | - | - | - | - | 85 | 6.0 | 86 | 6.1 | 60 | 1.0 | - | 20 | FC | |
| Zone 13 | Sanit ADD | 4 | 8 | 0 | 1 | 0.2 | - | - | - | - | - | 22 | 6.0 | 23 | 6.2 | 15 | 1.8 | - | 20 | FC | |
| Zone 14 | Cage ADD | 52 | 152 | 0 | 2 | 0.0 | - | - | - | - | - | 313 | 6.0 | 315 | 6.0 | - | - | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 15 | Caves | 417 | 833 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.10 | - | - | - |
| Zone 16 | Combles | 383 | 705 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.50 | - | - | - |
| Zone 17 | Chauffe et sous-station | 37 | 74 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.20 | - | - | - |
| Zone 18 | Ascenseur et Acces CG | 55 | 194 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.20 | - | - | - |
| Zone 19 | Bureau CG | 257 | 888 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.20 | - | - | - |
| Zone 20 | Déjante personnel RDC 2 | 14 | 39 | 1 | 75 | 5.2 | - | - | - | 91 | 6.4 | 86 | 6.0 | 252 | 17.6 | 60 | 1.5 | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 21 | Bureaux RdC 2 | 73 | 201 | 3 | 227 | 3.1 | 3 | 393 | 5.3 | 350 | 4.8 | 441 | 6.0 | 1 410 | 19.2 | 150 | 0.7 | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 22 | Formation 1 RDC 2 | 45 | 122 | 21 | 1 575 | 35.1 | 1 | 130 | 2.9 | 100 | 2.2 | 269 | 6.0 | 2 074 | 46.3 | 630 | 5.1 | 0.20 | 20 | R | |
| Zone 23 | Formation 2 R+1 2 | 34 | 93 | 21 | 1 575 | 46.4 | 1 | 130 | 3.8 | 100 | 2.9 | 204 | 6.0 | 2 009 | 59.1 | 630 | 6.8 | 0.20 | 20 | R | |
| Zone 24 | Formation 3 R+1 2 | 34 | 91 | 21 | 1 575 | 47.0 | 1 | 130 | 3.9 | 100 | 3.0 | 201 | 6.0 | 2 006 | 59.9 | 630 | 6.9 | 0.20 | 20 | R | |
| Zone 25 | Formation 4 R+1 2 | 33 | 90 | 21 | 1 575 | 47.8 | 1 | 130 | 3.9 | 100 | 3.0 | 198 | 6.0 | 2 003 | 60.8 | 630 | 7.0 | 0.20 | 20 | R | |
| Zone 26 | Circulation RdC 2 | 82 | 223 | 0 | 2 | 0.0 | - | - | - | - | - | 490 | 6.0 | 492 | 6.0 | - | - | 0.20 | 20 | FC | |
| Zone 27 | Circulation R+1 2 | 56 | 153 | 0 | 2 | 0.0 | - | - | - | - | - | 336 | 6.0 | 338 | 6.0 | - | - | 0.20 | 20 | R | |
| Zone 28 | Sanitaires 2 | 32 | 87 | 0 | 5 | 0.1 | - | - | - | - | - | 192 | 6.0 | 196 | 6.1 | 180 | 2.1 | 0.20 | 20 | FC | |
| TOTAL | | 2740 | 7926 | 134 | 10068 | 4 | 35 | 4 508 | 1.6 | 1 802 | 0.7 | 5 113 | 1.9 | 21 492 | 7.8 | 4 365 | 0.6 | 0.2 | 20 | | |



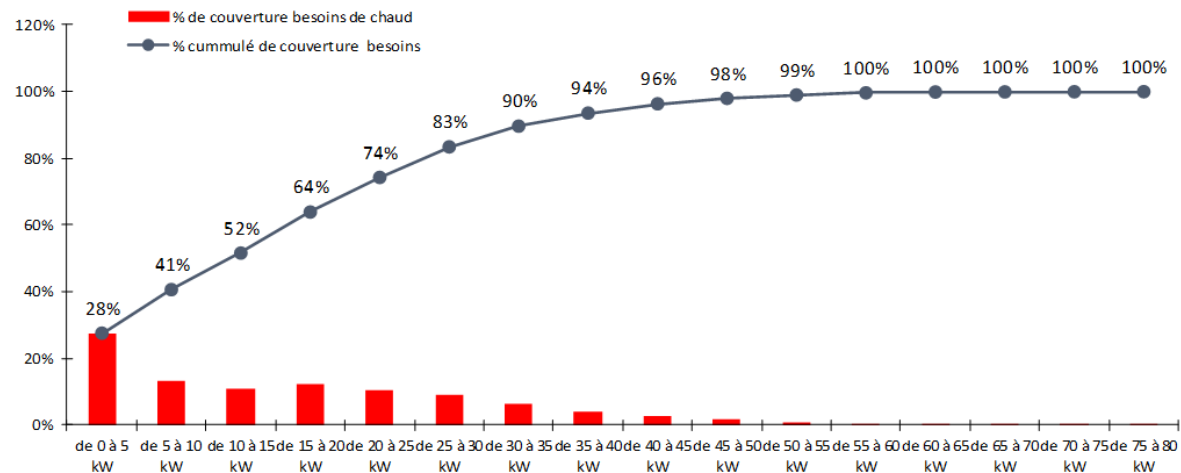
Séquence d'analyse du confort

Analyse thermique

Besoins de puissance total

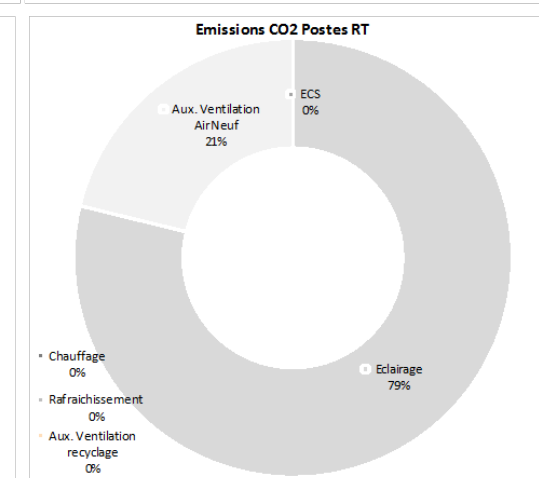
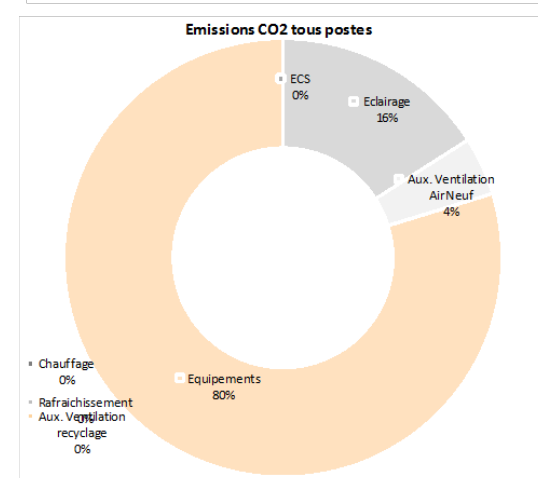
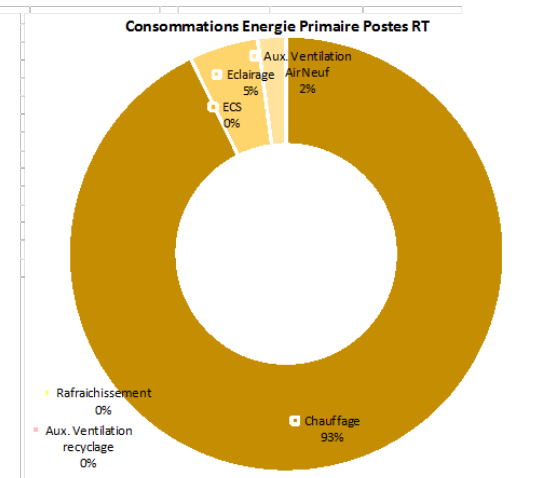
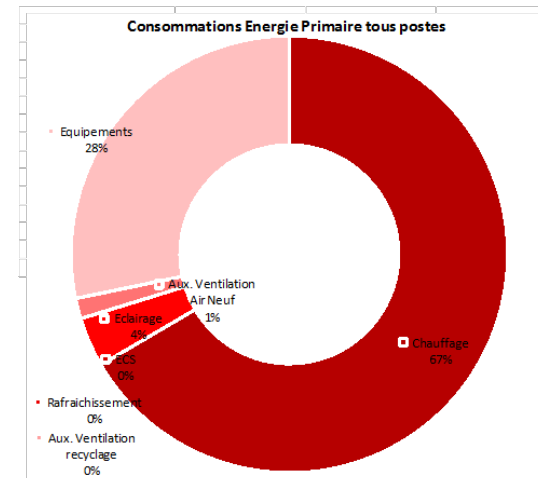


Besoin de puissance de chauffage



Consommation par postes

| RDC 1A | | Surface (m ²) | | 105 | | CONI | | Emissions CO2 | |
|----------------------------|----------------------|---|---|--------------------|------------------------------|---------|--|---------------|--|
| Puissances kW | Consommations EF kWh | Ratio énergie finale (kWh/m ² /an) | Ratio énergie primaire (kWh/m ² /an) | Conversion EF / EP | Emissions CO2 (kg CO2 / kWh) | Energie | Emissions CO2 (kg CO2 / m ²) | | |
| Chauffage | 16.3 | 17 387 | 165.6 | 165.6 | 1.00 | Bois | - | - | |
| ECS | - | - | - | - | 2.58 | 0.052 | Elec. Autres | - | |
| Rafraîchissement | - | - | - | - | 2.58 | 0.037 | Elec. Clim. | - | |
| Eclairage | 0.6 | 372 | 3.5 | 9.1 | 2.58 | 0.080 | Elec. Ecl. | 0.28 | |
| Aux. Ventilation Air Neuf | 0.1 | 154 | 1.5 | 3.8 | 2.58 | 0.052 | Elec. Autres | 0.08 | |
| Aux. Ventilation recyclage | - | - | - | - | 2.58 | 0.180 | Elec. Chauff. | - | |
| Equipements | 1.2 | 2 859 | 27.2 | 70.3 | 2.58 | 0.052 | Elec. Autres | 1.42 | |
| | | TOTAL | | 248.8 | | | 1.8 | | |
| | | Postes RT | | 178.5 | | | 0.4 | | |





Les résultats



Consommations et productions énergétiques



Shon RT = 852m²

Réel

Quelques chiffres ...

CONFORT D'ÉTÉ

Consommation

| | 19-20°C Prévisionnel kWhef | 21 - 22°C 2017/2018 kWhef | 22°C 2018/2019 kWhef | |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------|
| Consommation Chauffage | 90 300 | 111 253 | 101 712 | - 8,57% |
| Consommation Electricité totale | 19 595 | 17 753 | 16 343 | - 8,0% |
| Consommation Totale | 109 895 | 129 006 | 118 015 | - 8,52% |
| Ratio kWhef/m ² /an | 129 | 151,4 | 138,6 | |

Production

| | | | | |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|
| Production Chaudière Bois | (- 90 300) | (- 111 253) | (- 101 712) | |
| Production Micro-Cogénération | - 24 515 | - 0 | - 0 | |
| Production Photovoltaïque | - 19 595 | - 16 257 | - 20 725 | + 27,5% |
| Production totale | - 134 410 | - 127 510 | - 122 437 | - 3,4% |
| Ratio kWhef/m ² /an | - 157,7 | - 149,7 | - 143,7 | - 4% |

Solde final kWhef/m².an - 28,2 + 1,7 - 5,2 kWhef/m².an

Solde final kWhep/m².an - 74,2 + 4,53 - 13,4 kWhep/m².an



Impact important de la morphologie bâtie



| | SURFACES | | | VOLUME | | | HSP |
|------------------------|----------------|-------------|-------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|
| | m ² | | | Ventilé | Chauffé | Total | m |
| | | | | m ³ | m ³ | m ³ | |
| 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 !

Les ratios devraient tenir compte du volume et non de la surface !!

Dépenses énergétiques

SPL Totale = 1158m²

Total Dépenses

| | Total Dépenses | | Ratio |
|--------------------------------------|------------------|------------------|----------------------|
| | Prévisionnel | Réel | |
| | €/an | €/an | €/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

Coût travaux

SPL Travaux = 1177 m²

Travaux de rénovation

Surcoût Energie Positive

Surcoût Autonomie énergétique

Coût total travaux

Total Dépenses

€

1 280 000 €

70 000 €

100 000 €

1 450 000 €

Quelques chiffres ...

€/m² SPL

1 088 €

60 € (5,5%)

85 € (7,8%)

1 233 €

TRI / surcoûts :

Rénovation RT 2012

Gain énergétique (15 300 € - 5 374€) = 9 926€

7 ans

Bâtiment antérieur

Gain énergétique (39 300 - 5 374 €) = 33 926€

2,06 ans

Energie Positive
(BEPOS)

BEPOS + Autonomie
énergétique

17,1 ans

5 ans

TRI : (Temps de retour sur investissement) des surcoûts

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 BBKA

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%)

