



Commission d'évaluation : Conception du 26/10/2023

# OPERA de TOULON

(83)

<b>Maîtrise d'ouvrage</b>	<b>Architecte</b>	<b>BET Fluides</b>	<b>Scénographe</b>	<b>Eclairagiste</b>
---------------------------	-------------------	--------------------	--------------------	---------------------



# Les acteurs du projet

## MAITRISE D'OUVRAGE ET UTILISATEURS

### MAITRISE D'OUVRAGE

TOULON PROVENCE  
METROPOLE (83)



### AMO programmiste

SAMOP

### AMO Scénographe

CREAFACTORY

### UTILISATEURS

Direction de l'Opéra  
de Toulon

## MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES

### ARCHITECTE mandataire

FABRICA TRACEORUM (13)



### SCENOGRAPHE

ARTSCENO (69/Suisse)



### BE THERMIQUE

CINFORA (06)



### CONCEPTEUR LUMIERE

8'18''(13)



### BE STRUCTURE

I2C (13)



### ACOUSTICIEN

ATELIER ROUCH (34)



### ECONOMISTE

ECOBIS (38)



### SPECIALISTE FRESQUES

Atelier Thierry Martel  
(84)



# Contexte



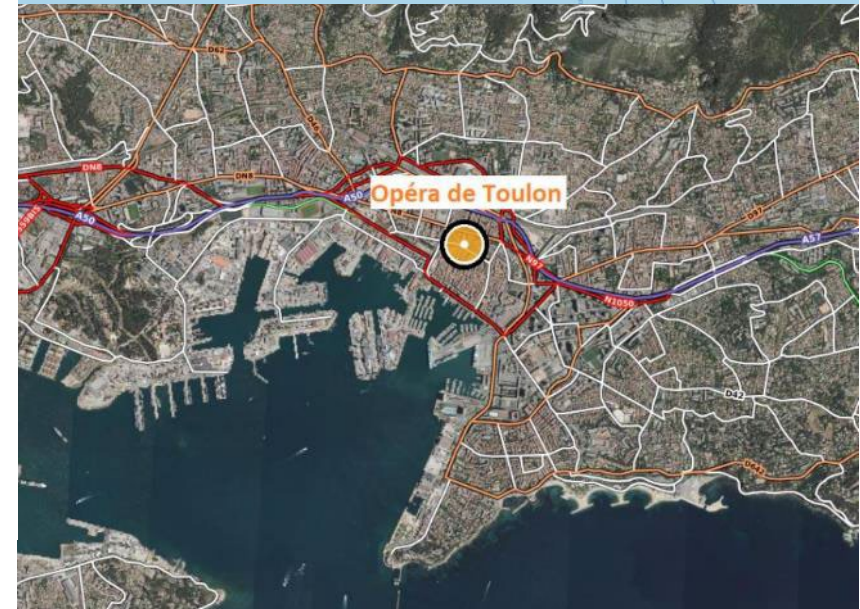
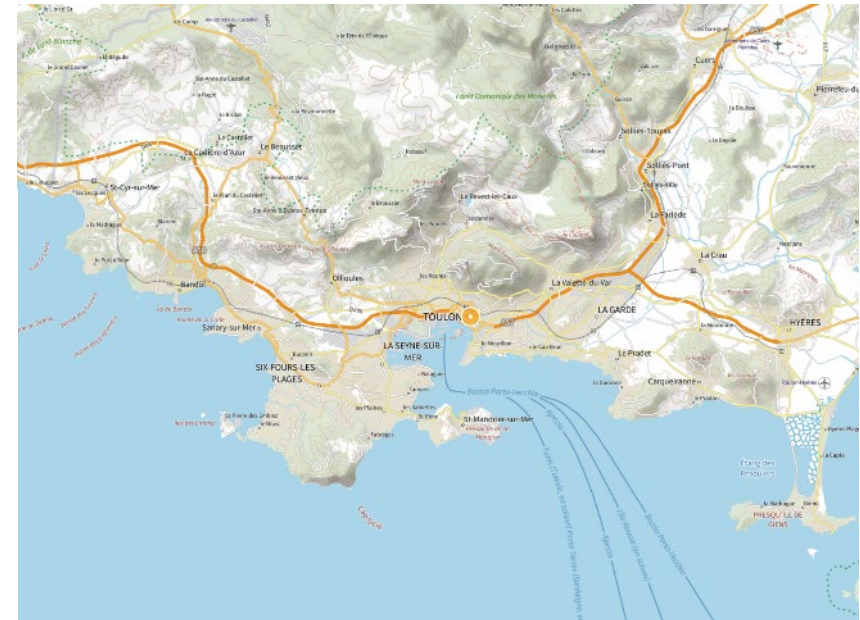
L'opéra de Toulon est un édifice culturel construit en 1862 suivant une typologie de théâtre à l'italienne. L'ensemble du bâtiment comprenant les structures, façades, menuiseries et décors intérieurs, est inscrit à l'inventaire supplémentaire des Monuments Historiques par arrêté du 2 décembre 1988.

La Métropole Toulon Méditerranée (TPM) souhaite rénover l'Opéra de Toulon. Les travaux de rénovation porteront sur :

- Réaménagement de la cage de scène et de ses dessous,
- Réaménagement du bloc salle,
- Réaménagement du hall central,
- Restructuration de la partie administration,
- La création d'un ascenseur pour desservir le foyer Campra,
- La restauration et la mise en valeur des décors.

## Finalités :

- => augmenter la fréquentation, améliorer l'accès handicapés,
- => diversifier la programmation,
- => améliorer le confort des usagers et des employés,
- => remise aux normes.

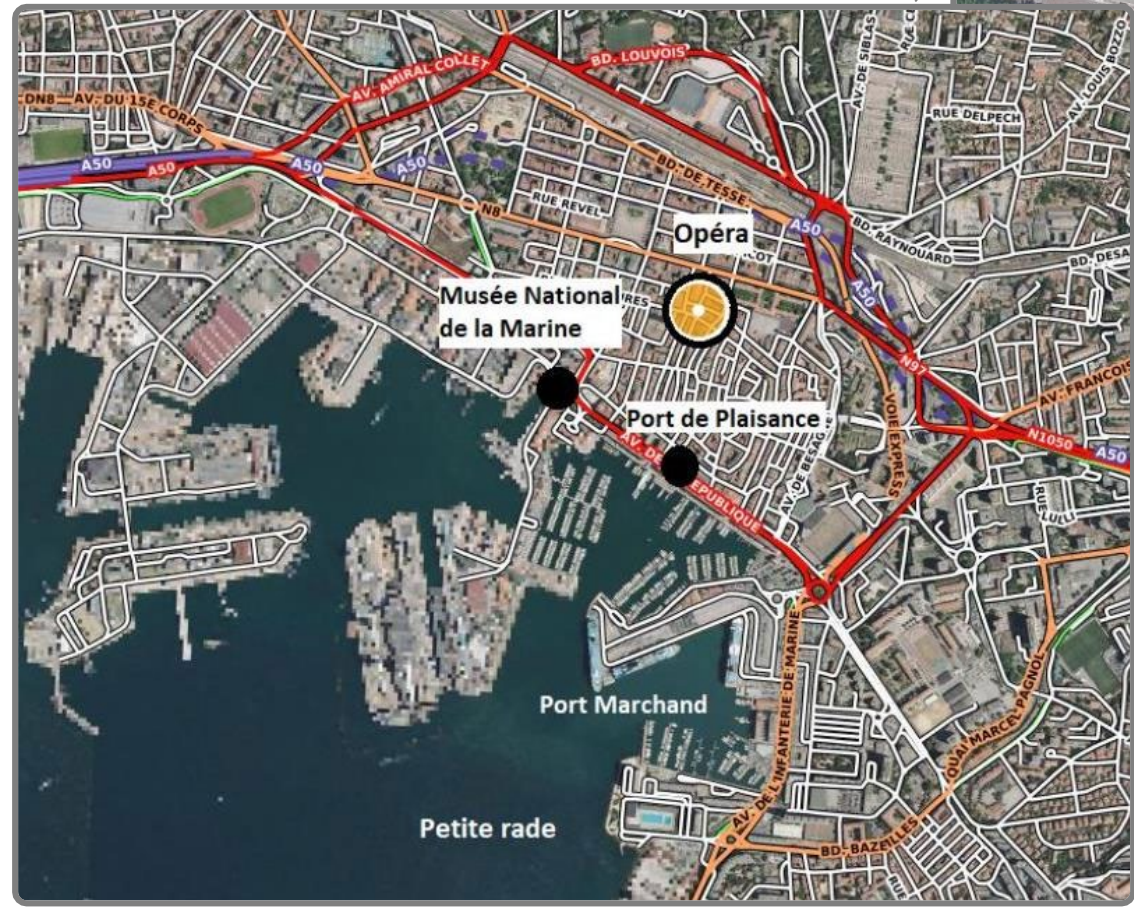
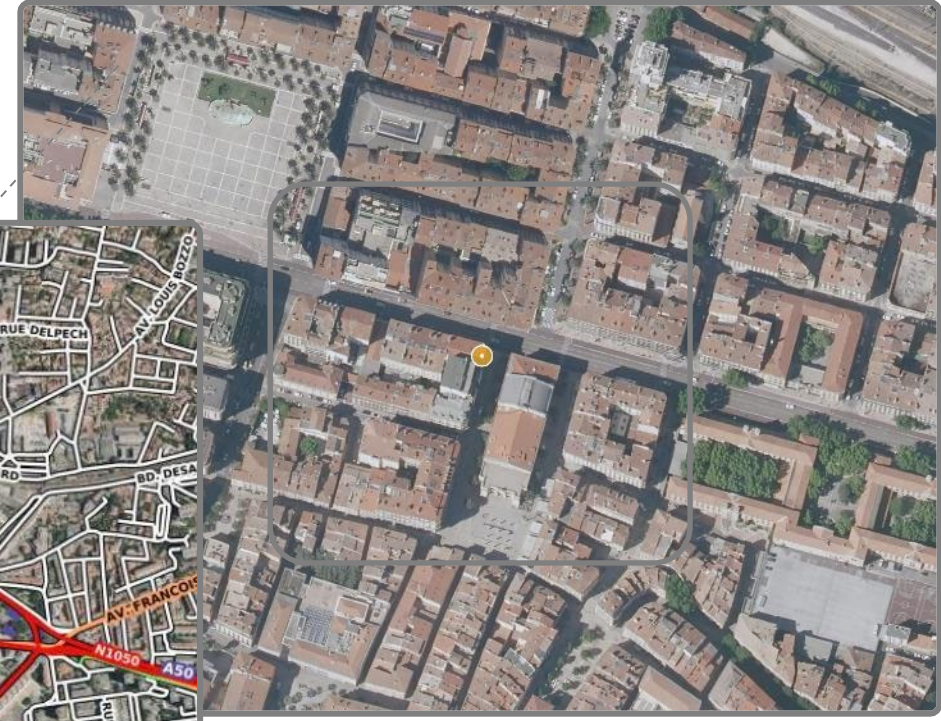


# Le projet dans son territoire

## Vues satellite



En plein centre urbain,  
à quelques pas de la place de la Liberté.