Impact Carbone global



Fonctionnement

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

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**



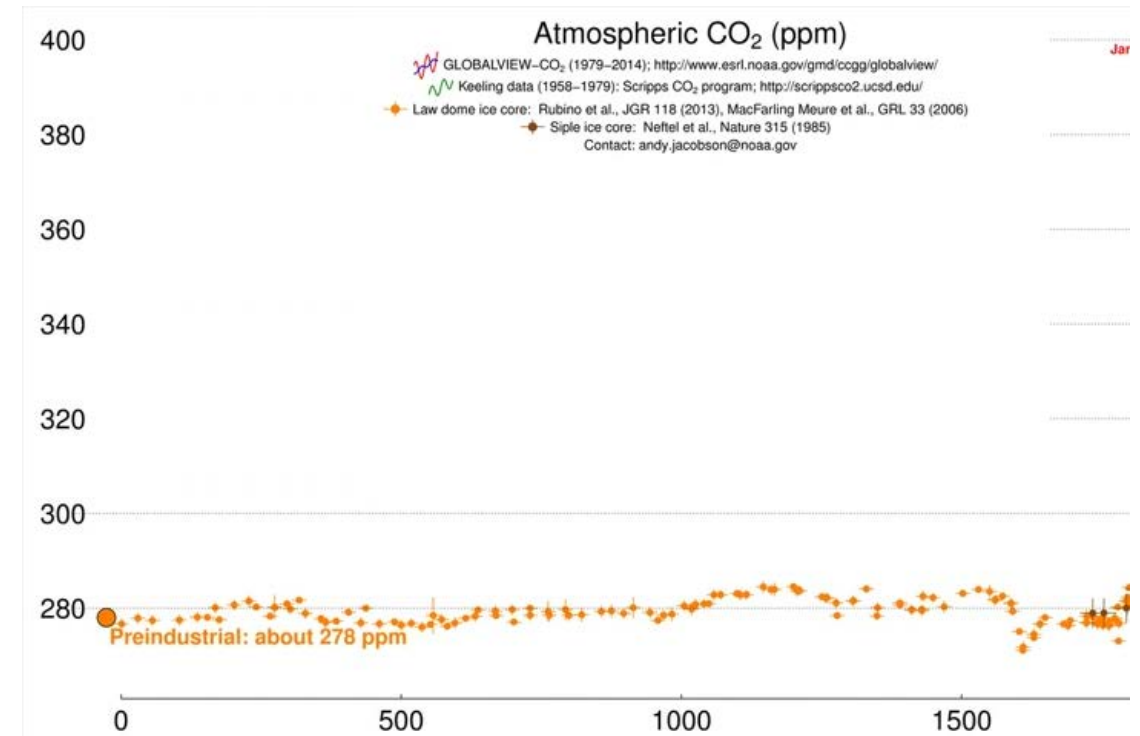
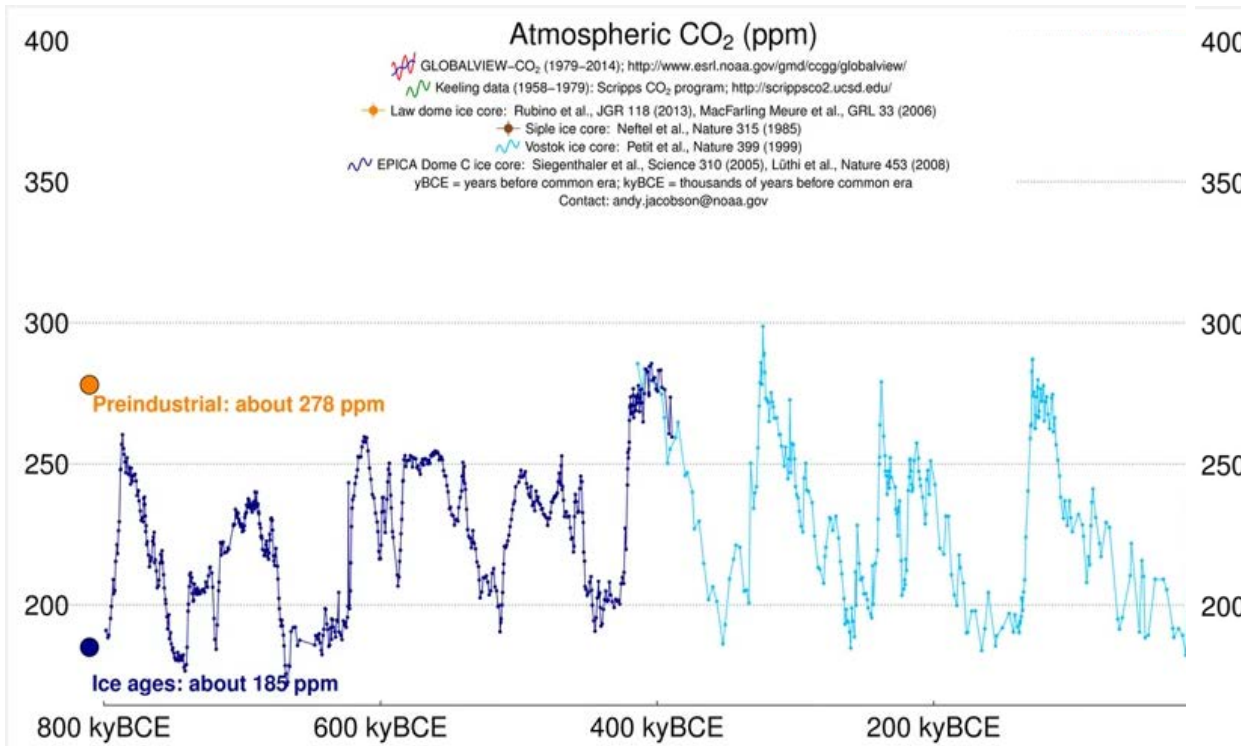
Impact Carbone global (présentation de 2012)



Quelques chiffres ...

Depuis **800 000 ans**, l'alternance entre périodes glaciaires et périodes interglaciaires se traduit par une oscillation entre **180 ppm** et **270 ppm** environ, soit une variation de **90 ppm**

Concentration stable de CO₂ atmosphérique depuis **2000 ans** à environ **≈ 280 ppm**



Impact Carbone global (présentation de 2012)

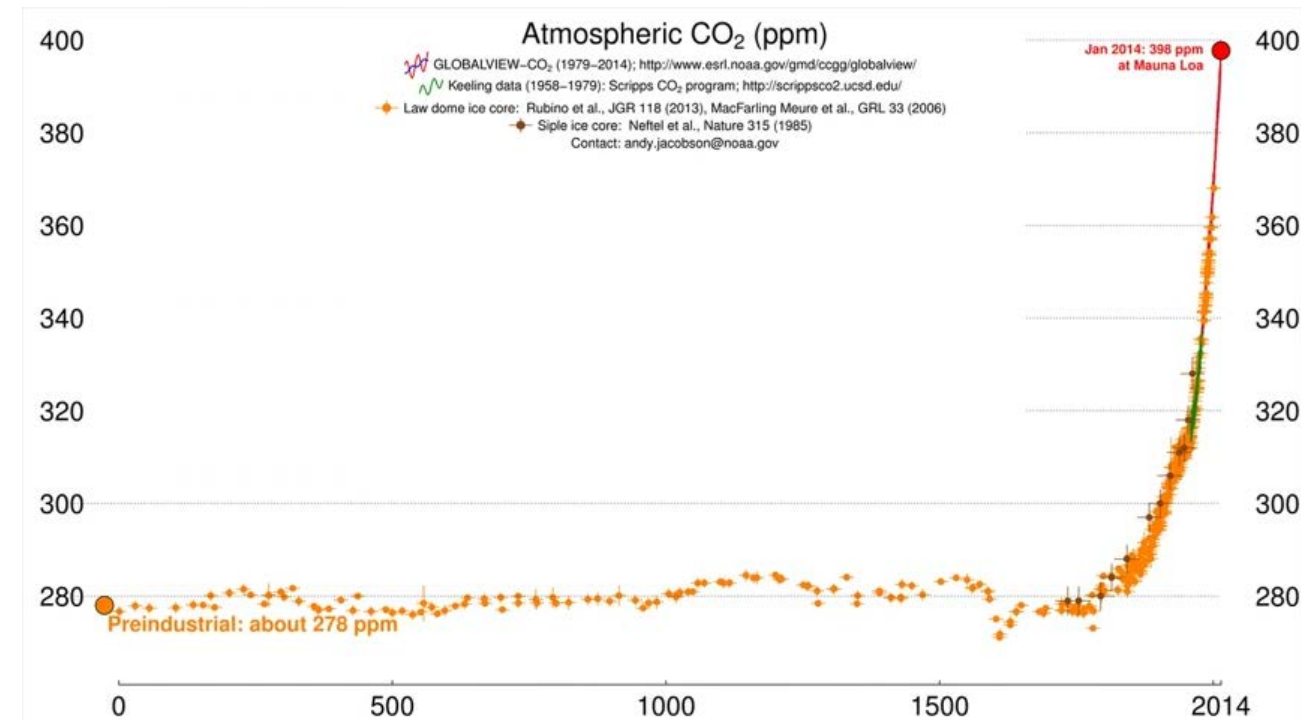
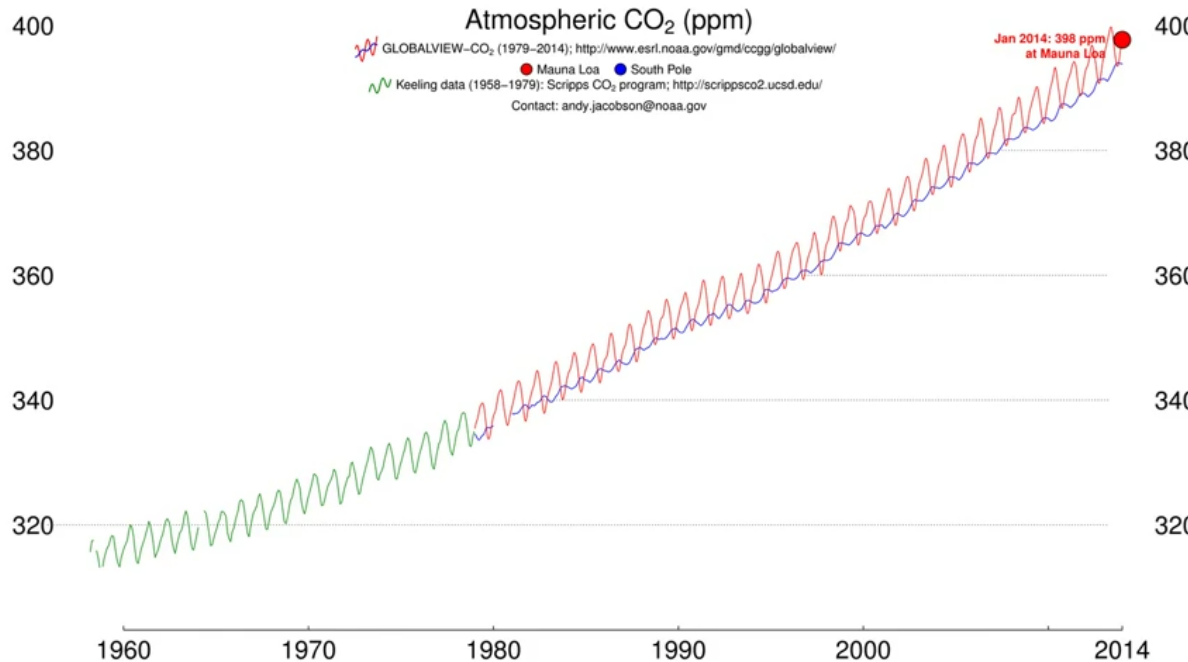


Quelques chiffres ...

Depuis la révolution industrielle, augmentation incessante :

- **315** parties par million (ppm) de dioxyde de carbone (CO₂) en **1960**,
- **350 ppm en 1989** (seuil de à ne pas dépasser selon [James Hansen](#) - ancien directeur du Goddard Institute for Space Studies de la NASA)
- **400 ppm en 2013** (**25% d'augmentation en seulement 50 ans**).

- Cap symbolique des 400 (ppm) de dioxyde de carbone (CO₂) atmosphérique a été atteint le 9 mai 2013. Concentration record depuis plusieurs millions d'années.
- un autre seuil a été franchi, pour la première fois en avril 2014 : la concentration de CO₂ a dépassé ce niveau durant un mois entier, selon les données de la station de Mauna Loa (Hawaï), qui appartient à l'agence américaine responsable de l'étude de l'océan et de l'atmosphère (NOAA).



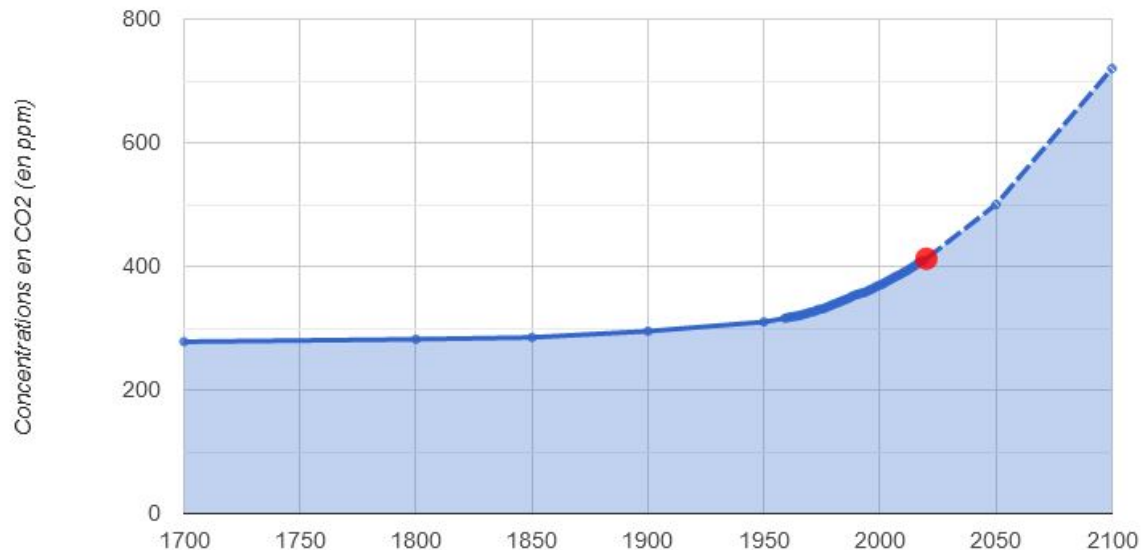
Impact Carbone global (présentation de 2012)



Depuis des records ont été enregistrés en concentration de [dioxyde de carbone](#) (CO₂) dans l'atmosphère de la Terre à l'[observatoire de Mauna Loa](#), à Hawaï (États-Unis) :

- 180 ppm et 270 ppm environ durant 800 000 ans,
- 280 ppm de dioxyde de carbone (CO₂) au premier siècle de notre ère (JC an 0),
- 280 ppm de dioxyde de carbone (CO₂) en 1800 au début de l'ère industrielle,
- 315 ppm de dioxyde de carbone (CO₂) en 1960 (35 ppm en près de 160 ans),
- 350 ppm de dioxyde de carbone (CO₂) en 1989 (35 ppm en près de 30 ans),
- 415 ppm de dioxyde de carbone (CO₂) le 12 mai 2019 (65 ppm en près de 30 ans),
- 420 ppm de dioxyde de carbone (CO₂) le 25 avril 2021 (5 ppm en mois de 2 ans) ... (50% plus élevée qu'avant la révolution industrielle),

Evolution des concentrations en CO₂ depuis 1700, projection 2100



L'OMS donne comme seuil d'alerte dans un bâtiment le fait de dépasser 1 000 ppm de CO₂ (**quitter les locaux !**)

Devrons nous après 2100 quitter la terre ? ... Mars ?



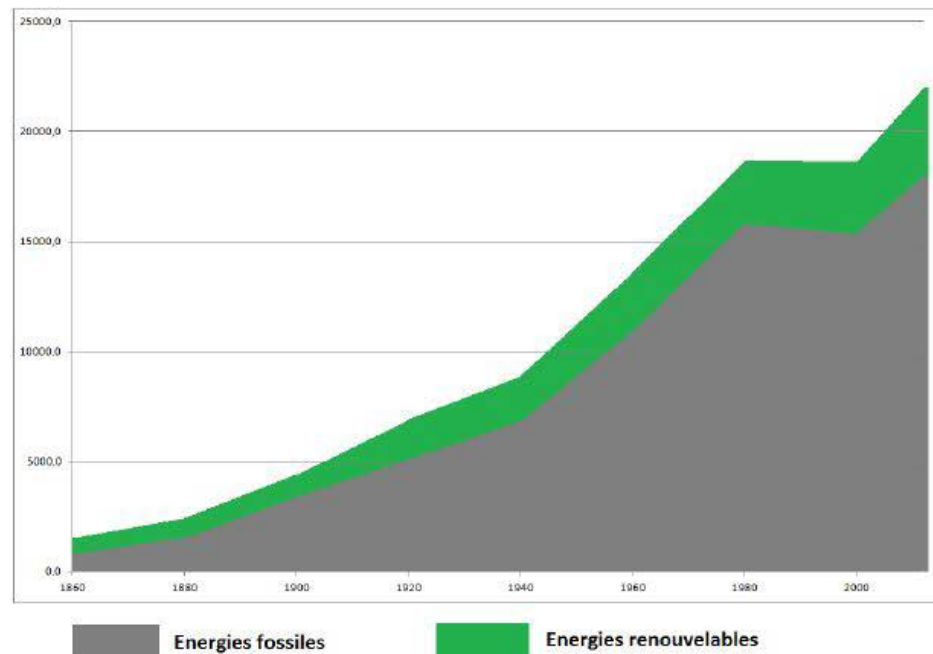
Carbone directement lié à l'impact énergétique



Une équation à résoudre



Évolution de la consommation énergétique par habitant entre 1860 et 2012 en kWh/an



x15
80%



Pétrole



Charbon



Gaz

Source : Jean-Marc Jancovici, compilation de l'auteur sur sources primaires Shilling et al. 1977, BP Statistical Review 2016, Smil 2016

Mais aussi Carbone directement lié à la démographie



Une équation à résoudre



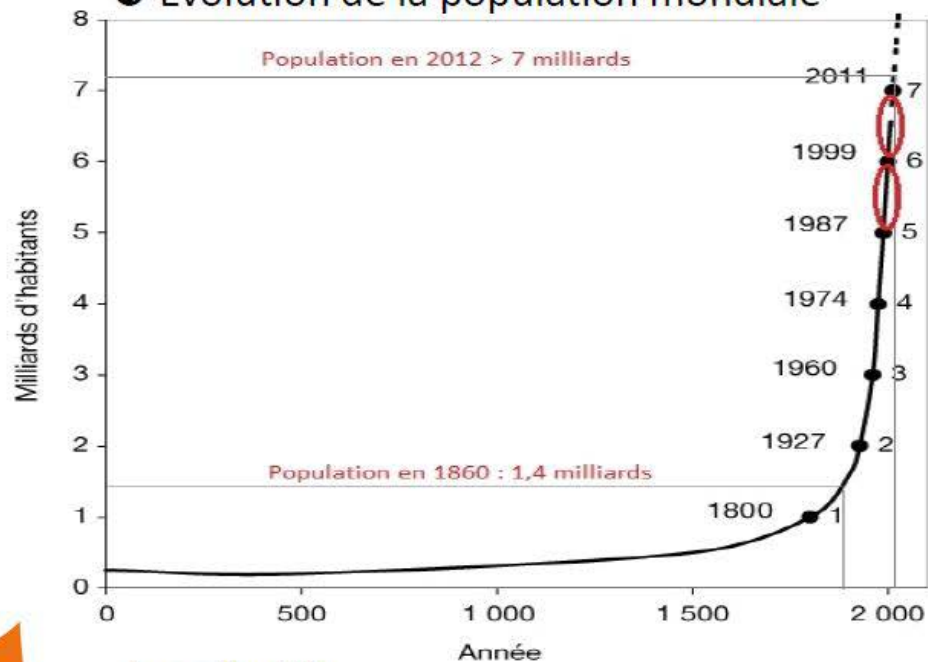
A mi 2022 = 7,94 milliards
l'ONU prévoit 8 milliards le
15 novembre 2022.

Elle était estimée à :

- 6,1 milliards en 2000
- 1,65 milliard en 1900
- 1 milliard en 1800
- 650 millions en 1700

Nous sommes passés de
500 Millions par siècle à
1 Milliard tous les 10 ans

Evolution de la population mondiale



Source : Revue Cairn

L'avenir démographique des pays du Sud, Les certitudes et les interrogations – Gilles Pison



12 ans



+1 Milliard

1860 > 2012

x5



Résultats



Bâtiment « PIERRE VERTE »

- 1^{er} bâtiment tertiaire patrimonial restructuré en BEPOS (Bâtiment à Energie Positive), et Autonome en énergie, sans isoler les murs,
- 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 »

CONFORT D'ÉTÉ = Respect de l'inertie

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

La réponse est non !

Quelques rappels physiques

Critères caractérisant l'inertie thermique (norme NF EN ISO 13786)

3 grandeurs thermo-physiques intrinsèques aux matériaux

- la **conductivité thermique λ** en W/(m.K) (qualité d'un matériau à conduire la chaleur)
- la **masse volumique ρ** en kg/m³ (caractérise sa densité)
- la **capacité thermique massique c** en J/(kg.K) (ou chaleur spécifique, qui est la quantité de chaleur que doit emmagasiner un kilo de matériau pour augmenter sa température d'un degré).

permettent de déterminer les paramètres impliqués dans la caractérisation des inerties d'absorption et de transmission, à savoir respectivement :

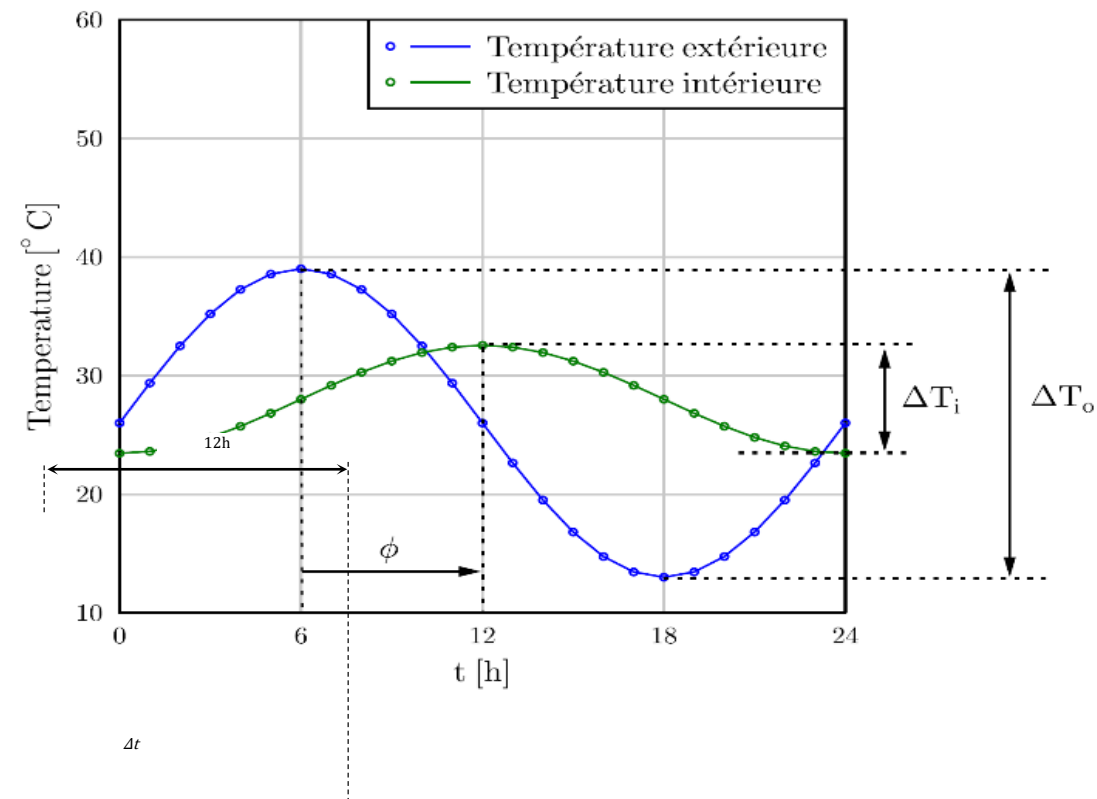
- l'**effusivité thermique E** , en W.s(1/2).m⁻².K⁻¹ et de formule $E = \sqrt{\lambda \rho c}$ (capacité d'un matériau à absorber l'énergie thermique) = caractérise **l'inertie d'absorption**
- la **diffusivité thermique D** , en [m².s⁻¹] et de formule $a = \frac{\lambda}{\rho c}$ (vitesse de propagation de la chaleur au sein d'un matériau) = caractérise **l'inertie de transmission**
- la **capacité thermique surfacique intérieure K_1** (paramètre qui quantifie l'inertie thermique d'une paroi vue de l'intérieure, donc, son aptitude à emmagasiner la chaleur intérieure et à amortir les changements de températures - plus cette valeur est élevée, plus la paroi atténuera les variations de températures).

Quelques rappels physiques

Grandeurs et effets mesurables

2 grandeurs thermo-physiques mesurables :

- le **facteur d'amortissement d'une paroi F** de formule : $f = \frac{\Delta T_i}{\Delta T_o}$ (ratio des amplitudes de températures intérieures et extérieures) = plus ce facteur est faible, plus l'amortissement des amplitudes de températures extérieures par la paroi sera important, donc réchauffera moins fortement l'ambiance intérieur
- le **décalage temporel Δt** de formule : $\Delta t = t_{T_{i,max}} - t_{T_{e,max}}$ (laps de temps entre le pic de température intérieure et pic de température extérieure) : entre 6h et 12h = confirme tout l'intérêt de la ventilation nocturne,

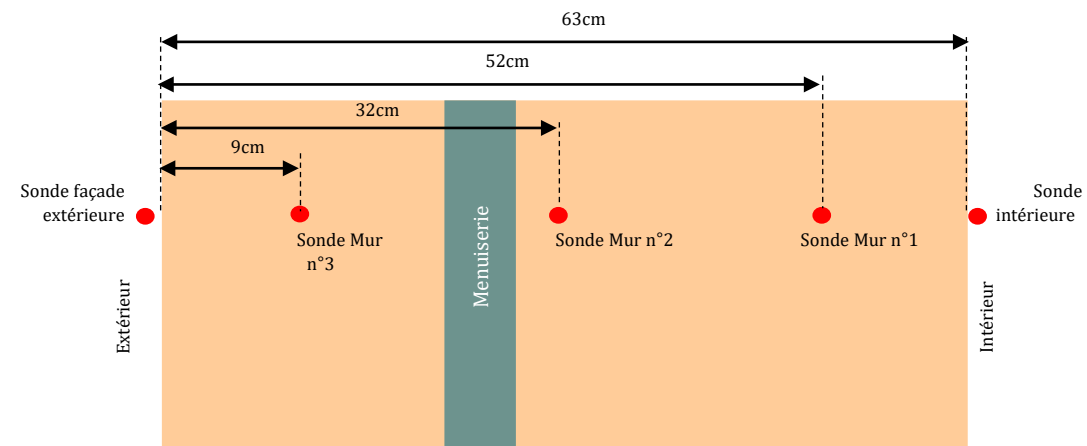
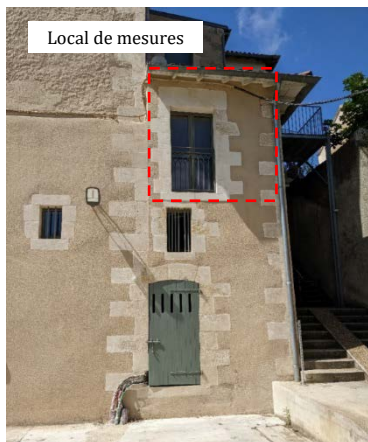


Etude R&D interne

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)

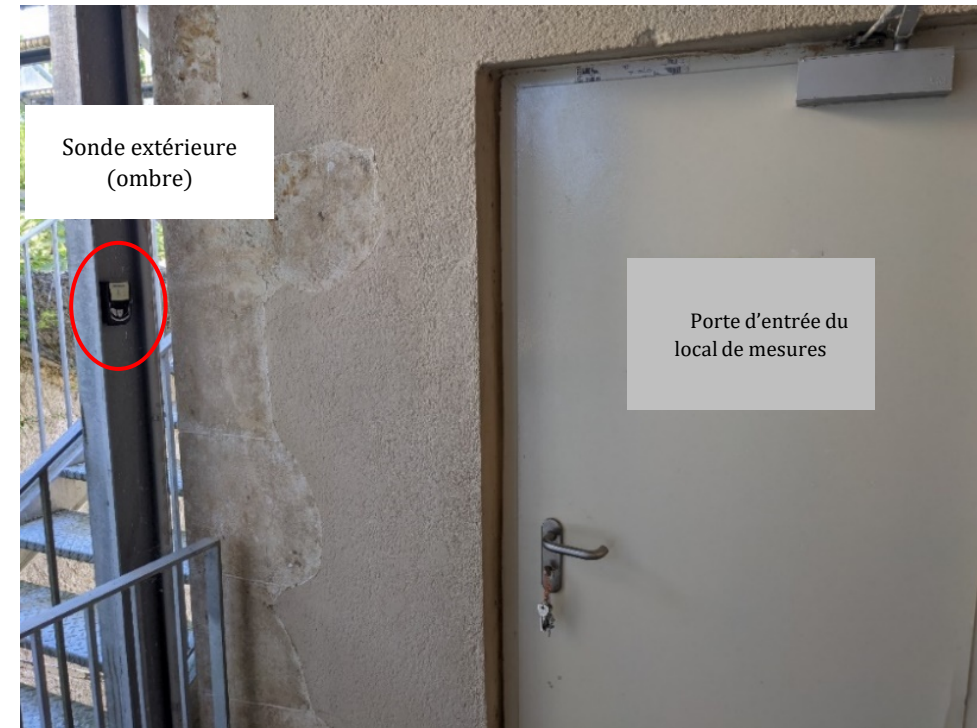
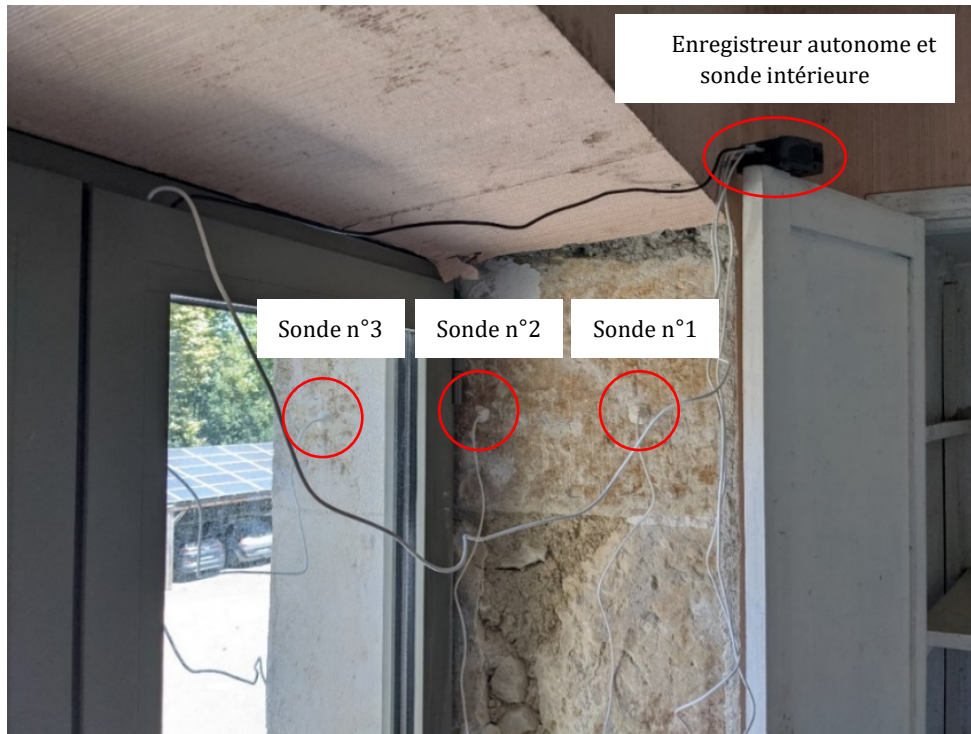