# Le bâtiment et son voisinage

Vue sur Bd Strasbourg



Façade Ouest  
Rue Racine



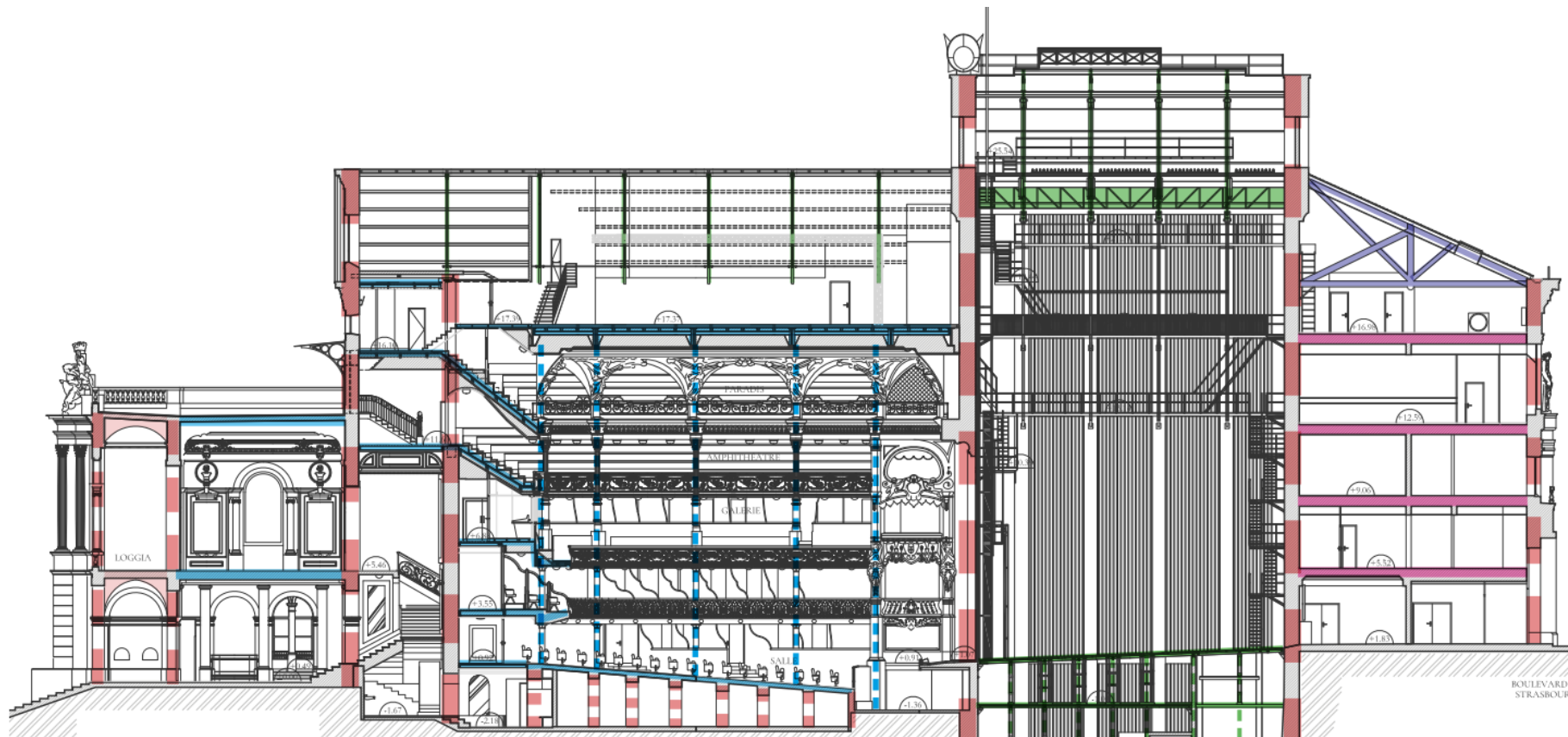
Façade Sud place V.Hugo piétonne

Façade Nord  
coté Bd Strasbourg

Façade Est  
Rue Molière



# 1 diagnostic structure



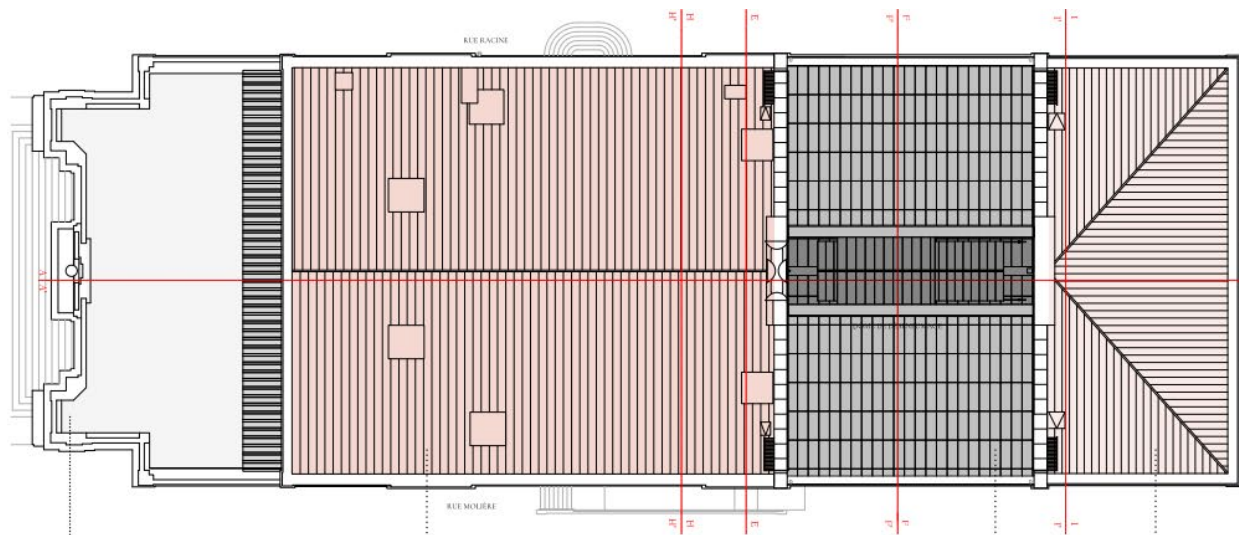
## Structures verticales:

- Refend et mur de façade en maçonnerie de moellon et pierre de taille
- ⤴ Voûte maçonnée (avant-corps et loggia)
- Colonnes en fontes (salle)
- Poteaux métal (scène)

## Structures horizontales:

- Plancher traditionnel bois et plâtre (à confirmer par sondage)
- Plancher mixte poutrelles et consoles métallique / solives bois
- Plancher profilé métallique et caillebotis (scène)
- Charpente métallique (toiture salle et grill, plancher grill)
- Charpente bois (toiture administration)

# 2 diagnostic toiture



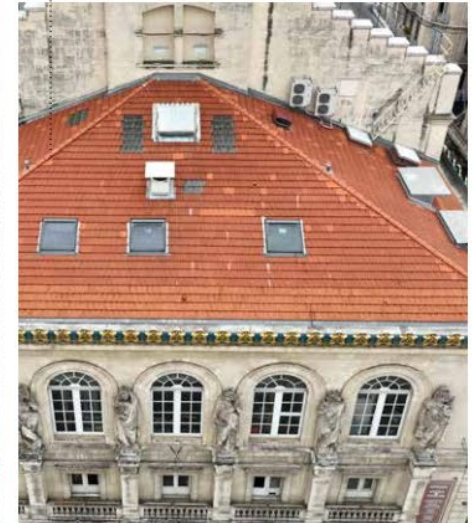
**Toiture hall / foyer :** terrasse en carrelage incompatible sur étanchéité, relevé périphérique non conforme favorisant des défaut d'étanchéité.



**Toiture scène :** couverture refaite entièrement à neuf en 2014 avec isolant Sarking, tuile mécanique marseillaise, chéneau en zinc et édicules divers de ventilation, câbles d'alimentation apparents.

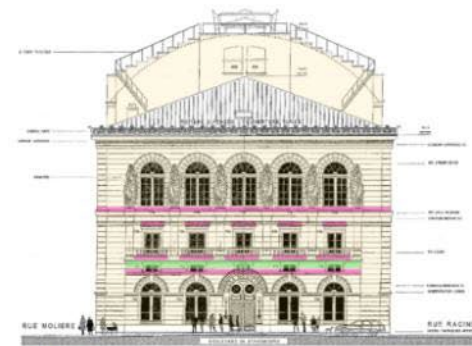


**Toiture gril :** zinc prépatiné sur tasseau, défaut d'étanchéité sur le mécanisme de désenfumage, habillage des arases maçonnée de type Mammouth inadapté.

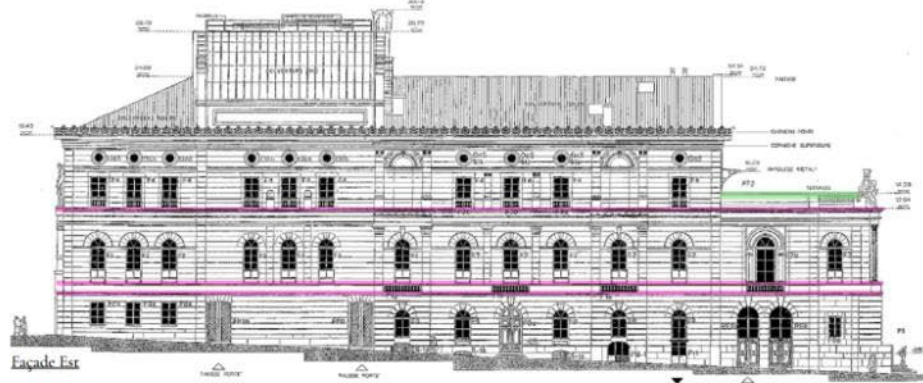


**Toiture administration :** couverture en tuile mécanique ayant fait l'objet d'une révision avec remplacement partiel des tuiles, réfection des arêtiers et des solins contre les maçonneries, intégration d'édicule technique, fenêtres de toit et tuiles transparentes.

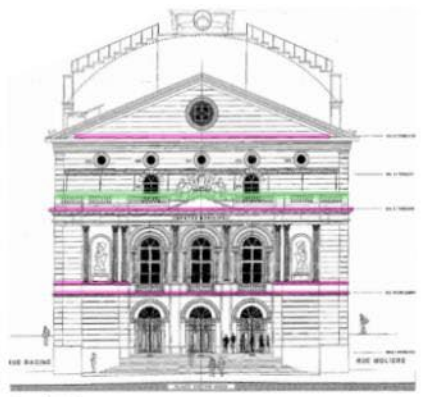
# 3 diagnostic façades



Façade Nord



Façade Est



Façade Sud

Les façades présentent un bon état de conservation dans l'ensemble. Les interventions porteront principalement sur un nettoyage et l'ajout de protections adaptés qui permettront d'assurer une présentation patrimoniale pérenne du monument.

**Légende:** — Absence de protection sur les bandeaux et corniches — Encrassement — Végétation parasitaire



**Façade Nord:**  
Encrassement généralisé, végétation parasitaire, coulures causées par l'absence de protection sur les bandeaux et corniches, croustes noires localisées sous les balcons. La statuaria devra faire l'objet d'un nettoyage et d'une protection spécifique.



**Façade Est et Ouest:**  
Coulures causées par l'absence de protection sur les bandeaux et corniches.

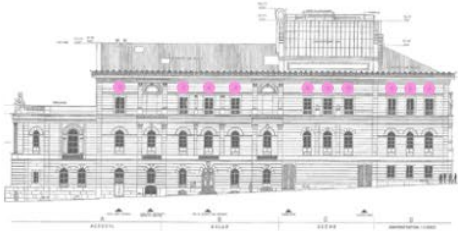


**Façade Sud:**  
Absence de protection sur les bandeaux et corniches, défaillance du système anti-pigeon entraînant des dégradations sur les statues, végétation parasitaire sur la balustrade, vérification du réseau de descente EP en fonte.



# 4 diagnostic menuiseries

## MENUISERIES FIN XIX<sup>ème</sup> siècle - DÉBUT XX<sup>ème</sup> siècle



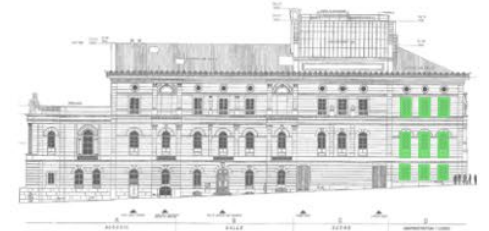
**N° :** O.5.1a à O.5.1y  
**Dimensions :** 88cm de diamètre  
**Menuiseries :** Châssis métallique circulaire basculant  
**Volets intérieurs :** Non  
**Type de verre :** Simple vitrage  
**Type de ferrure :** Verrou

## MENUISERIES DÉBUT XX<sup>ème</sup> siècle RESTAURÉES



**N° :** P.0.5  
**Dimensions :** 220x400cm  
**Menuiseries :** Porte bois 2 ouvrants panneaux pleins  
**Type de ferrure :** Crochets métalliques et barres de fermeture

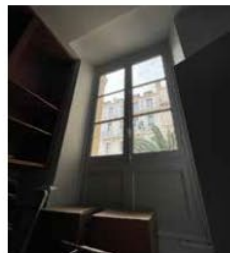
## MENUISERIES DÉBUT XX<sup>ème</sup> siècle REMANIÉES



**N° :** F.0.1b à F.0.1d / F.0.1e à F.0.1g  
**Dimensions :** 140x240cm  
**Menuiseries :** Fenêtre bois, 2 ouvrants à la française, grands carreaux  
**Volets intérieurs :** Non  
**Type de verre :** Simple vitrage (granité)  
**Type de ferrure :** Crémone en applique / gonds



**N° :** P.0.1a à P.0.1c  
**Dimensions :** 200x425cm  
**Menuiseries :** Porte 2 ouvrants panneaux pleins bois, imposte vitrée fixe cintrée  
**Type de ferrure :** Crémone en applique



**N° :** F.2.1a à F.2.1j / F.2.1o à F.2.1x  
**Dimensions :** 140x420cm  
**Menuiseries :** Fenêtre bois avec imposte vitrée fixe cintrée, 2 ouvrants à la française, grands carreaux  
**Volets intérieurs :** Oui (partiellement)  
**Type de verre :** Double vitrage / vitrage thermique feuilleté pour F.2.1a & F.2.1x  
**Type de ferrure :** Crémone en applique / gonds