Etude R&D interne

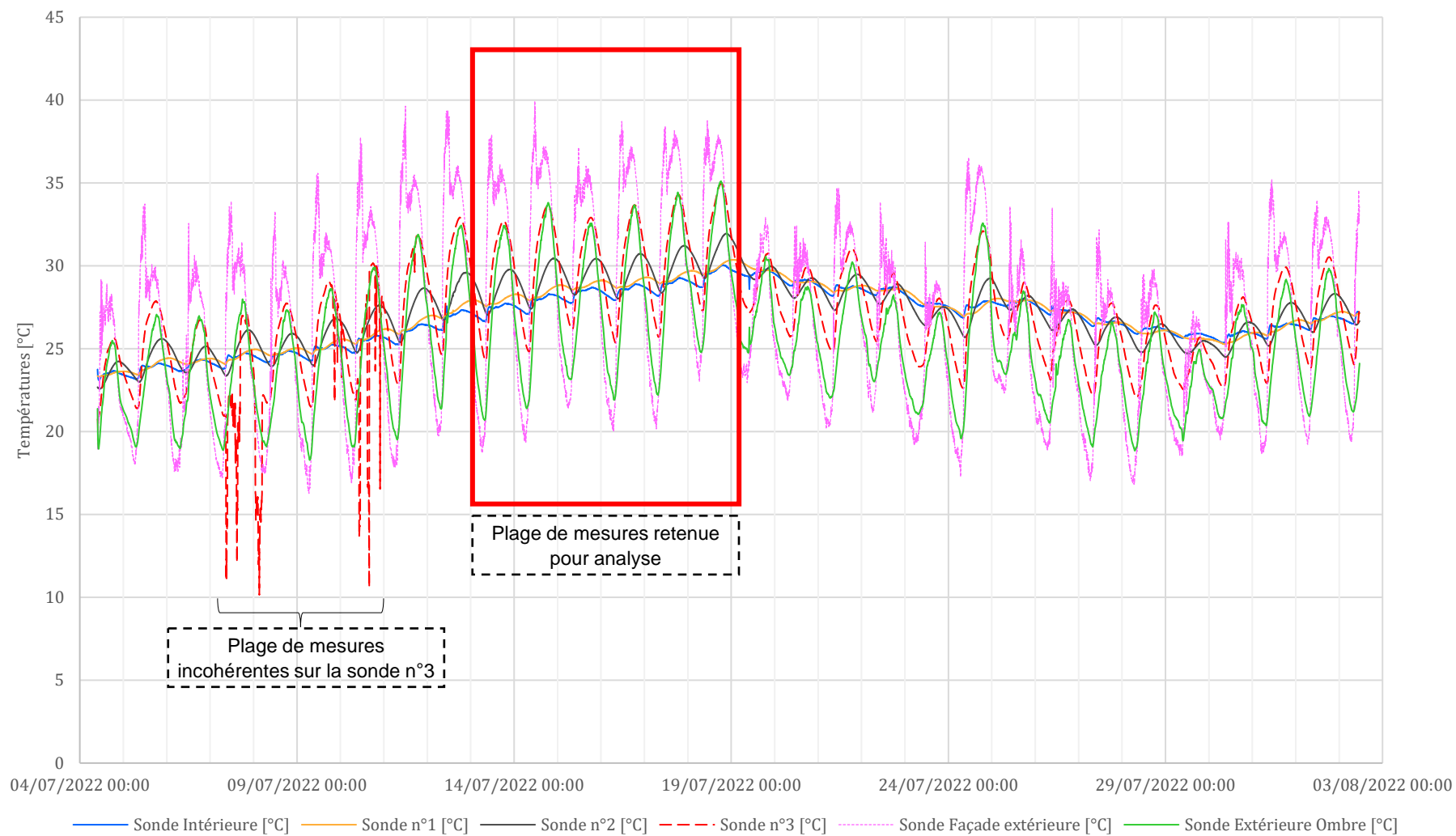
Approche et contrôle de la notion de forte inertie

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

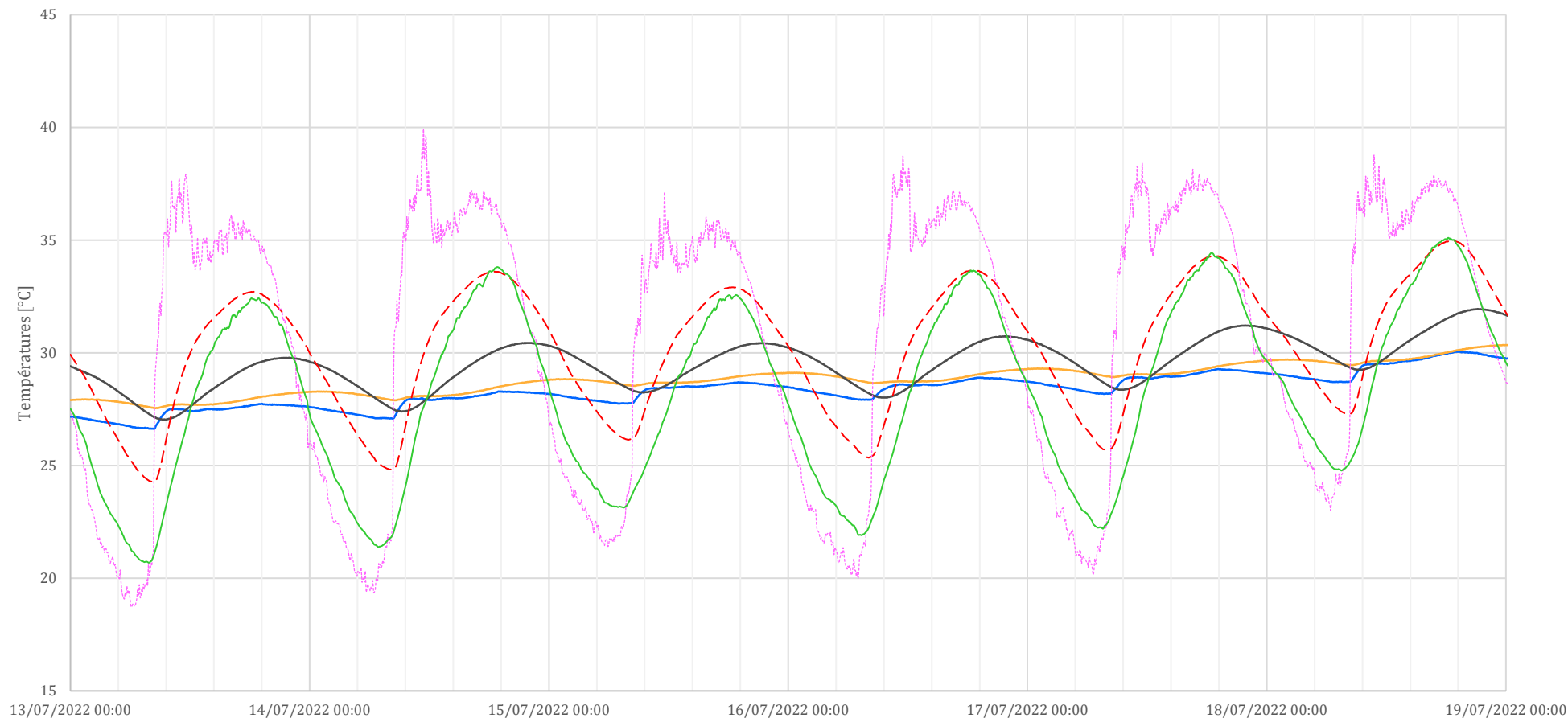
- Une campagne de mesure in situ sur le bâtiment PIERRE VERTE,



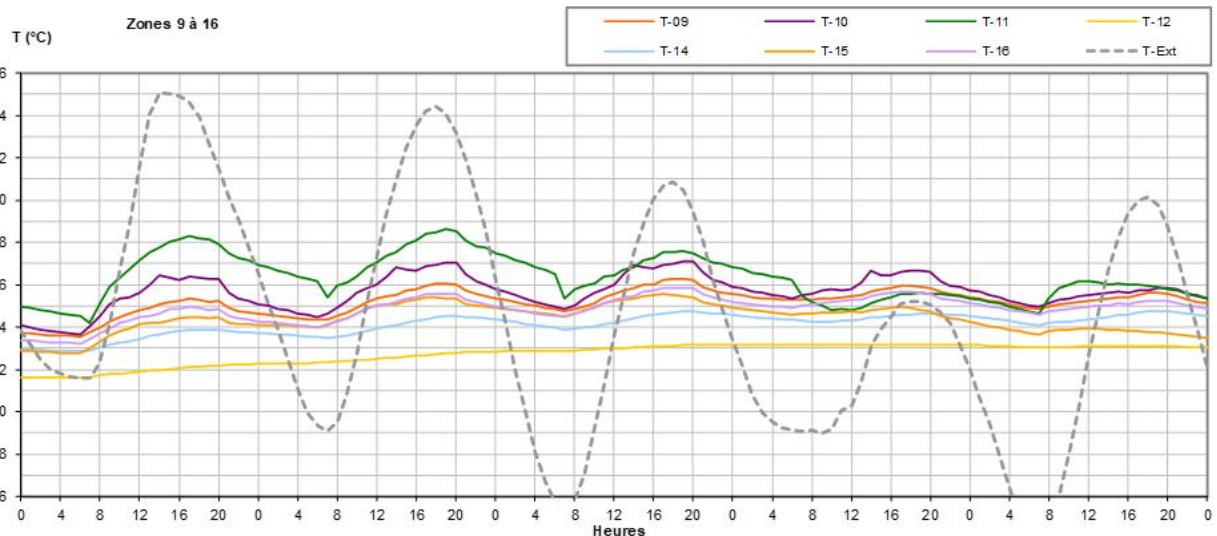
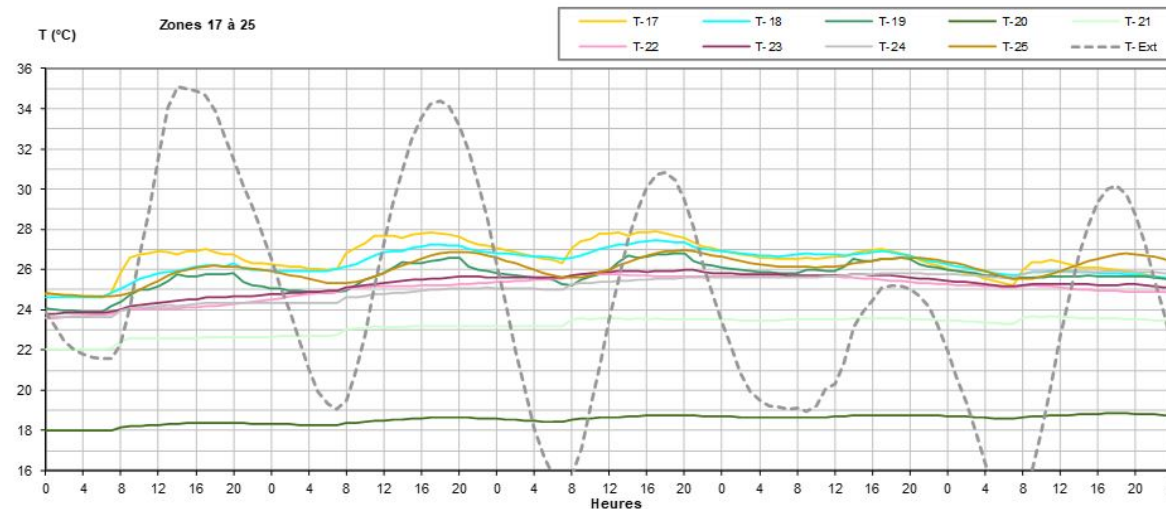
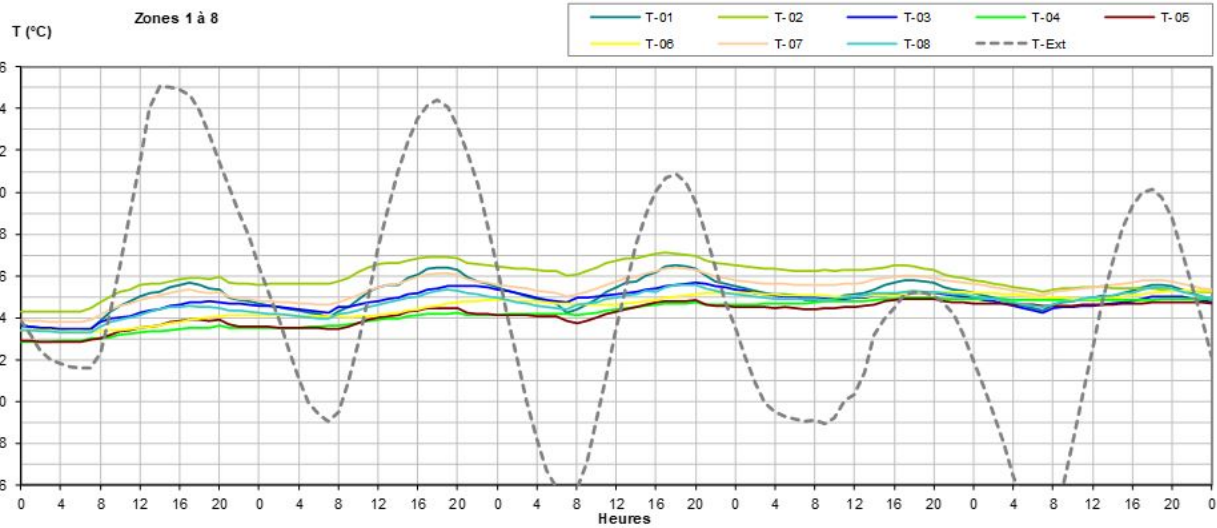
Evolution des températures des 6 sondes durant toute la campagne de mesures



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



- Sonde Intérieure [°C]
- Sonde n°1 [°C]
- Sonde n°2 [°C]
- - - Sonde n°3 [°C]
- Sonde Façade extérieure [°C]
- Sonde Extérieure Ombre [°C]



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.

Tableau 1: Comparaison des facteurs d'amortissement pour chaque emplacement de sonde au sein du mur, entre les valeurs moyennes mesurées et les valeurs issues de la méthode ISO 13786

| Facteurs d'amortissements | Sonde intérieure [x = 63cm] | Sonde Mur n°1 [x = 52cm] | Sonde Mur n°2 [x = 32cm] | Sonde Mur n°3 [x = 9cm] |
|--|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Moyenne des valeurs relevées par rapport à la sonde extérieure (ombre) | 11.13 % | 8.62 % | 24.82 % | 73.58 % |
| Méthode ISO 13786 | 3.44 % | 14.36 % | 45.62 % | 97.97 % |
| Ratio Théorique/Expérimental | 0.31 | 1.7 | 1.8 | 1.3 |

Le facteur d'amortissement théorique est de 1.3 à 1.8 fois supérieur par la norme ISO à celui calculé expérimentalement, soit des écarts de 30% à plus de 80%.

Même si l'expérimentation est perfectible dans sa mise en œuvre, elle ne pourrait qu'être encore plus favorable si parfaitement réalisée, pour montrer l'excellent comportement de la très forte inertie ... et l'interrogation vis-à-vis de la validité de la norme ISO 13786 en pareil cas.

Conclusion à confirmer par la poursuite de l'expérimentation :

- Il y a donc une très forte probabilité que la **norme ISO**, ne soit **pas adaptée au calcul en situation de très forte inertie**, notamment en présence d'une paroi à priori en mono matériaux, mais de composition hétérogène (agrégat de sable, gravier, chaux, pierre, parfois terre, et ... vide d'air encapsulé à l'échelle micro).

1°) Il est donc urgent, de concert avec les acteurs de la réglementation, de ne pas reproduire les erreurs passées, en imposant, sur la base d'une méthode de trop perfectible, des contraintes réglementaires incohérentes avec le bâti ancien à forte, voire très forte inertie.

2°) Cela risque de conduire à imposer une isolation par l'intérieur et entraîner inutilement la mise en œuvre de rafraîchissement, dans des bâtiments sachant s'en passer naturellement.

CONSEIL : En zone Sud, les parois s'approchant, voire dépassant les 50 cm d'épaisseur dans ce type de matériaux hétérogènes, ne doivent pas être isolées ... sous peine d'hérésie ☺

Bâtiment PIERRE VERTE

Phase 1 (2014-2016)

Phase 2 (2018-2021)

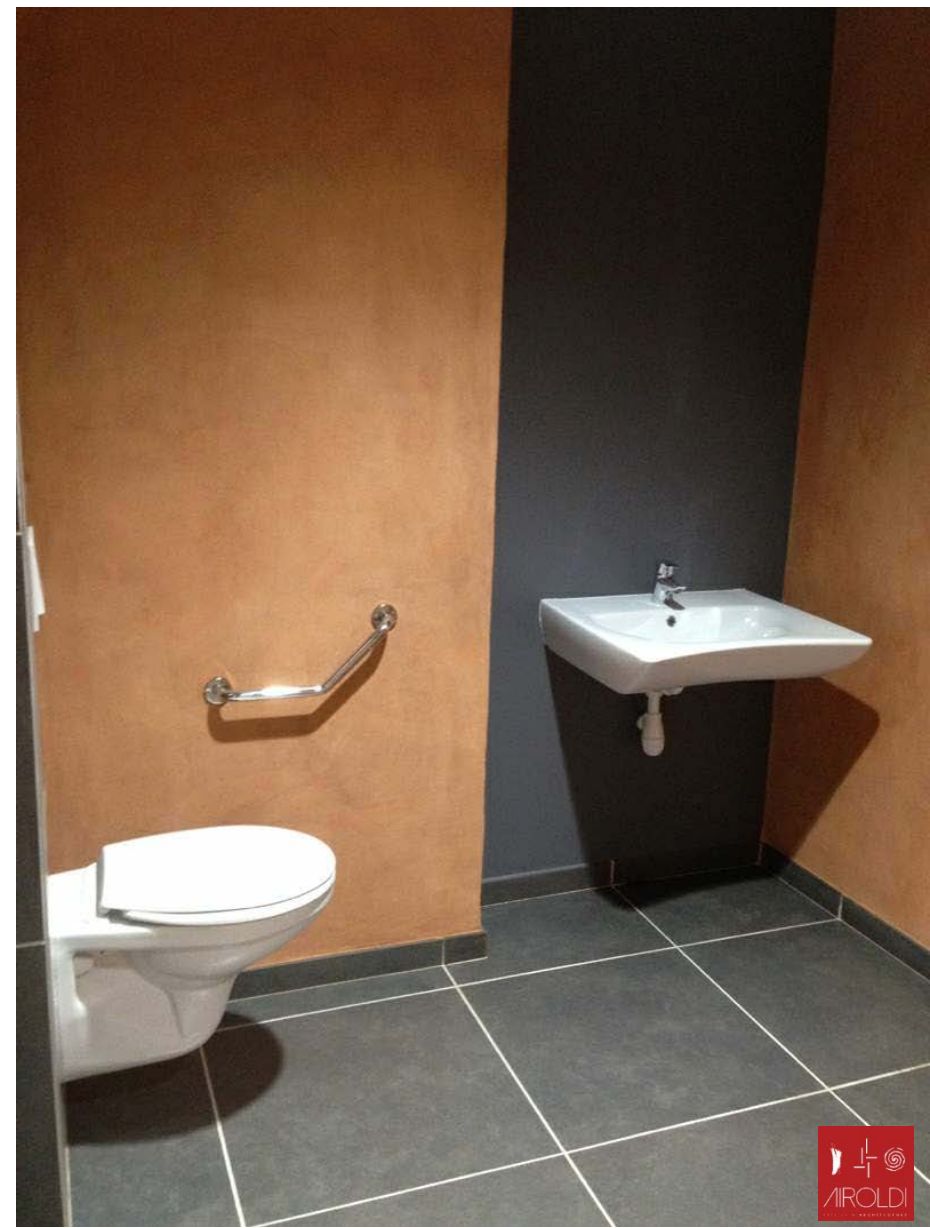
Solutions et Innovations



Présentation Bâtiment PIERRE VERTE



Solutions et Innovations



Solutions et Innovations



Présentation Bâtiment PIERRE VERTE



Présentation Bâtiment PIERRE VERTE



Bâtiment PIERRE VERTE

Phase 1 (2014-2016)

Phase 2 (2018-2021)

Etat antérieur







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



Avant

Après



Augmentation de la surface utile



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

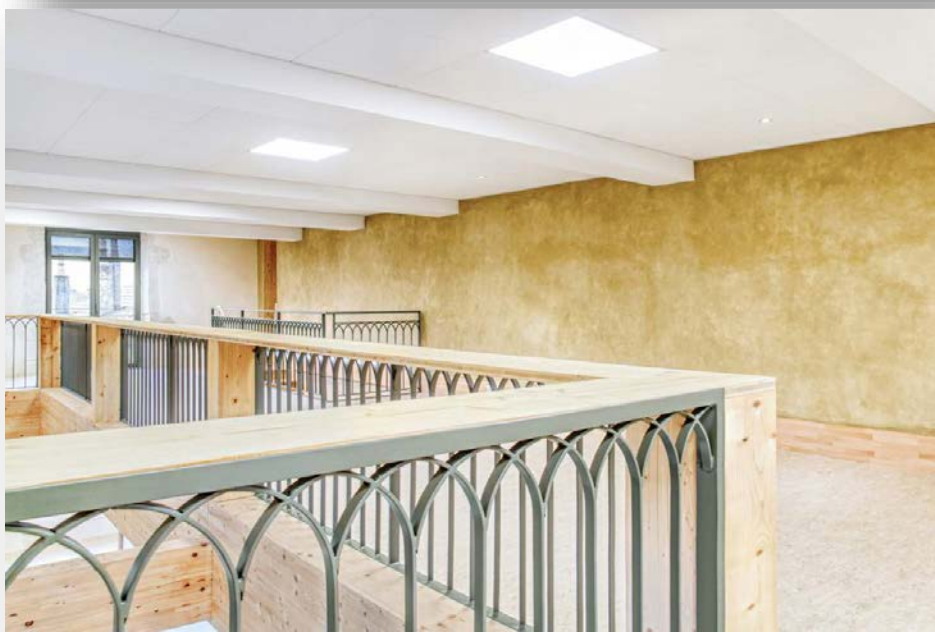
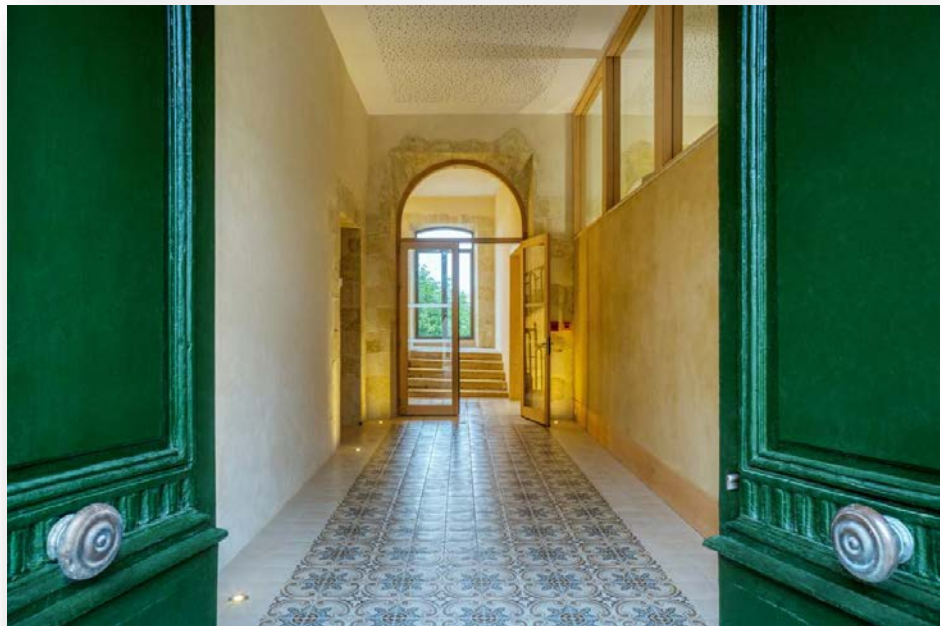


Augmentation de la surface utile

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

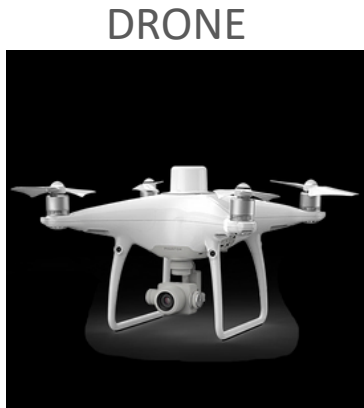






Mise en œuvre dans le bâtiment pour les 2 phases de :

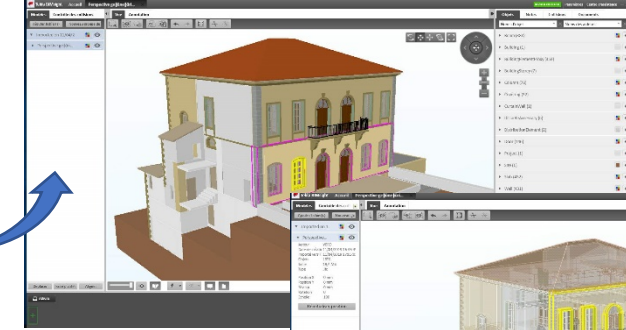
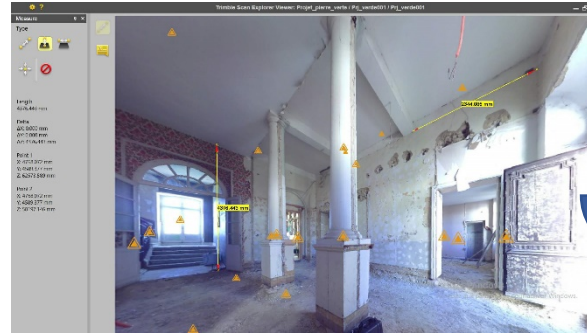
- Bois : 46 Tonnes
- Terre crue : 51 Tonnes
- Fibre bois : 1,35 Tonnes
- Ouate de cellulose : $340 \text{ m}^2 \times 40 \text{ cm} = 136 \text{ m}^3$



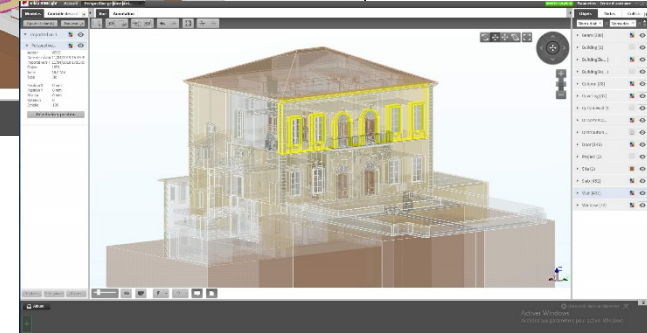
DRONE



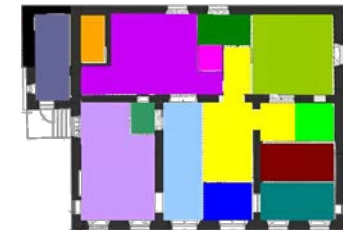
SCAN 3D



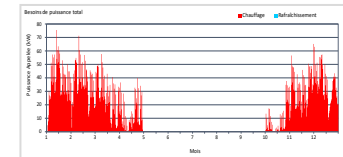
BIM



Casque de réalité virtuelle

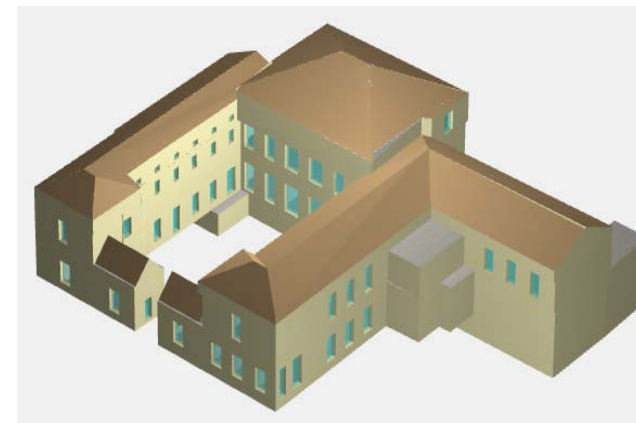


STD



Photogrammétrie / Lasergrammétrie

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



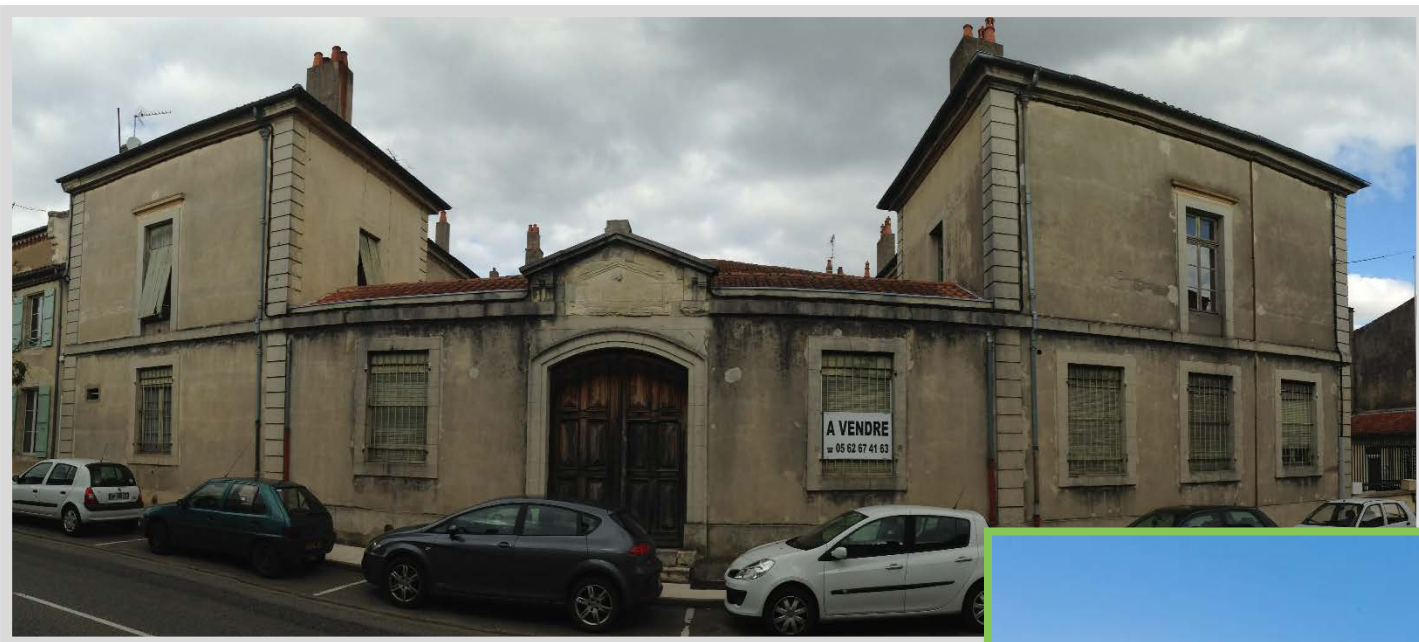
Bâtiment « PIERRE VERTE Phase 2 »

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



Pour le fun ...