**N° :** F.2.3a à F.2.3e / F.2.1o à F.2.1x  
**Dimensions :** 62x60cm  
**Menuiseries :** Fenêtre bois 1 ouvrant, différentes typologies (basculant, ouvrant à la française)  
**Volets intérieurs :** Non  
**Type de verre :** Simple vitrage / granité  
**Type de ferrure :** Fiches et contrefiches, verrou, gonds, poignées en applique



**N° :** F.2.3c (2 oculus)  
**Dimensions :** 86cm de diamètre  
**Menuiseries :** Châssis métallique + grille  
**Type de verre :** Simple vitrage (granité)  
**Volets intérieurs :** Non



**N° :** F.4.1a à F.4.1g / F.4.1n à F.4.1t  
**Dimensions :** 200x450cm  
**Menuiseries :** Fenêtre bois, 2 ouvrants à la française, grands carreaux  
**Volets intérieurs :** Oui (partiellement)  
**Type de verre :** Double vitrage  
**Type de ferrure :** Crémone en applique / gonds

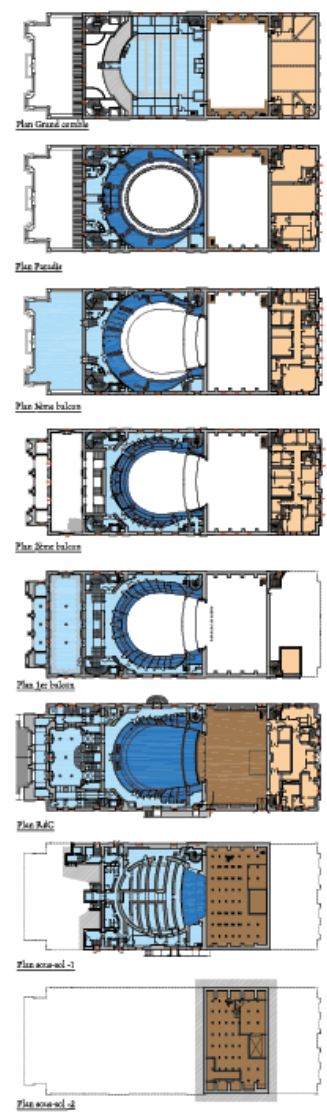


**N° :** PF.3.1a, PF.3.1b  
**Dimensions :** 150x300cm  
**Menuiseries :** Porte-fenêtre bois avec imposte vitrée fixe cintrée, 2 ouvrants à la française, grands carreaux  
**Volets intérieurs :** Non  
**Type de verre :** Double vitrage  
**Type de ferrure :** Gonds / poignée métallique à gâche

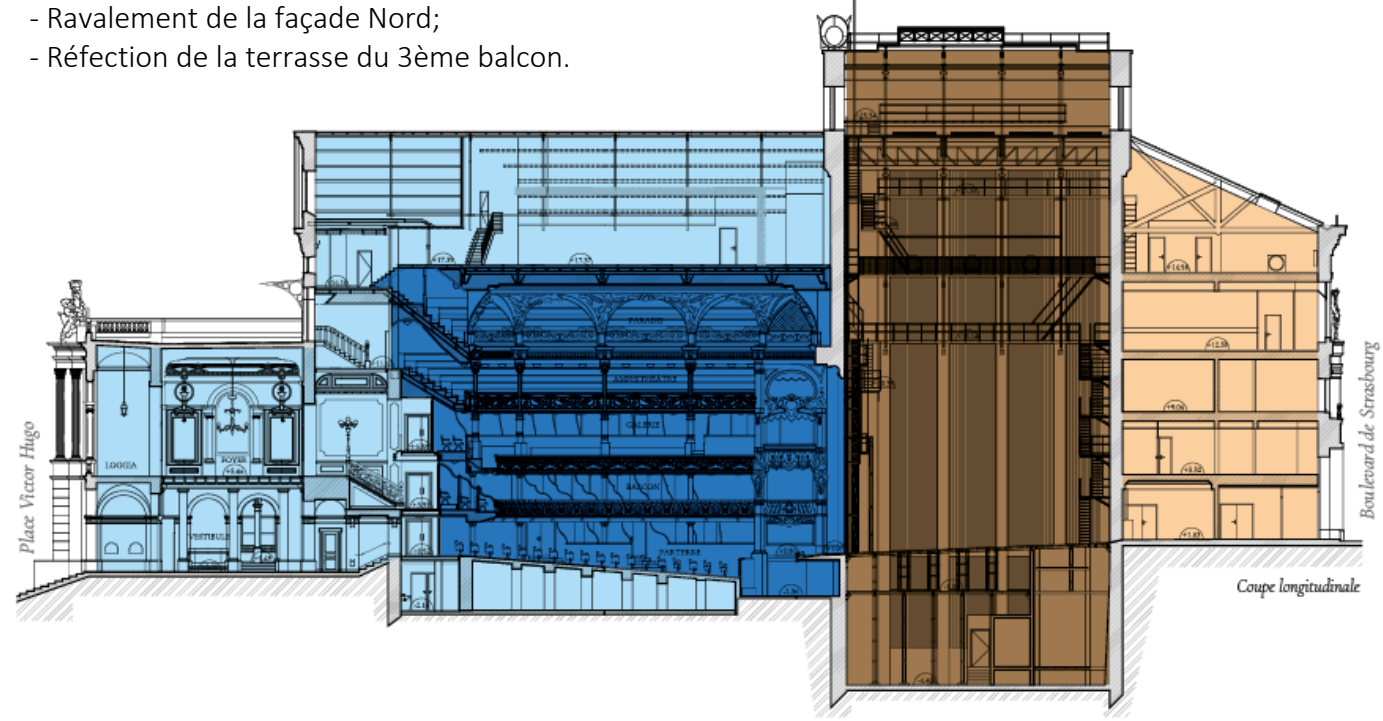
# Plans et coupe de repérage

## Périmètre des travaux:

- Restauration des décors intérieurs du hall, de la salle de spectacle et des promenoirs;
- Réfection de la couverture du bâtiment administratif sur le boulevard de Strasbourg et une partie de la couverture partie publique sur la Place Victor Hugo;
- Refonte complète des équipements scéniques, modification des installations de la cage de scène;
- Amélioration de l'accueil du public et de l'accessibilité (modification de l'implantation des sièges de la salle, mise en accessibilité du foyer Campra);
- Réaménagement du bâtiment administratif, comprenant doublage isolant et traitement au cas par cas pour la restauration des menuiseries;
- Refonte des équipements techniques courants forts/faibles, modernisation des installations thermiques;
- Ravalement de la façade Nord;
- Réfection de la terrasse du 3ème balcon.



Plan de repérage des zones d'intervention



- Zone A : La séquence d'entrée (vestibule et promenoirs)
- Zone B : La grande salle et la fosse d'orchestre
- Zone C : La cage de scène
- Zone D : Le corps de bâtiment administratif

# Façade principale

Menuiseries changées au 2<sup>e</sup> niveau  
Restauration et nettoyage de façades



*Etat existant*



*Etat projeté*

# Coûts

## COÛT PRÉVISIONNEL TRAVAUX\*

25 959 800 € H.T.

### HONORAIRES MOE

2 558 180 € H.T.

### REPARTITION INDICATIVE DES TRAVAUX :

- Clos, couvert et équipements CVC	3 486 500 € H.T.
- Scénographie	7 100 300 € H.T.
- Restauration des décors	2 411 400 € H.T.

### RATIOS\*

4 442,70 € H.T. / m<sup>2</sup> de sdp

Un coût de travaux incluant scénographie et décors

*\*Travaux hors honoraires MOE, hors fondations spéciales, parkings, VRD...*

# Fiche d'identité

Typologie

- Opéra avec une zone administration
- ERP et code du travail

Surface

**5 850 m<sup>2</sup> SDP**

Altitude

**11 m**

Zone clim.

**H3**

Classement  
bruit

- **BR3**
- **Catégorie CE02**

U<sub>bat</sub> (reno)

- **U<sub>bat projet</sub> = 0,9 W/m<sup>2</sup>.K**
- **U<sub>bat max</sub> = 0,92 W/m<sup>2</sup>.K**
- **Gain 2,0 % sur U<sub>bat max</sub>**

Energie  
primaire

- **Cep<sub>projet</sub> = 122 kWhep/m<sup>2</sup>**
- **Cep<sub>ref</sub> = 176 kWhep/m<sup>2</sup>**
- **Cep<sub>initial</sub> -30% = 137 kWhep/m<sup>2</sup>**
- **Gain 30 % sur Cep<sub>ref</sub>**
- **Gain > 30 % sur Cep<sub>initial</sub>**

SED

- **Conso initiale = 169 kWhep/m<sup>2</sup>**
- **Conso finale = 122 kWhep/m<sup>2</sup>**

Production  
locale  
d'énergie

- **Pas d'intervention  
extérieure possible**

Planning  
travaux

- **Début : fin 2023**
- **Fin : 2<sup>ème</sup> semestre 2026**
- **Délai : 2,5 ans**

# Enjeux Durables du projet

## •1 réhabilitation patrimoniale mais aussi thermique

- Des diagnostics existants les plus exhaustifs possible, dans chaque domaines de la MOE
- Préconisations thermiques grâce à la SED (Simulations Energétiques Dynamiques) en phase esquisse

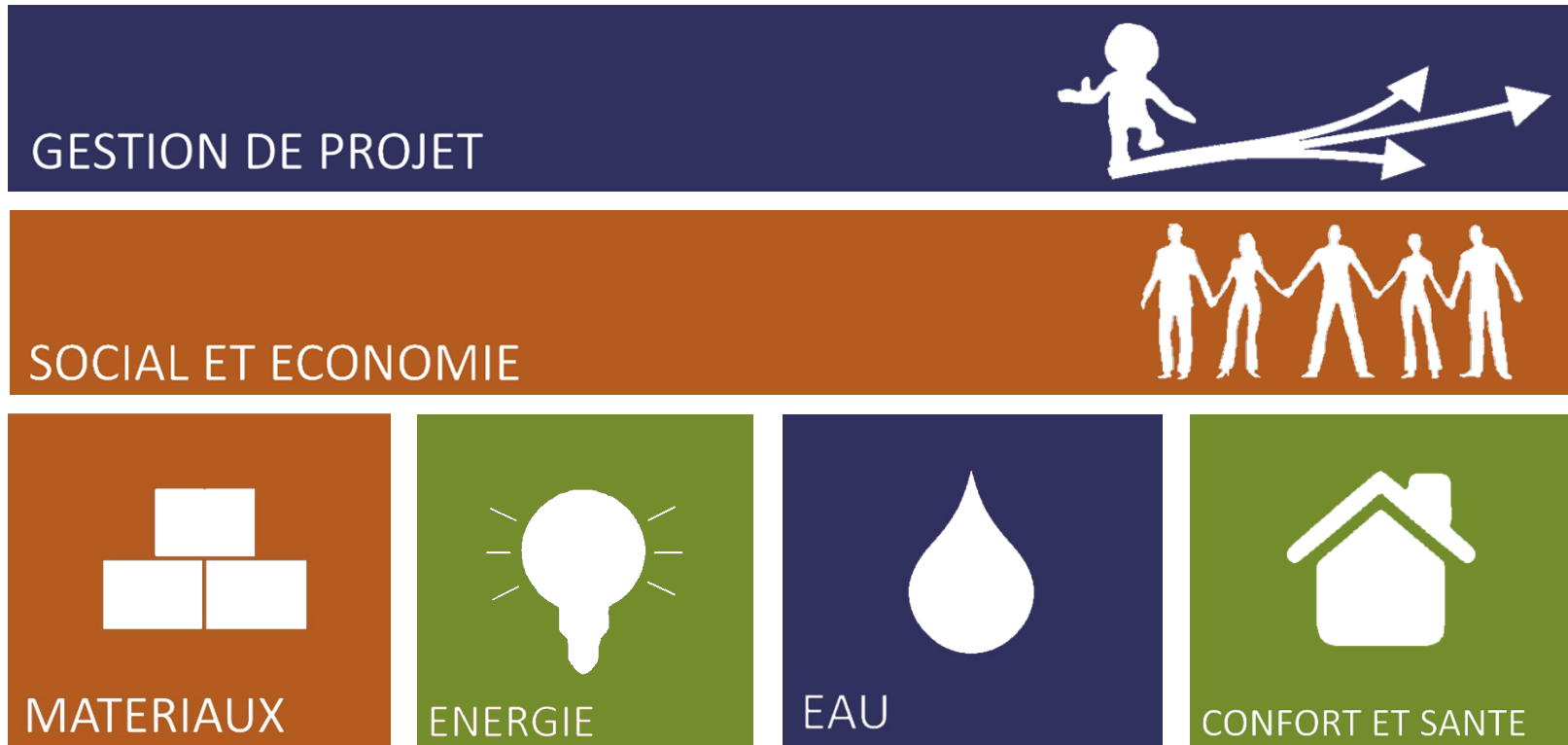
## •2 réemploi et conservation des matériaux et équipements

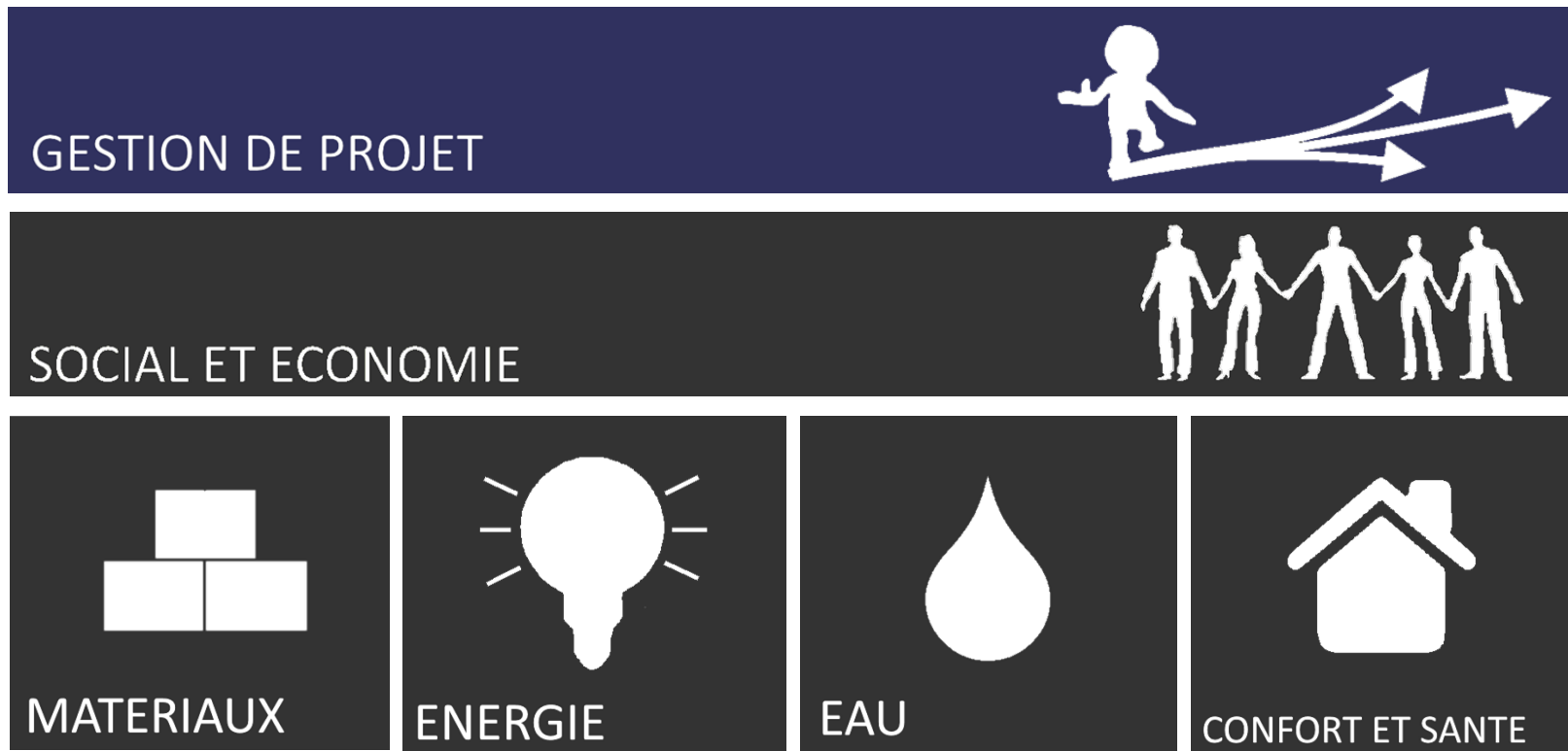
- Des diagnostics existants les plus exhaustifs possible, dans chaque domaines de la MOE
- Chaque MOE dans son domaine à réemployer ou essayer de réemployer
- Intervention spécifique sur les luminaires patrimoniaux

## •3 confort des employés

- Modernisation des équipements de scène : confort de travail, passage de certains équipements du manuel au motorisé, changement de scène
- Amélioration qualitative et thermique des locaux de l'administration

# Le projet au travers des thèmes BDM







# Gestion de projet

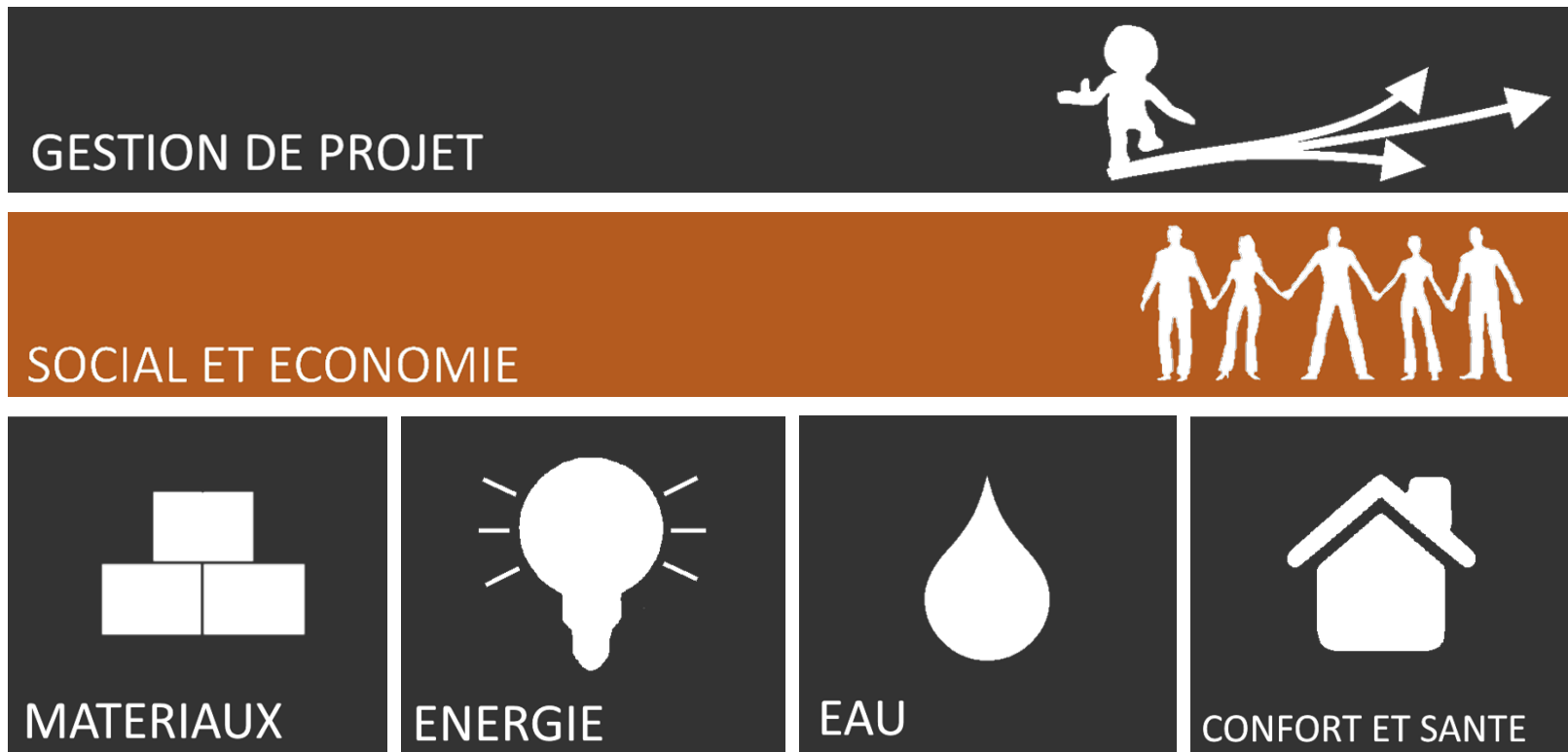
## Gestion de projet efficace :

- La métropole de Toulon est très impliquée dans la démarche BDM sur tous ses projets ici, dès la programmation de ce projet, un AMO QE a été missionné
- Accompagnatrice QE missionnée dès l'appel d'offres dans l'équipe de MOE pluridisciplinaire
- Des BET très spécialisés dès la conception :
  - les classiques (structure, fluides, économiste)
  - les spécifiques **scénographe, éclairagiste, acousticien, restaurateur de fresque**
- Un architecte mandataire spécialisé dans la restauration de Monuments Historiques
- 8'18'' coanime un atelier lumière à La faculté d'architecture La Cambre-Horta (faculté de l'université libre à Bruxelles et un cours à l'école Camondo de Toulon
- Céline Girard enseignant vacataire, en Master 2 Histoire \_ Expertise du patrimoine – Université Côte d'Azur Nice Campus Carlone
- Corrado De Giuli Morghen – intervenant extérieur \_ Restauration des jardins historiques, Ecole d'Avignon, Centre de ressources sur le bâti ancien

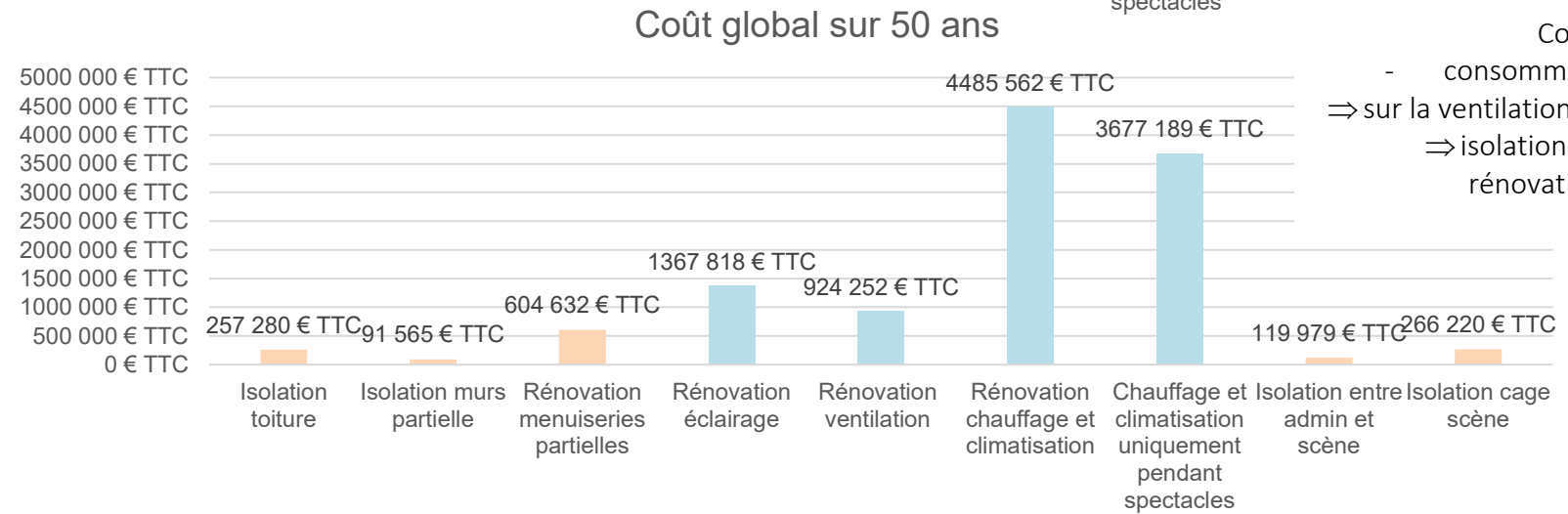
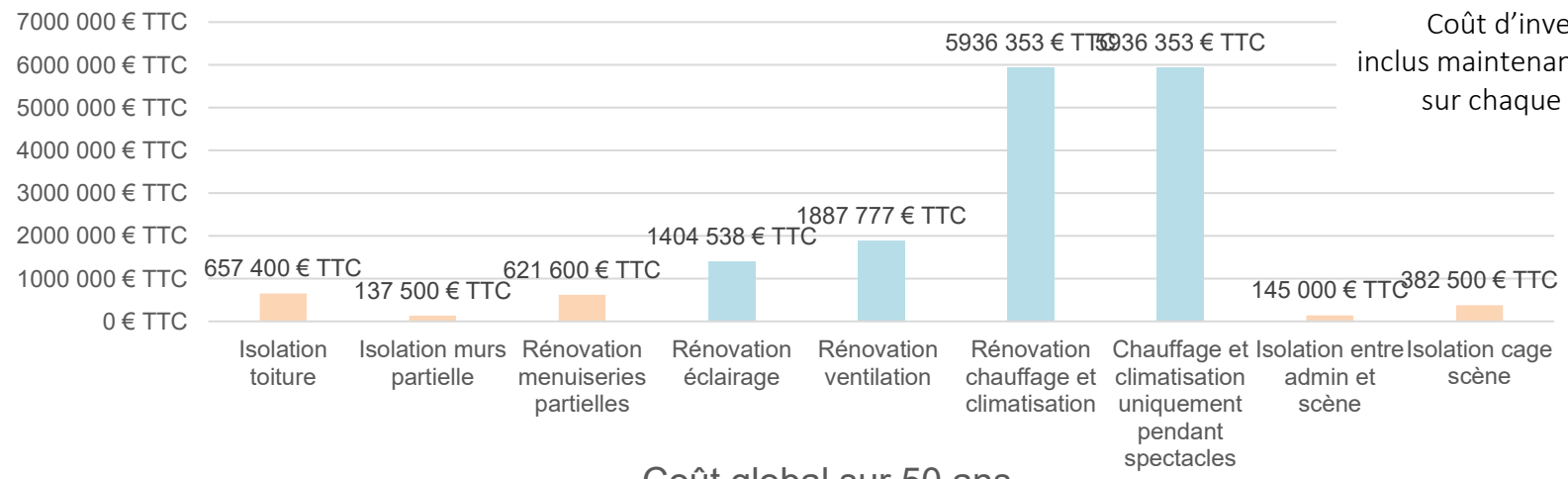
# Gestion de projet