Quelques vues avant - après



(Avant - Après...)

Façade Principale





Chapelle cour intérieure

Bloc d'accessibilité



Traitement des menuiseries



Hangar Photovoltaïque

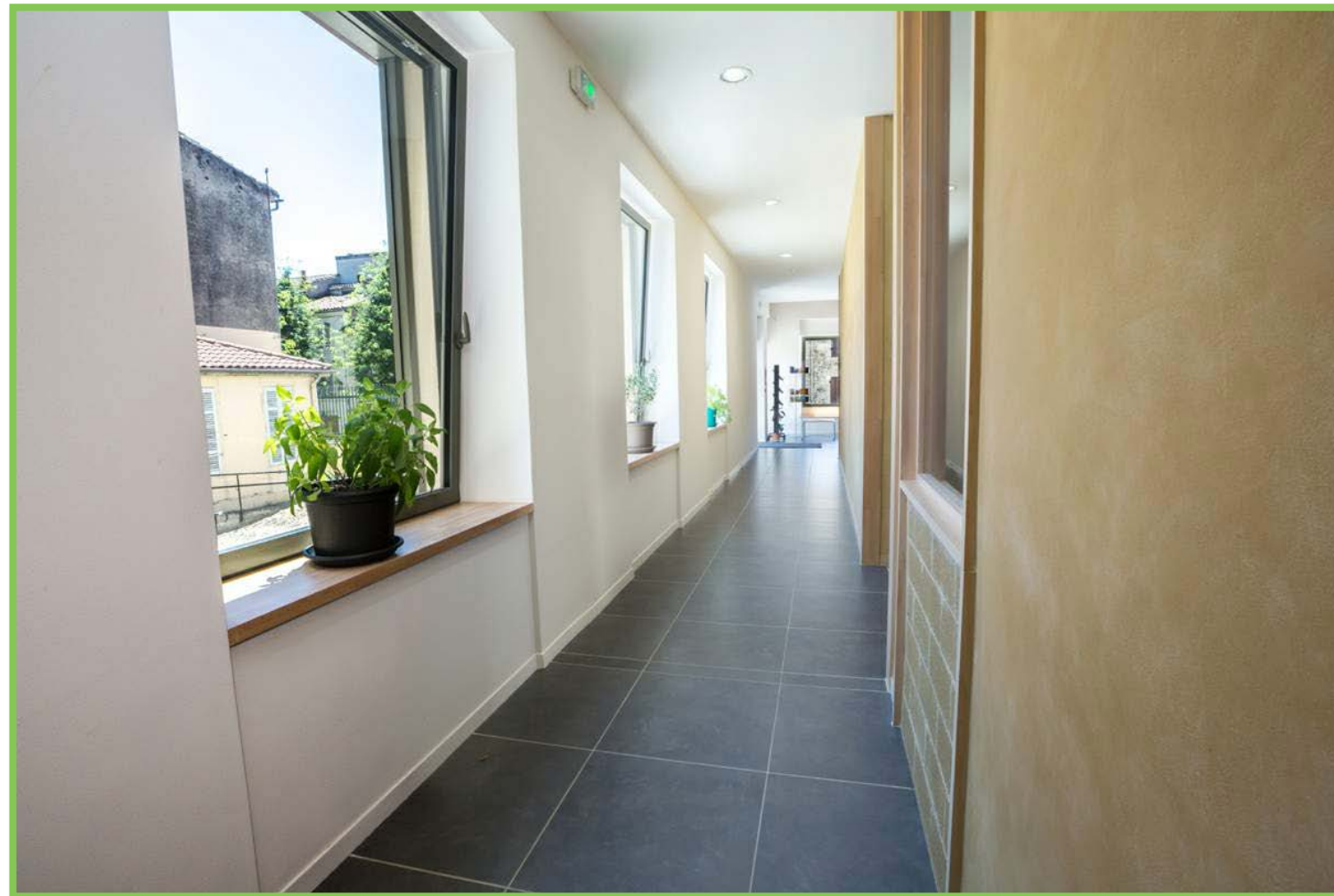


Couloir CNEPT

#66

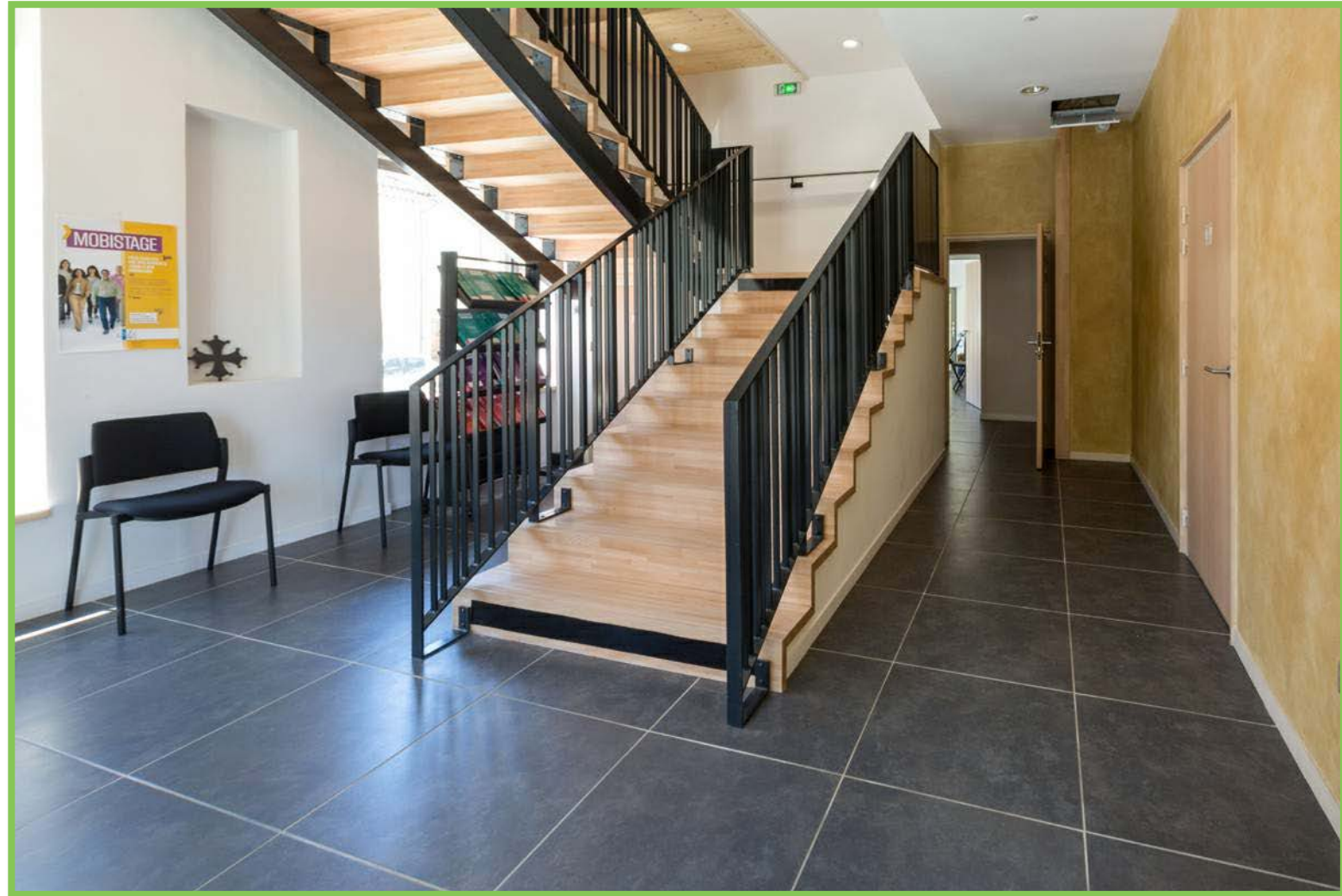


Couloir CNFPT

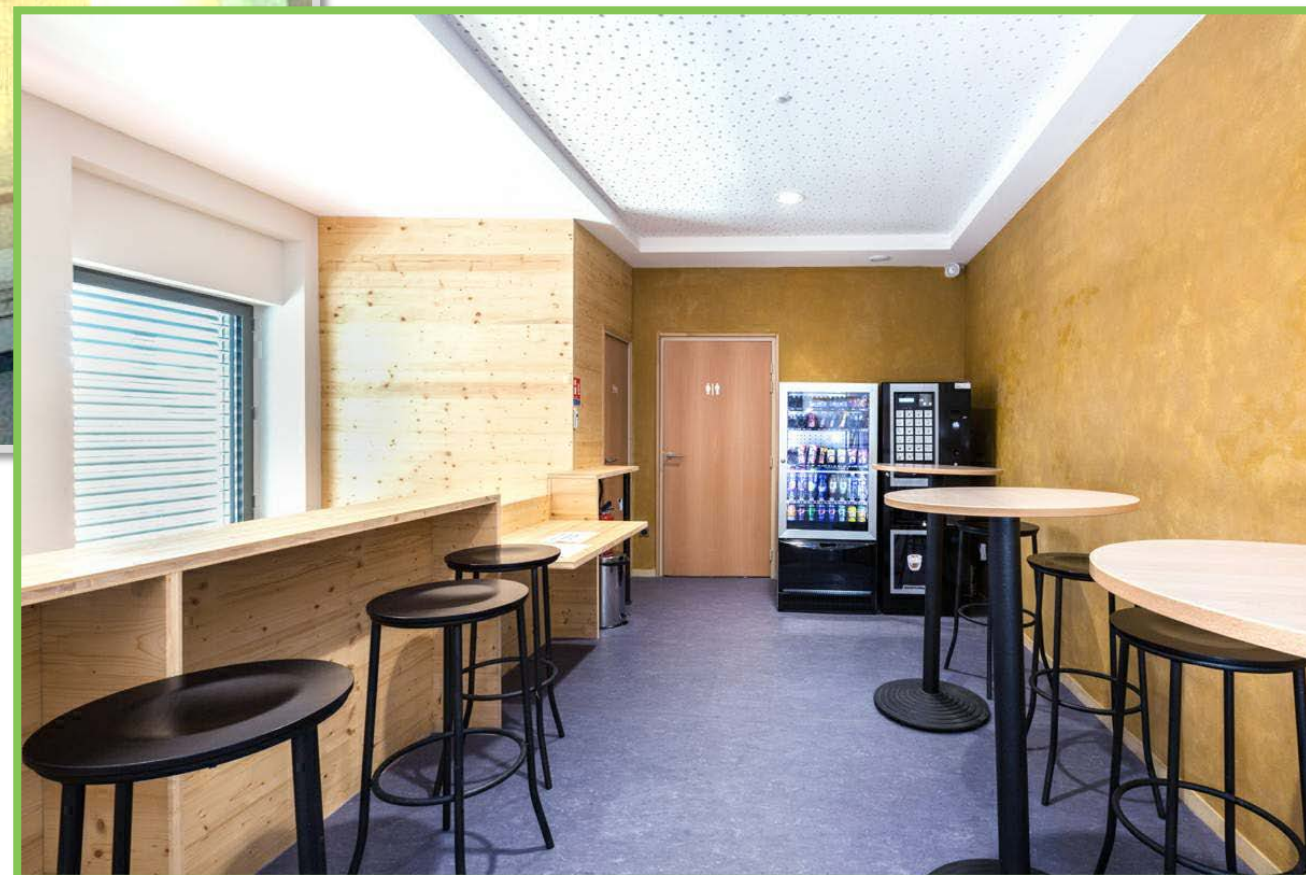




Sanitaires CNFPT