## Gestion de chantier avec charte de chantier vert :

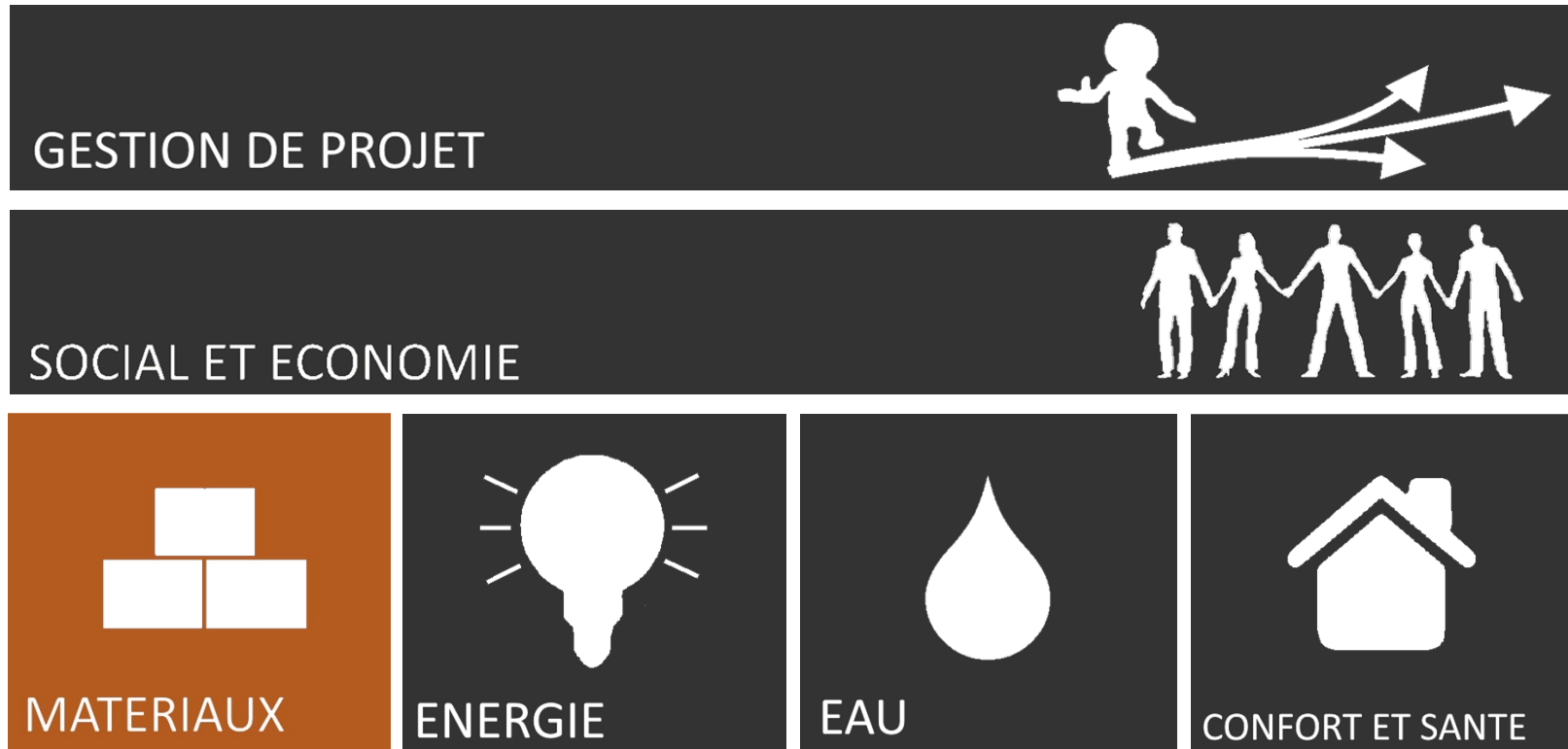
- Charte de chantier vert avec les bonnes pratiques
- Tri des déchets
- 2 Tests d'infiltrométrie pour constater avant et après les travaux l'écart et les gains ou pertes énergétiques =>Souhait de l'équipe que ces tests soient explicités à la MOA et à la DRAC



# Coût global

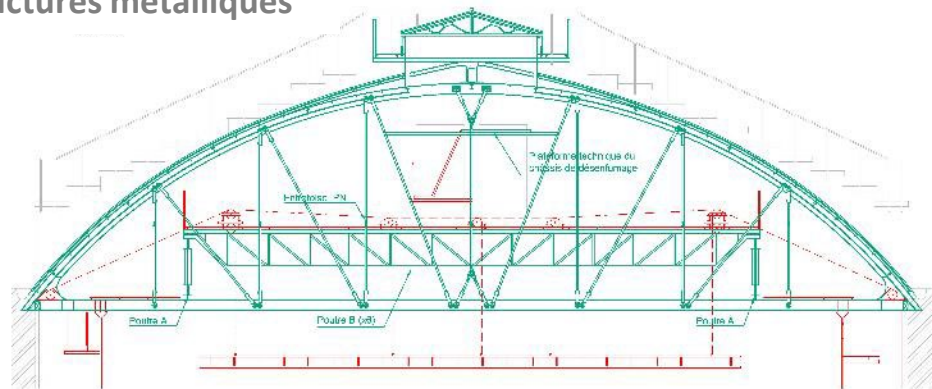


⇒ Les remplacements d'équipements permettent des économies sur la salle mais moins sur l'ensemble.  
 ⇒ L'isolation de toiture est plus intéressante que le changement des menuiseries

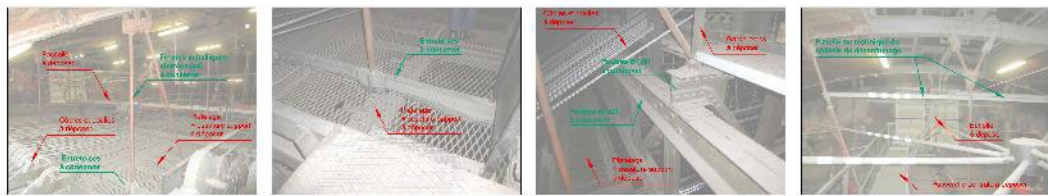


# Conservation des structures

## Conservation des structures métalliques



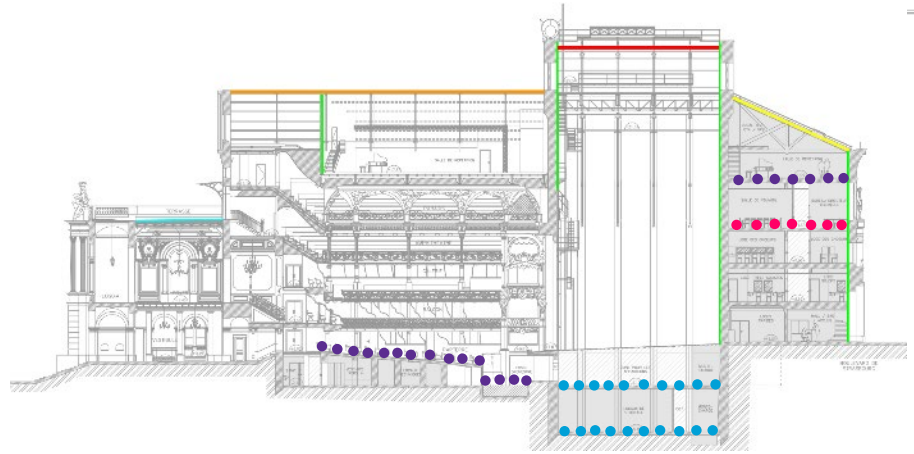
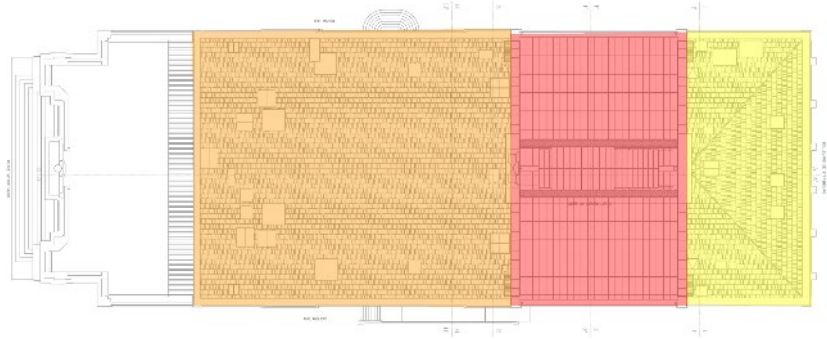
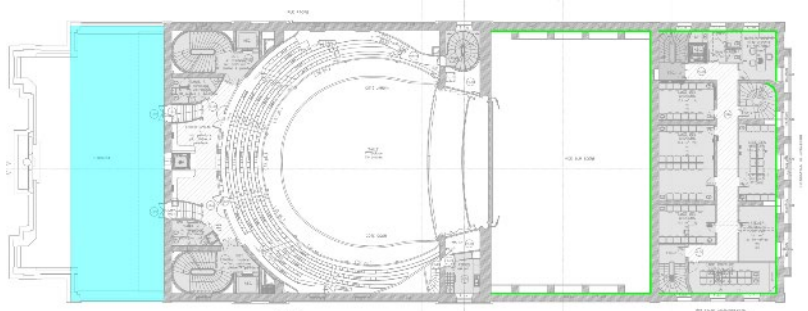
## Conservation des structures bois: charpente et planchers traditionnels



## Conservation des structures en maçonnerie traditionnelle et pierre de taille : escalier, murs porteurs et cloisons



# Matériaux neufs écomatériaux / biosourcés



## Repérage des isolants avec liant à base végétale

Désignation	Structure	Localisation	Référence	Epaisseur (mm)	Résistance (m².K/W)	Résistances minimum RT Existant et CEE (m².K/W)	Visualisation
<b>Mur sur extérieur</b>	Béton	Intérieure	Laine de verre avec liant à base végétale type Acoustiplus 032 (Knauf)	120	3,75	RT :2,20 CEE : 3,70	
<b>Toiture terrasse accessible</b>	Béton	Sous étanchéité	Mousse de polyuréthane type Efigreen Duo + (Soprema)	100	4,50	RT :4,00 CEE : 4,50	
<b>Combles Rampants Admin</b>	Charpente bois	Entre et sous pannes	Laine de verre avec liant à base végétale type KI FIT 032 (Knauf)	200	6,30	RT :4,00 CEE : 6,00	
<b>Combles Rampants Répétition</b>	Structure métallique	Sarking	Laine de verre avec liant à base végétale type KI FIT 032 (Knauf) OU Conservation de l'isolation existante si R>5	200	6,30	RT :4,00 CEE : 6,00	
<b>Combles perdus salle spectacle</b>	Structure métallique	Déroulé sur faux-plafond	Laine de verre avec liant à base végétale type KI FIT 040 (Knauf)	280	7,00	RT :5,20 CEE : 6,00	

## Repérage des sols neufs mis en œuvre :

- linoleum
- parquet bois massif
- moquette recyclée

*La majorité des autres types de sols sont conservés et peuvent être des matériaux géosourcés (pierre, carreaux de ciment, terre cuite, carrelage)*

# Restauration des décors inscrits au titre des monuments historiques



Nettoyage de la grande toile marouflée du plafond avec solution aqueuse, fixation par cloutage et/ou à la colle de peau



Dépoussiérage et réintégration des décors avec des badigeons à base de pigment et de chaux naturelle



Dégagement au scalpel des faux marbres à conserver dans le vestibule



# Réemploi sur site/ hors site



Tablier du rideau pare-flamme en cours de réflexion à cause BC.