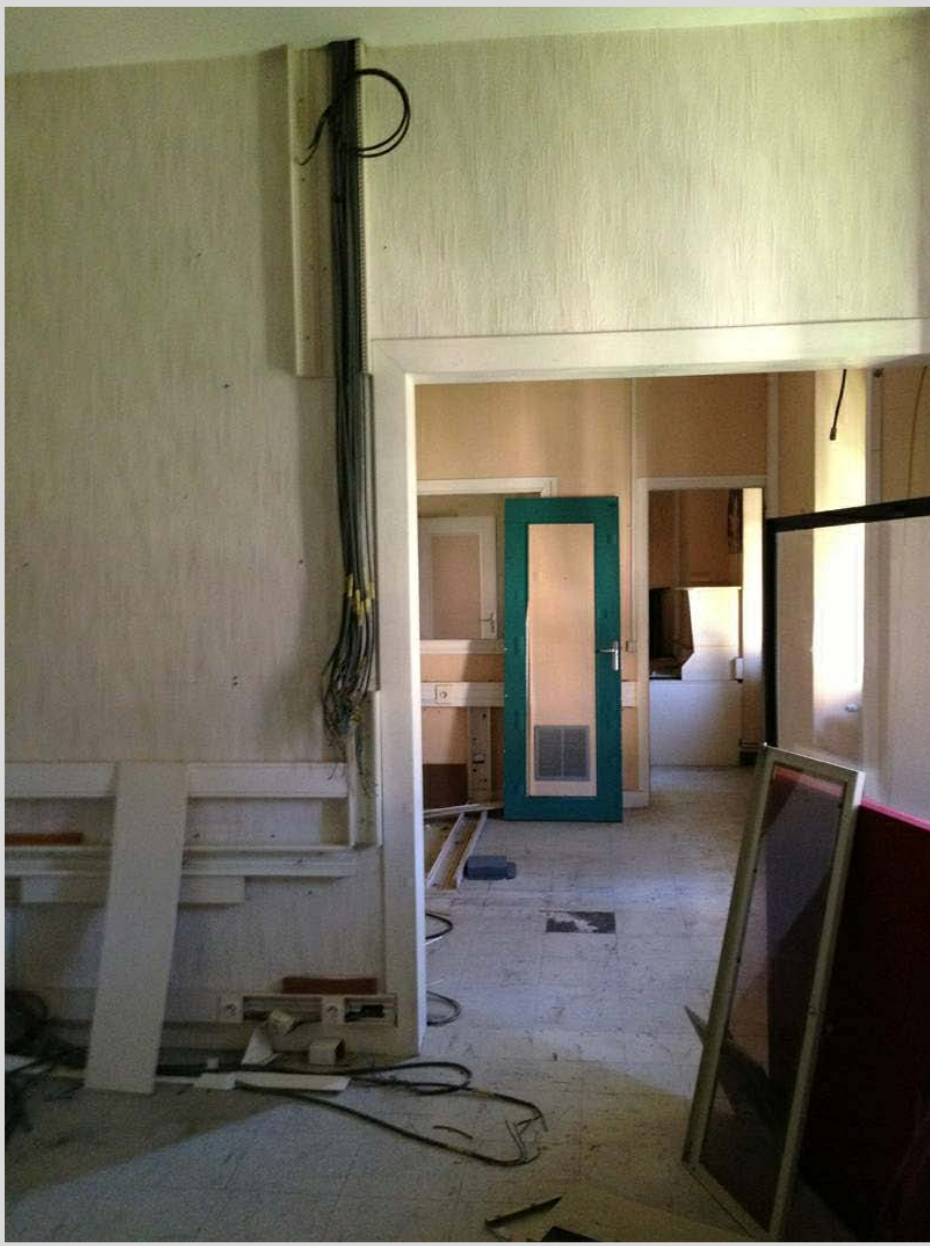


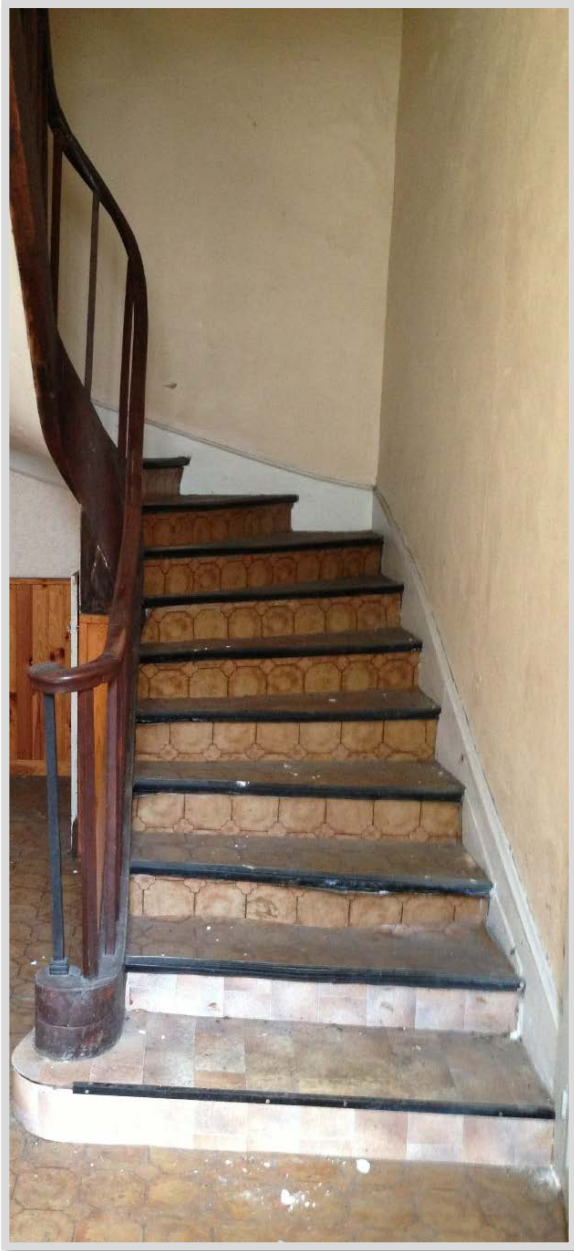
Escalier Hall CNFPT



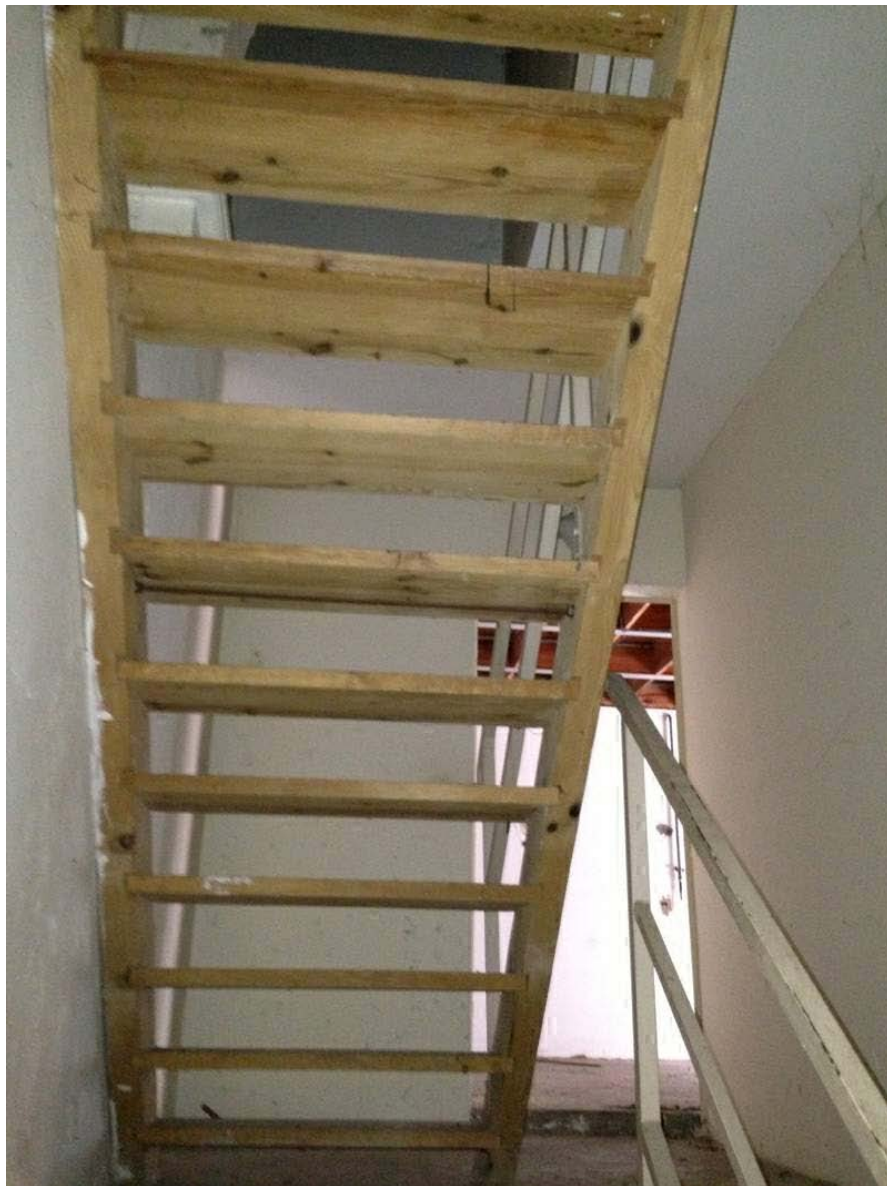
Espace détente stagiaire

Salles de formation CNFPT





Escalier principal ADDENDA



Escalier principal
ADDENDA

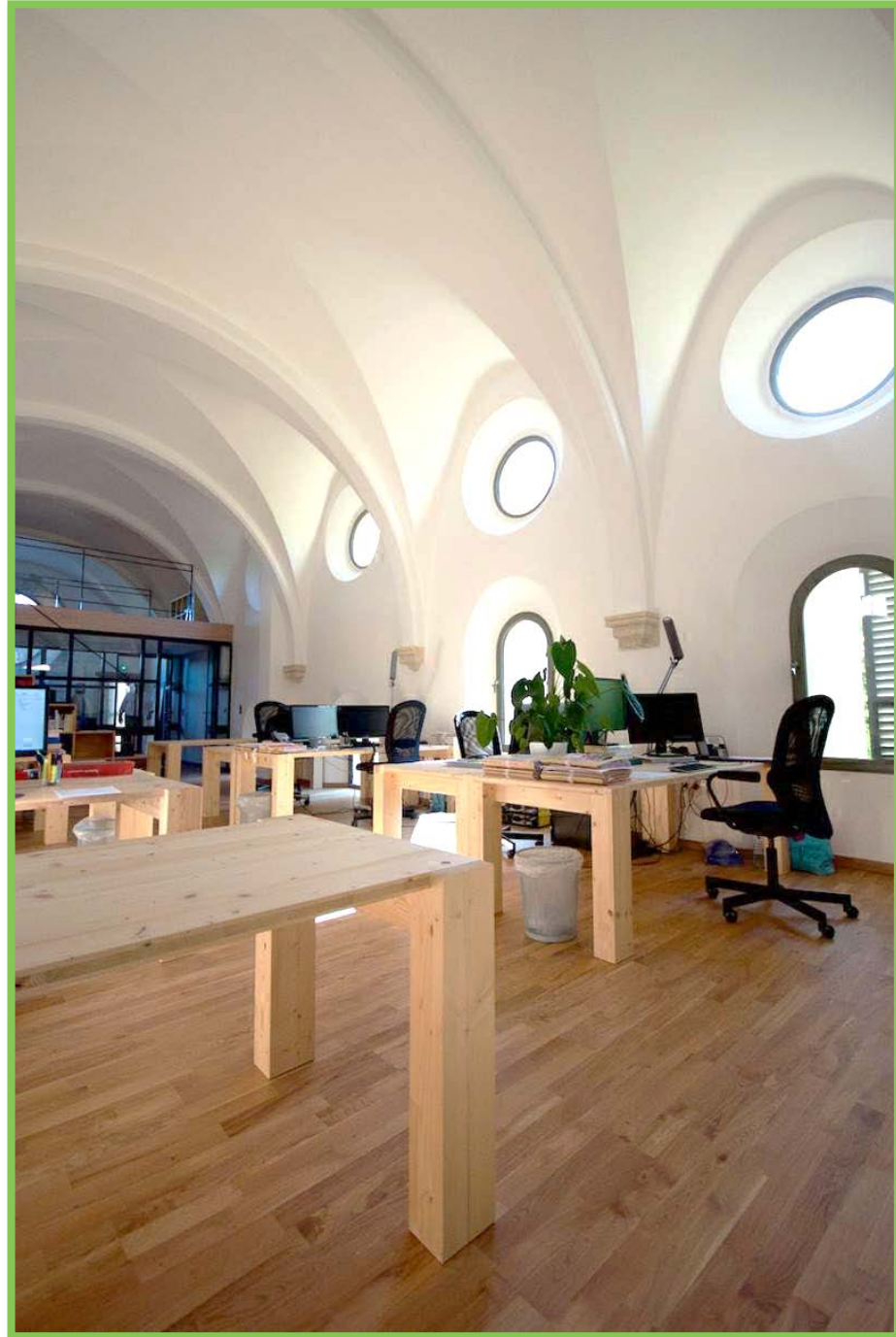
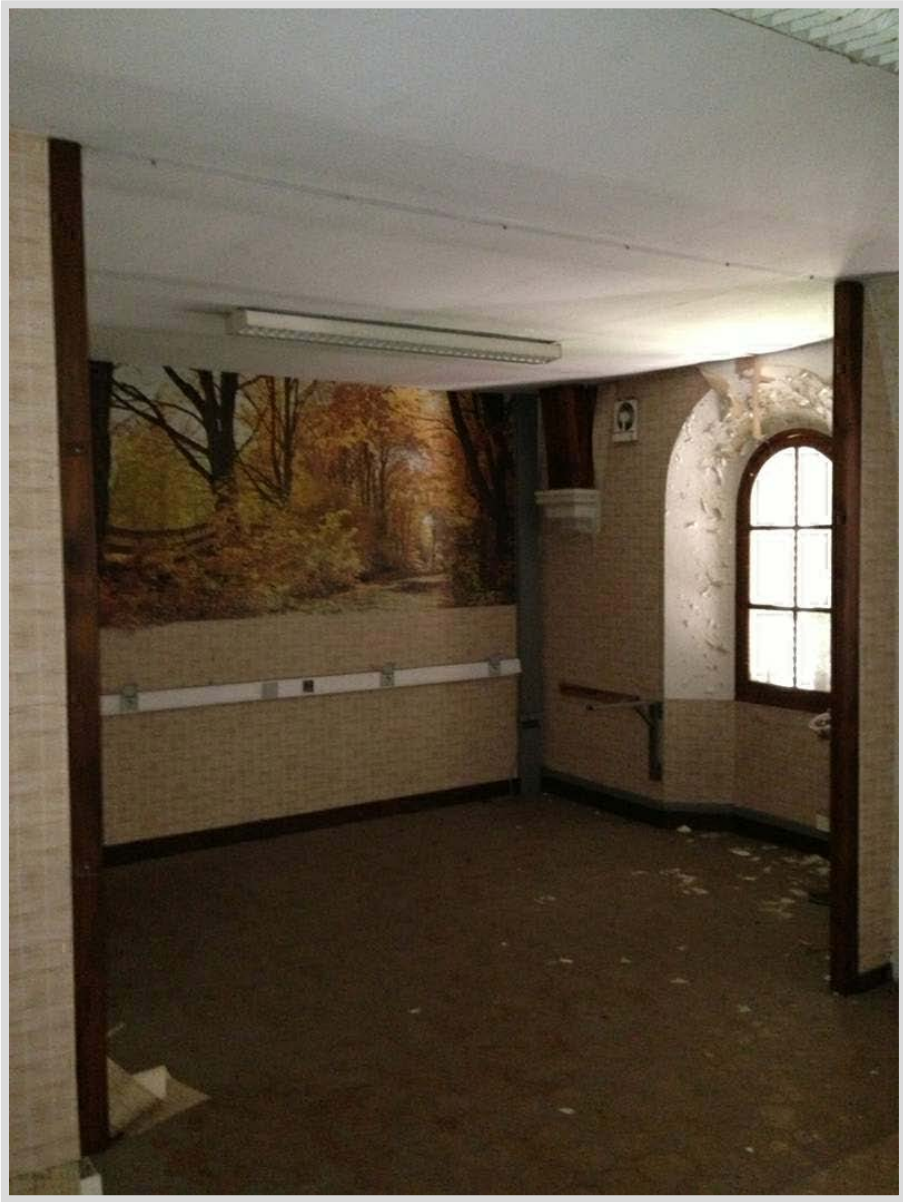