La MOA a pourtant fait un diagnostic pour montrer sa validité.



Fauteuils : non réutilisables en ERP faute PV feu valable.  
Réemploi pour particuliers possible.



Thermostat des VRV



VRV + Unités extérieures réutilisés sur site

VRV réutilisés sur site



Radiateurs fonte

Radiateurs en fonte à remployer hors site



Chaises conservées aux loges du parterre et 1er balcon, et rénovées en tissu.

# Réemploi sur site des luminaires

## Luminaires actuels conservables



1 Ces appareils seront conservés en place



2 Ces appareils seront conservés et remplacés dans le projet

3 Luminaires patrimoniaux conservés => correspondent à 63% du budget global des terminaux d'éclairage. Ils sont restaurés, et rééquipés.

L'objectif étant de ne pas travailler en rétrofit, mais de repenser les structures support des sources afin d'intégrer des sources led + performantes et de prévoir les conditions d'intégration adaptées à **leurs besoins en ventilation et dissipation thermique.**



# Repenser les luminaires

Ne pas adapter la source au luminaire, mais adapter le luminaire à la source, ceci implique de sortir du rétrofit pour gagner en performances. Ici, notre étude lumière à déterminer un objectif de 56 000 lm / lustre pour atteindre les performances nécessaires dans le hall

Πηρο Ηλεκθουθ



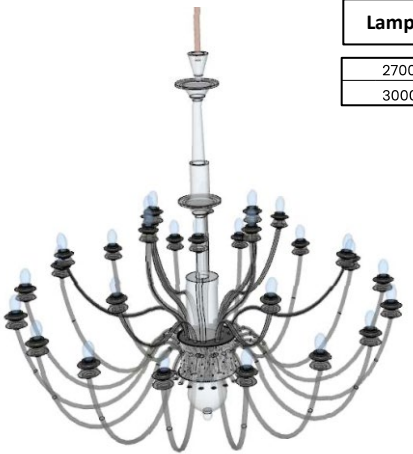
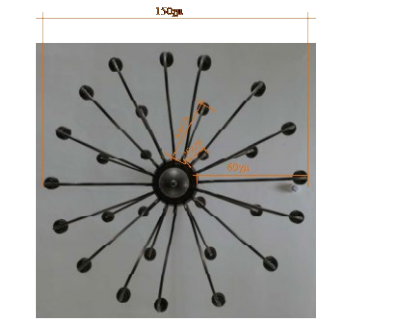
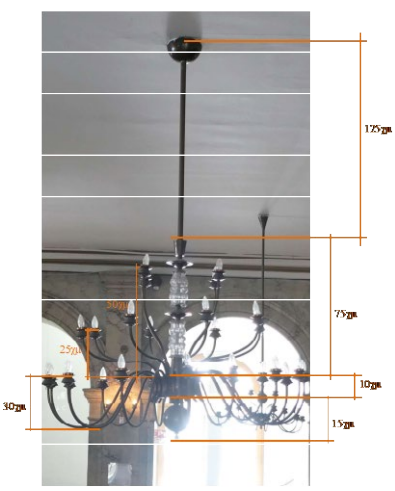
Vue du vestibule  
Reproduction négatif noir et blanc 10X12.5 -Studio Massi -1972  
Source : Archives Municipales de Toulon

Lampe pour rétrofit

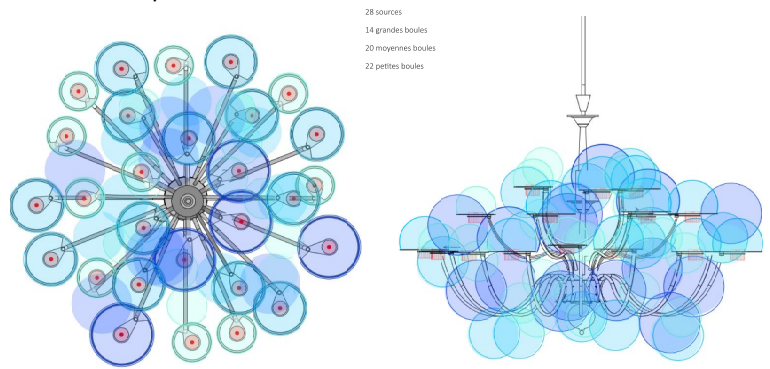


Lampe culot E27 6W  
2700K / 90+ / 840lm  
3000K / 90+ / 840lm

Διμ ενανουθουθ/εα

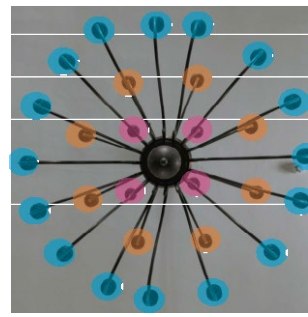


Les options techniques de ce type de source en rétrofit impliquent d'ajouter 39 lampes aux 28 actuelles pour atteindre la performance requise, donc 67 lampes pour 402 W / lustre pour 56 280 lm



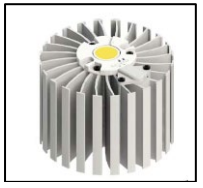
- 28 sources
- 14 grandes boules
- 20 moyennes boules
- 22 petites boules

αλλημ α/εσ/ θρεθρεθν/ γεσσεθρεσ



- αλλημ 1
- αλλημ 2
- αλλημ 3
- αλλημ 4

Moteur Led  
13,9W  
3000K  
2030 lumen  
output, 146  
lm/W



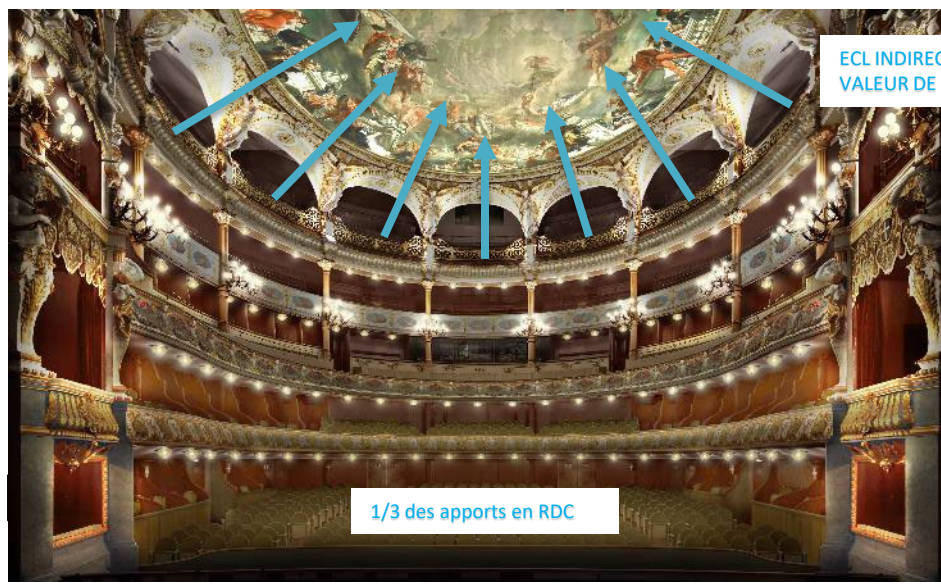
L'adaptation des lustres aux sources led, permet de conserver 28 sources, consomme 389 W et installe 56 823 lm/lustre.

La restauration du câblage intègre 3 niveaux d'allumages, offrant des scénarios de fonctionnement adaptés aux flux et aux temporalités de l'Opéra

# Éclairage patrimonial et ambiant

Dans les architectures classées, la mise en valeur tient une part importante des bilans de puissance. Dans notre cas nous avons intégré cette valeur comme une composante de l'éclairage ambiant.

AMBIANCE LUMIÈRE SALLE – SCÉNARIO ENTRÉE/SORTIE DU PUBLIC

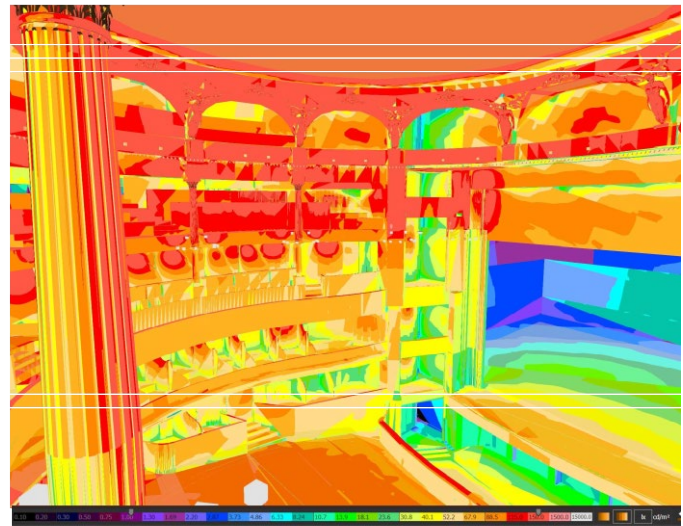
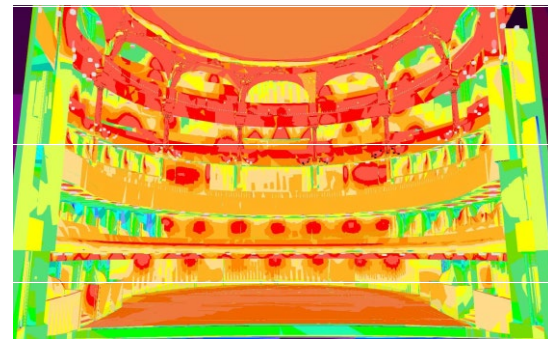
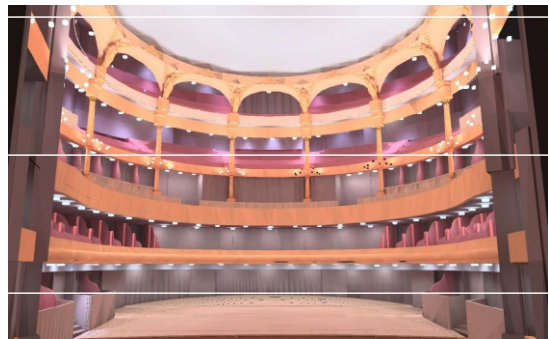


ECL INDIRECT – MISE EN VALEUR DE LA PEINTURE

1/3 des apports en RDC



La mise en lumière de la peinture de plafond de salle participe à hauteur de 1/3 aux apports en lumière pour le niveau RDC. Le reste est complété par les éclairages directs diffusant en rive des balcons.