Salle visioconférence ADDENDA



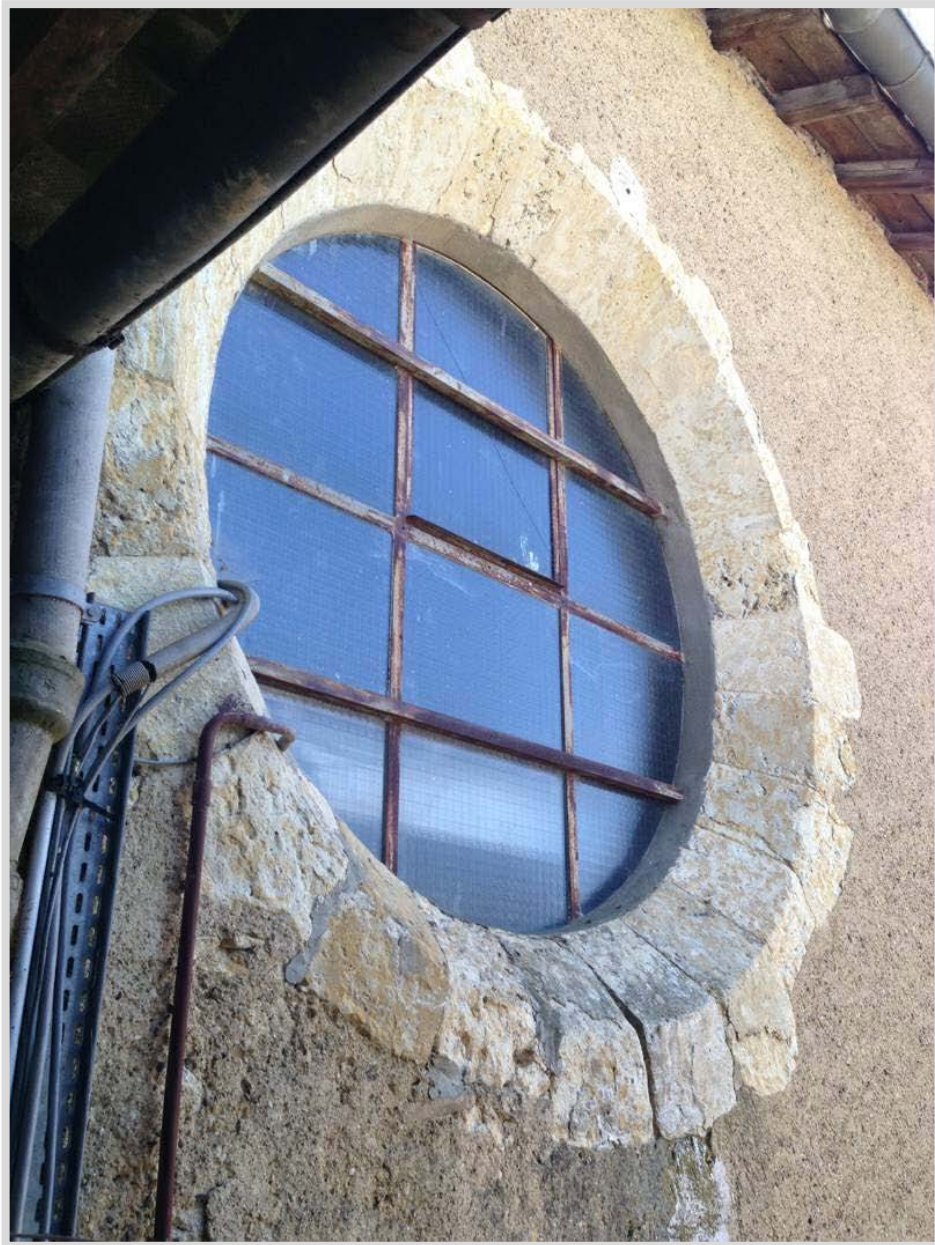
Plateau de travail ADDENDA





Plateau de travail ADDENDA





Rosace ADDENDA

Façade Sud (entrée Banque de France)



Avant



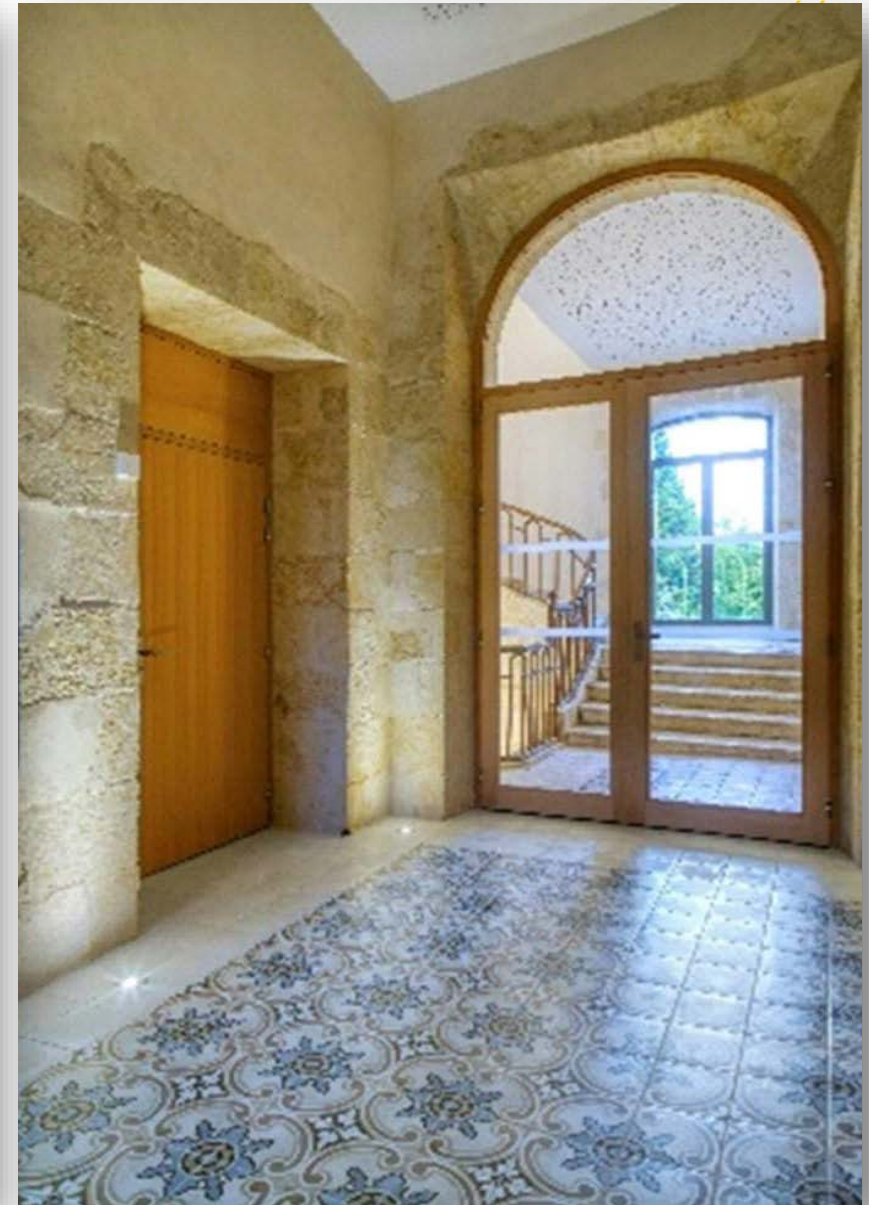
Après

Pendant

Après



Avant



Mezzanine R+2 crée

Pendant

#81



Avant

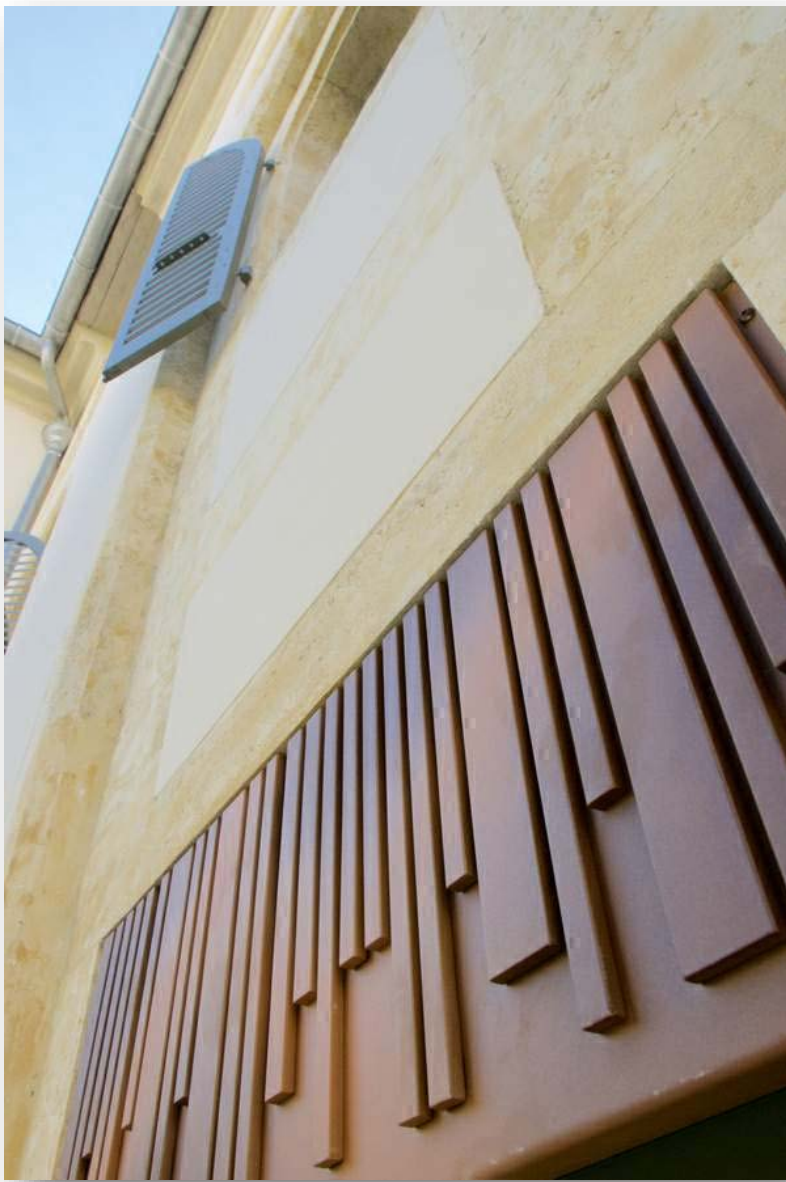
Après



Quelques détails de la restructuration...



Quelques détails

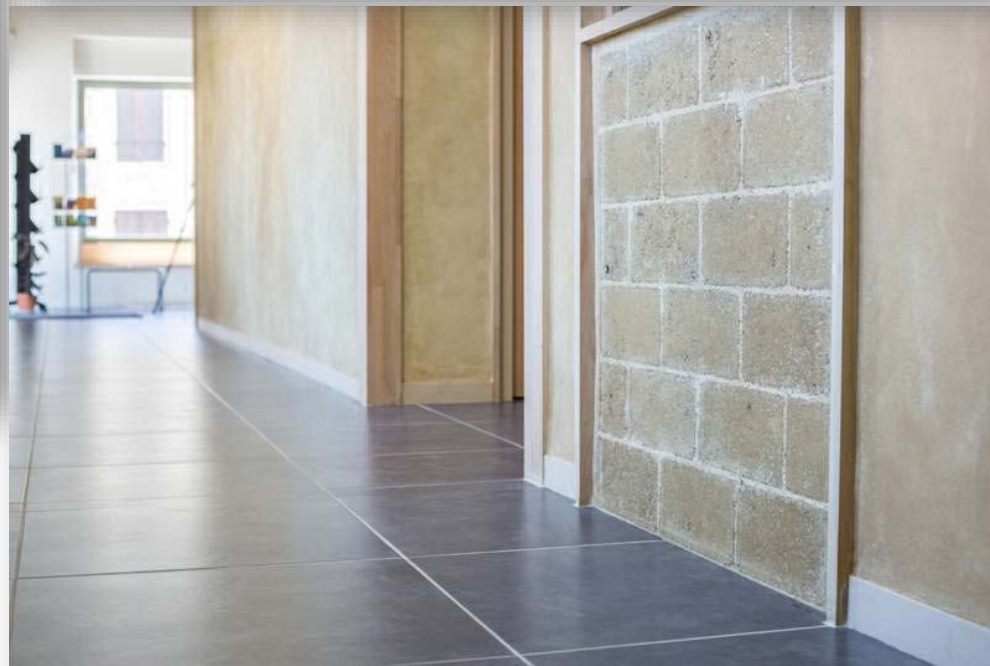




Quelques détails ...



Quelques détails ...



Quelques détails ...



PIERRE VERTE
BIENVENUE

PIERRE VERTE

Bâtiment de bureaux
à Energie Positive (BEPOS)
& Autonome en Energie

Bâtiment
Pierre
verte



Lauréat National de l'Appel à Projets
de Recherche ADEME (APR)
« Vers des bâtiments responsables
à l'horizon 2020 »

Lauréat de l'Appel à projets 2014
ADEME-REGION
« Bâtiments Economes de Qualité
Environnementale en Midi-Pyrénées »



MAÎTRISE D'OUVRAGE
SCI PIERRE VERTE

ARCHITECTES
Atelier d'architecture AIROLDI
6 rue Eugène Sue 32000 AUCH
Tél : 05 62 61 83 53 – Fax : 05 62 61 24 57



AMO HQE et BET – Energie/Fluides/Environnement
ADDENDA
44 rue Victor Hugo 32000 AUCH
Tél : 05 62 66 92 50 – Fax : 05 62 66 92 51



BET – ELECTRICITE
CARTE
Chemin Labourdette 64160 SEVIGNACQ
Tél : 05 59 68 05 10 – Fax : 05 59 68 05 10



ECONOMISTE
BATECO
5 rue Isabelle Erberhardt 31200 TOULOUSE
Tél : 05 61 47 64 64 – Fax : 05 61 47 63 64



BUREAU DE CONTRÔLE – COORDONNATEUR SPS
SOCOTEC
7 rue Diderot 32000 AUCH
Tél : 05 62 63 47 20 – Fax : 05 62 60 00 19

Maîtrise d'Œuvre



**Bâtiment
pierre
verte**

&



Entreprises

MAÎTRISE D'OUVRAGE SCI PIERRE VERTE

CONSTRUCTIONS de la TENAREZE

Gros œuvre / Démolition
32310 VALENCE SUR BAÏSE, 05 62 28 18 12

Cédric PUJOLLE

Charpente / Couverture / Isolation
16, chemin de Cassagne 65360 BARBAZAN DESSUS, 05 62 35 38 77

LES BATISSEURS D'ARCAMONT

Enduits extérieurs
En Pourquès 32810 ROQUELAURE, 06 27 84 57 53

CUNHA & CASTERA

Menuiseries extérieures
8, rue Claude Monet ZI Engachies 32000 AUCH, 05 62 61 83 39

MCAI

Serrurerie / Métallerie
18, lotissement Doat 32190 LANNEPAX, 06 09 37 01 79

DAZEAS

Menuiseries intérieures
37, chemin d'Engachies ZI Engachies 32000 AUCH, 05 62 63 04 88

NIN

Cloisons plâtre / Faux plafonds / Isolation
ZAC Pont Peyrin 32600 ISLE JOURDAIN, 05 62 60 06 00

Olivier Alquier

Cloisons Terre Crue
Matère 32200 SAINTE MARIE, 06 08 03 37 68

SGCC

Sols durs / Chapes
Las Paguères d'enjouet 32450 CASTELNAU BARBARENS, 09 61 45 48 43

Franck DUTREY

Sols souples / Peinture
Avenue de la gare 32700 LECTOURE, 05 62 68 99 19

JUSTUMUS

CVC / Plomberie
9, rue Marc Chagall 32000 AUCH, 05 62 63 46 46

TAUPIAC

Électricité CFO-CFA
32, rue Federico Garcia Lorca ZI de l'Hippodrome 32000 AUCH, 05 62 05 14 26

SIREA

Photovoltaïque / Stockage
69, rue de l'industrie 81100 CASTRES, 05 63 72 93 92

AAG

Ascenseurs / Élévateurs
10, rue Matisse ZI Engachies 32000 AUCH, 05 62 60 14 28

MALET

VRD / Espaces verts
12, rue Jacques Brel ZI Engachies 32000 AUCH, 05 62 63 57 84

TABLE RONDE

Auch,
le 15 septembre 2016
Inauguration du bâtiment
« PIERRE VERTE »

« 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



Bâtiment PIERRE VERTE

Bureaux « Pierre Verte II »
Auch (32)

opération reconnue



82 points



Appel à projets
BÂTIMENTS NoWATT
EN OCCITANIE / PYRÉNÉES-MÉDITERRANÉE
Édition 2017-2018

Lauréat 2014
Lauréat 2020

PIERRE VERTE



MERCI DE VOTRE ATTENTION

 **ADDENDA**

Siège social : 44 rue Victor HUGO 32000 AUCH / Agence Toulouse : 74 av Etienne BILLIERES 31300 TOULOUSE / Tel : 05.62.66.92.50 - Email : amo@addenda.fr - Web : www.addenda.fr