# Scénarios lumière

Dans le fonctionnement de l'Opéra, les temporalités de fonctionnement ont un impact majeur sur la consommation

## Scénario : Entrée des spectateurs / Entracte et sortie des spectateurs

Scenario		Entrée des spectateurs / entracte / fin de la représentation
Groupes d'allumages		
SALLE	<b>GROUPE 1</b> Plafonniers d'époque	80%
	<b>GROUPE 2</b> Appliques murales d'époque	80%
	<b>GROUPE 3</b> Projecteurs indirects	100%
HALL	<b>GROUPE 4</b> Lustres d'époque + plafonniers épaulettes	80%
	<b>GROUPE 5</b> Appliques murales d'époque	100%
ESCALIER central	<b>GROUPE 6</b> Lampes sur pied à 5 branches	100%

## Scénario : 11 minutes avant le début de la représentation

Scenario		11 minutes avant le début de la représentation
Groupes d'allumages		
SALLE	<b>GROUPE 1</b> Plafonniers d'époque	80%
	<b>GROUPE 2</b> Appliques murales d'époque	Clignotement
	<b>GROUPE 3</b> Projecteurs indirects	100%
HALL	<b>GROUPE 4</b> Lustres d'époque + plafonniers épaulettes	80%
	<b>GROUPE 5</b> Appliques murales d'époque	Clignotement
ESCALIER central	<b>GROUPE 6</b> Lampes sur pied à 5 branches	Clignotement

# Scénarios lumière 2

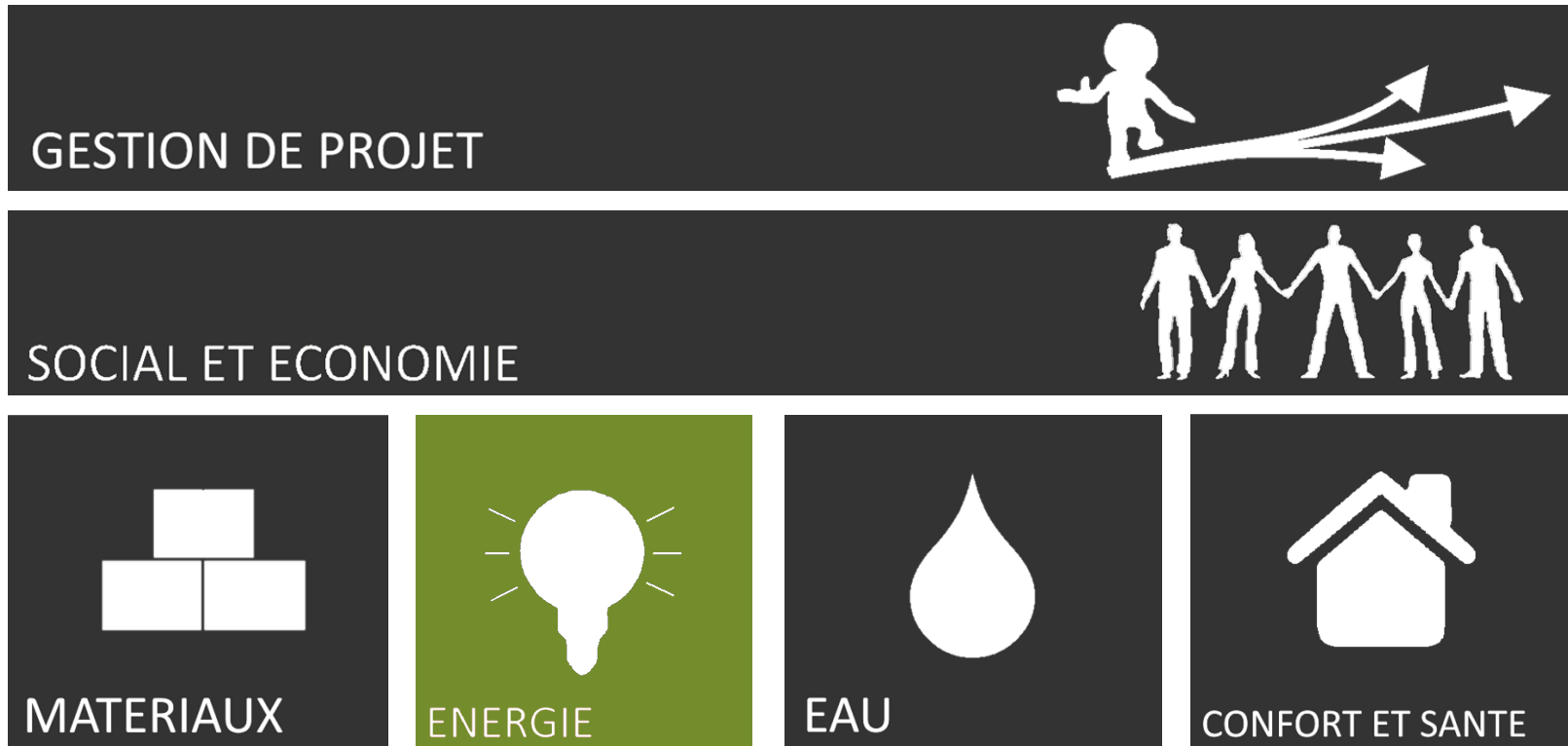
Dans le fonctionnement de l'Opéra, les temporalités de fonctionnement ont un impact majeur sur la consommation

## Scénario : 10 minutes avant le début et pendant la représentation

Scenario	10 minutes avant le début de la représentation
<b>Groupes d'allumages</b>	
<b>SALLE</b>	
<b>GROUPE 1</b> Plafonniers d'époque	30%
<b>GROUPE 2</b> Appliques murales d'époque	0%
<b>GROUPE 3</b> Projecteurs indirects	20%
<b>HALL</b>	
<b>GROUPE 4</b> Lustres d'époque + plafonniers rétroéclairés	60%
<b>GROUPE 5</b> Appliques murales d'époque	80%
<b>ESCAUPE</b>	
<b>GROUPE 7</b> Lampes sur pied à 5 branches	80%

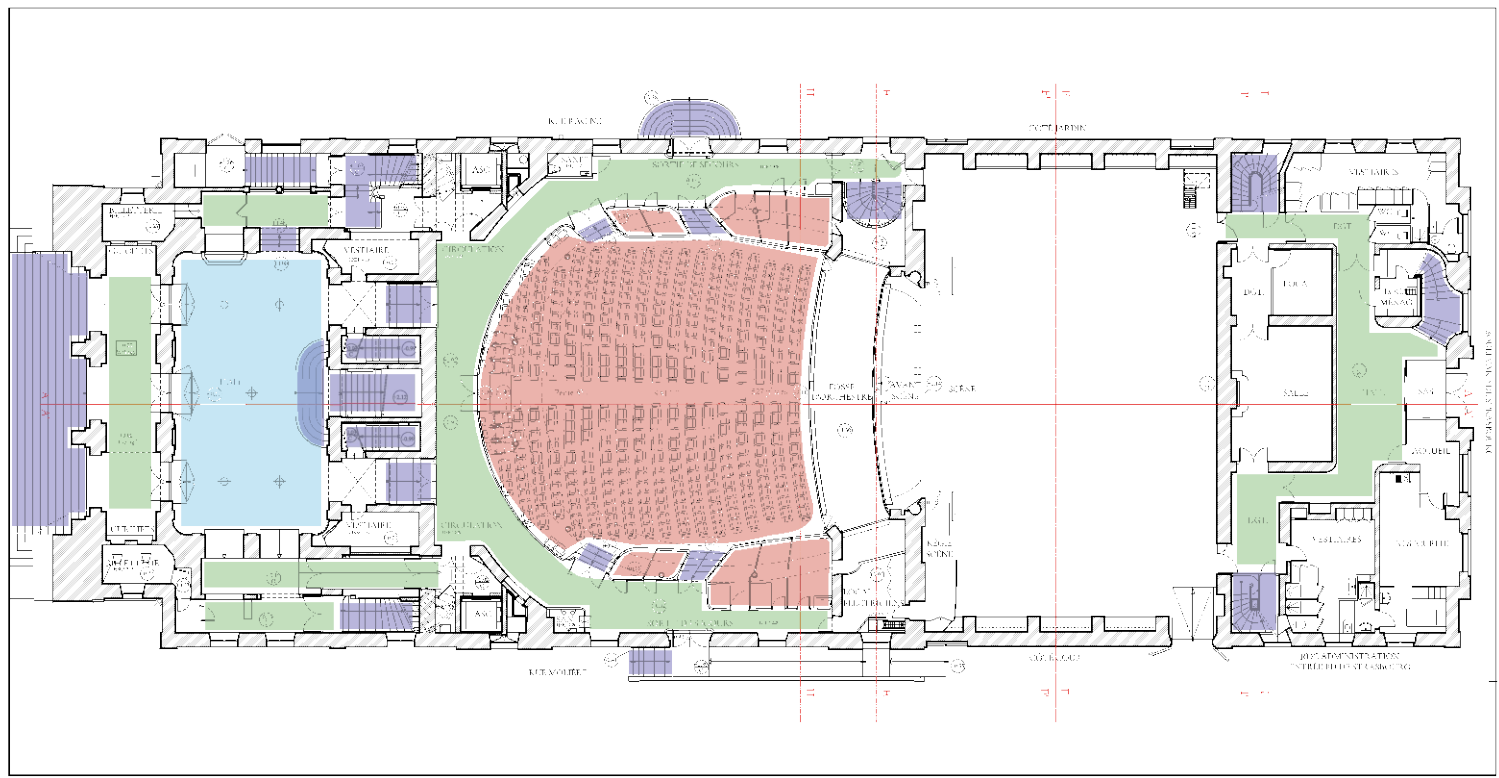
## Scénario : Nettoyage & opération de maintenance





# Niveaux d'éclairagements revisités

Le niveau d'éclairage minimum a été adapté pour certains espaces par rapport aux demandes du programme, mais conforme à la réglementation = économie d'échelle sur les consommations d'éclairage



	PROGRAMME	ERP	EN NF 12464-1	PRECONISATIONS 8'18"
COULOIRS	200 LUX 0.7 Uni à 0.8 m IRC>85	100 LUX	100 LUX 0.4 Uni au sol UGR<28 IRC 40	100 LUX 0.4 Uni au sol UGR<28 IRC 80
ESCALIERS	200 Lux 0.7 Uni à 0.8 m IRC>85	150 LUX	100 Lux 0.4 Uni au sol UGR<25 IRC 40	150 Lux 0.4 Uni au sol UGR<25 IRC 80



# Energie

## CHAUFFAGE



- 2 Pompes à chaleur Air/Eau  
Puissance 220 kW chacune –  
COP 3,8 – CARRIER
- 1 Thermo Frigo Pompe  
Puissance 220 kW – COP 4,1 –  
CARRIER
- Unités de traitement d'air  
terminales
- Puissance 70 W/m<sup>2</sup> environ

## REFROIDISSEMENT



- Idem chauffage

## ECLAIRAGE



- Eclairage LED
- 7 W/m<sup>2</sup> dans les bureaux
- 6 W/m<sup>2</sup> dans les loges
- 12 W/m<sup>2</sup> dans la salle de  
spectacle
- 8 W/m<sup>2</sup> dans les halls et  
circulations latérales
- 3,5 W/m<sup>2</sup> dans les circulations
- 4 W/m<sup>2</sup> dans les sanitaires

## VENTILATION



- CTA Double Flux avec  
récupération d'énergie
- Consommation électrique  
des moteurs 0,90 Wh/m<sup>3</sup>.

## ECS



- Chauffe-eau électrique

## Luminaire de scène

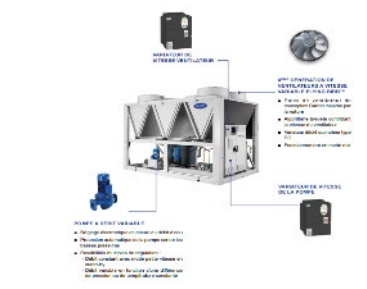
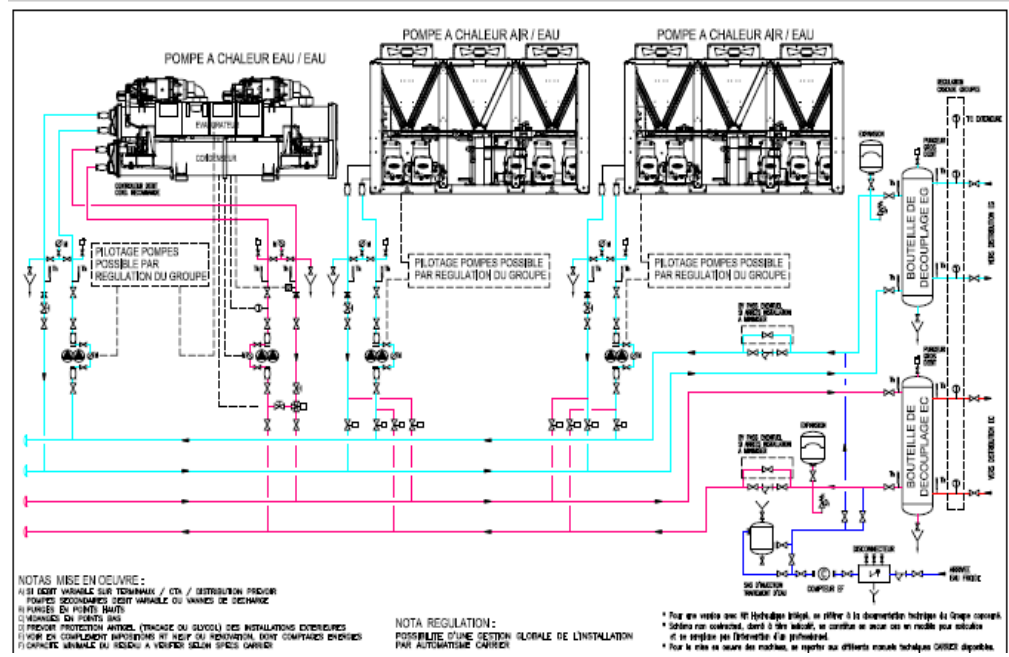
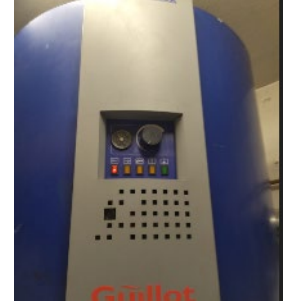
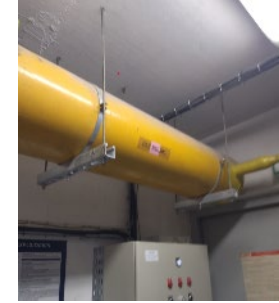
Luminaire de scène remplacés  
par des projecteurs led, la  
consommation est divisée par 10  
environ par rapport au halogène  
existant.

# Equipements avant après avec principales interventions

## Equipements chauffage climatisation ventilation avant après

- Dépose :
  - de la chaudière gaz existante et des réseaux gaz associés
  - des radiateurs fonte et réemploi ou recyclage en filière spécialisée
- Pose nouveaux équipements

Production d'énergie : 2 PAC air eau + 1 PAC eau/ eau jumelées + stockage



**NOTAS MISE EN OEUVRE :**  
 A) SEU DEBIT VARIABLE SUR TERMINAL / CTA / DISTRIBUTION PRIOR  
 B) POMPES SECONDAIRES DEBIT VARIABLE OU VANNE DE DECHARGE  
 C) POMPES EN POINTS HAUTS  
 D) MONTAGES EN POINTS BAS  
 E) PROJET PROTECTION ANTIGEL (TIRAGE OU SUCTION) DES INSTALLATIONS EXTERIEURES  
 F) VORR EN COMPLÉMENT IMPERMEABLES AU NIVEAU DU RENDREMENT, VOIR COMPTESUR ENERGES  
 G) CLAPETTES MANUELS OU AUTOMATIQUES SELON SPÉCIFIÉS DANS LE PROJET

**NOTA REGULATION :**  
 POSSIBILITE D'UNE GESTION GLOBALE DE L'INSTALLATION  
 PAR AUTOMATISME CENTRALISE

\* Pour des modes avec RT Hydrogène intégré, se référer à la documentation technique de Simgo connect  
 \* Solutions non contractées, dans le cas contraire, se consulter en amont car le résultat peut varier  
 et se régler par l'intermédiaire d'un professionnel.  
 \* Pour la mise en œuvre des machines, se reporter aux différents croquis techniques CHIMEX disponibles.

# Equipements avant après avec principales interventions

- Centrale simple et double flux et terminaux  
Salle et grill : CTA simple flux avec free-cooling



- CTA double flux salle / partie administration



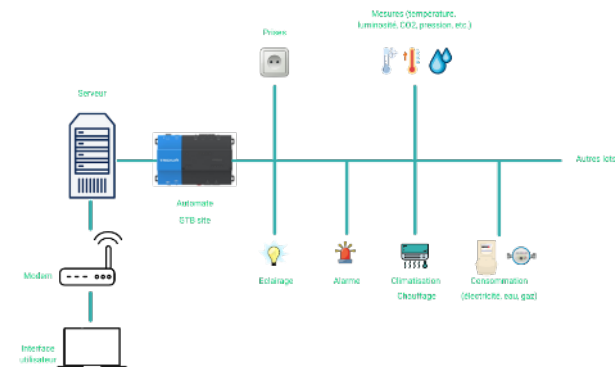
- Hydraulique

Pompes hydrauliques a variation de débit



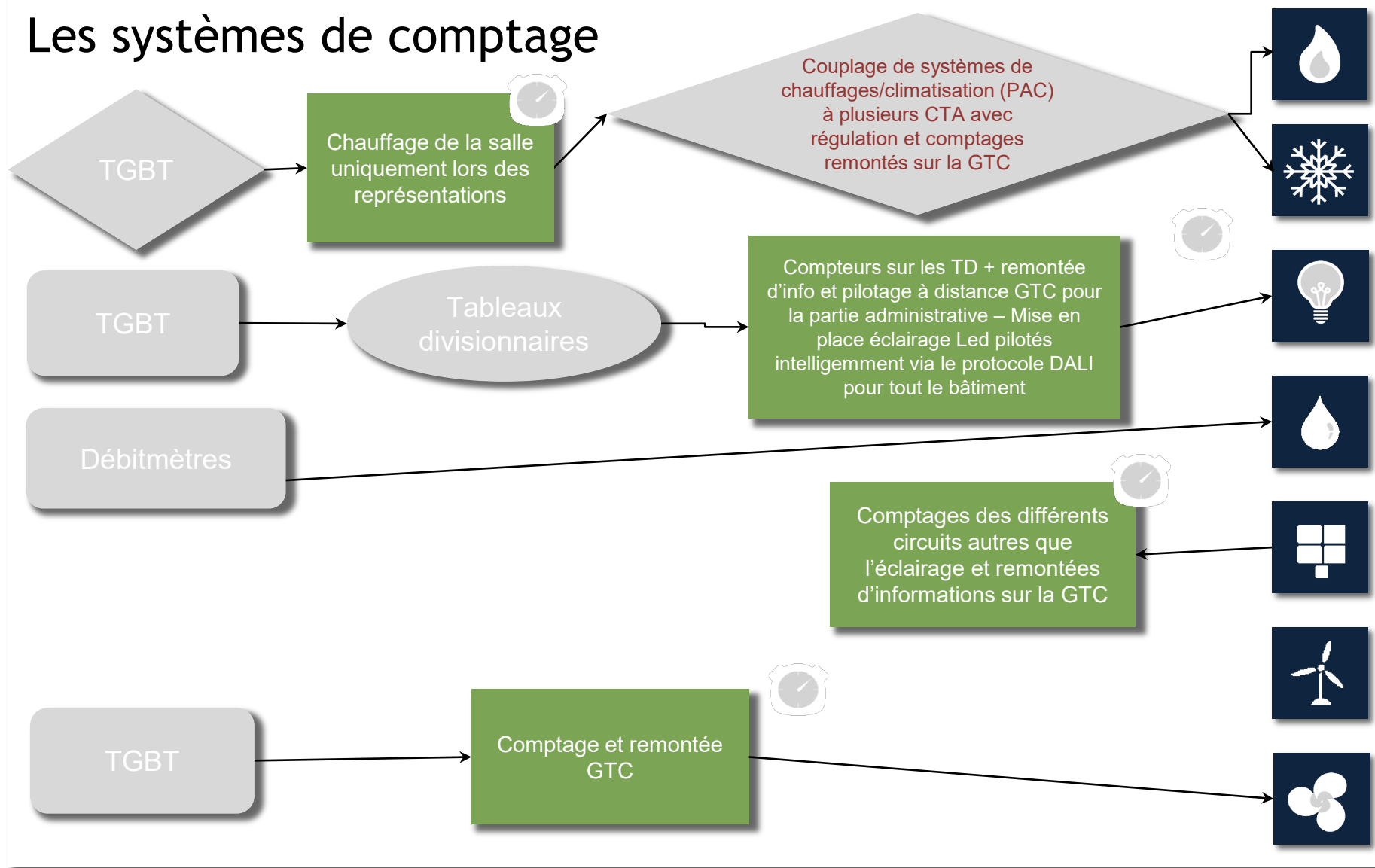
- Gestion du bâtiment

GTC pour l'ensemble de la gestion du traitement d'air,  
de la production d'énergie,  
éclairage et de consommation du bâtiment



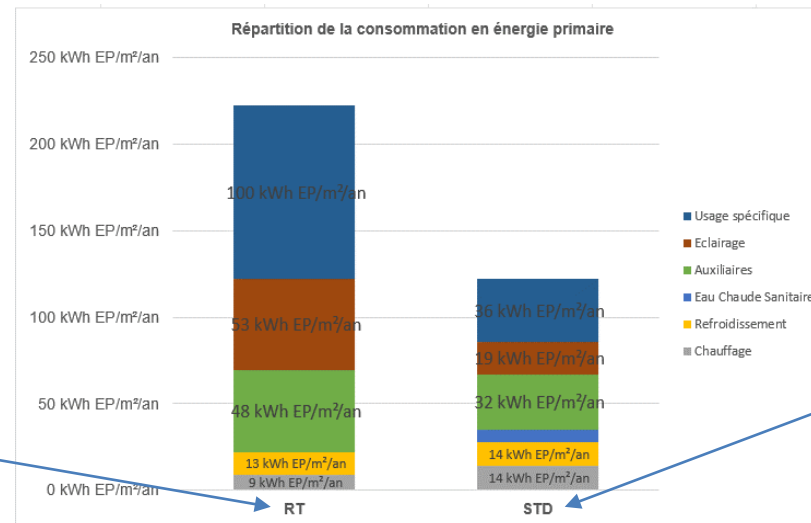
# Energie

## Les systèmes de comptage



# Energie

- Répartition de la consommation en énergie primaire en kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup> shon.an (*une variante kWh<sub>ep</sub>/usager.an est souhaitable*)



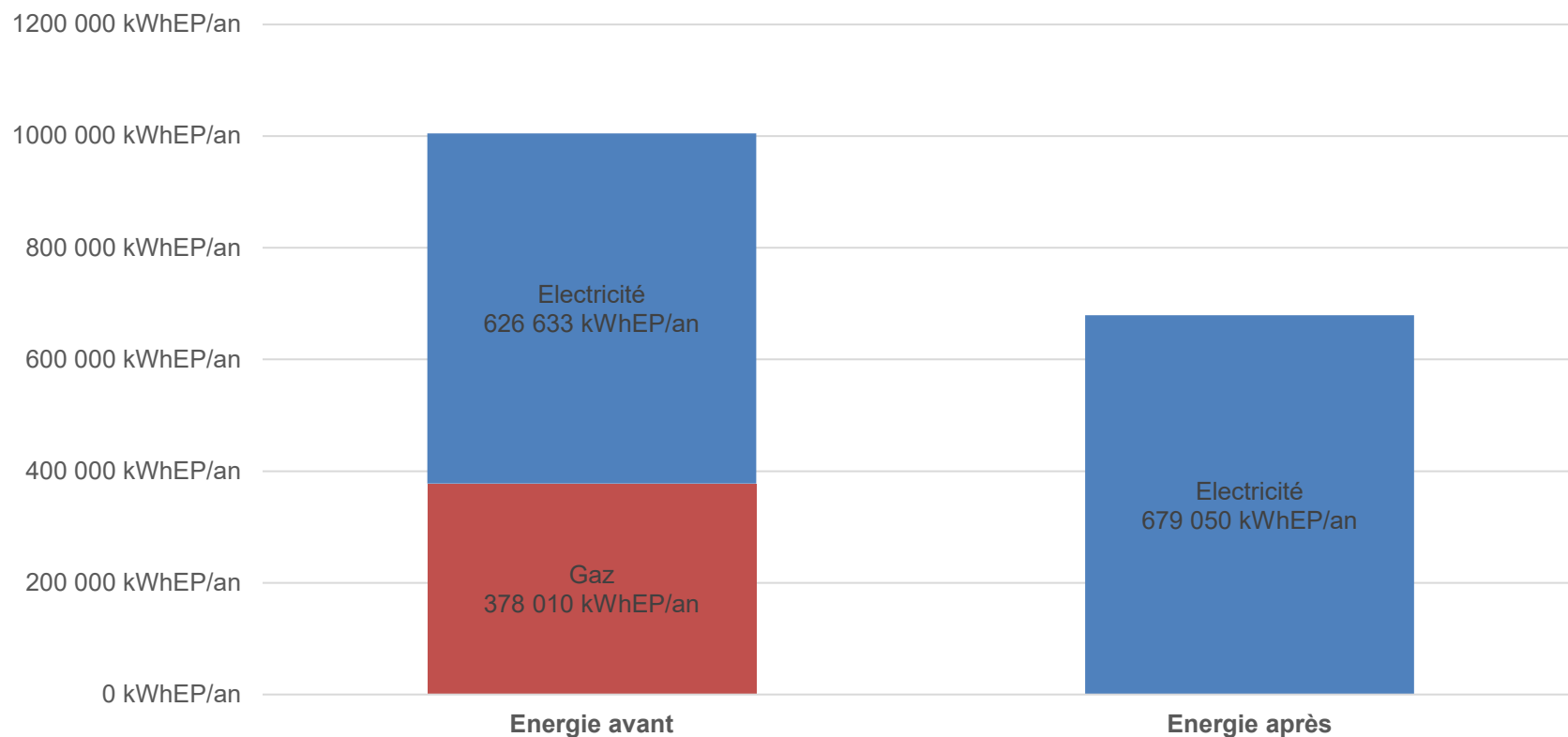
RT : CEP = 122 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>/an

SED : CEP = 120 kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>/an

	Conventionnel (RT)	Prévisionnel (SED)
5 usages (en kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	122	84
Tout usages (en kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .an)	100	36

# Energie - SED avant - après

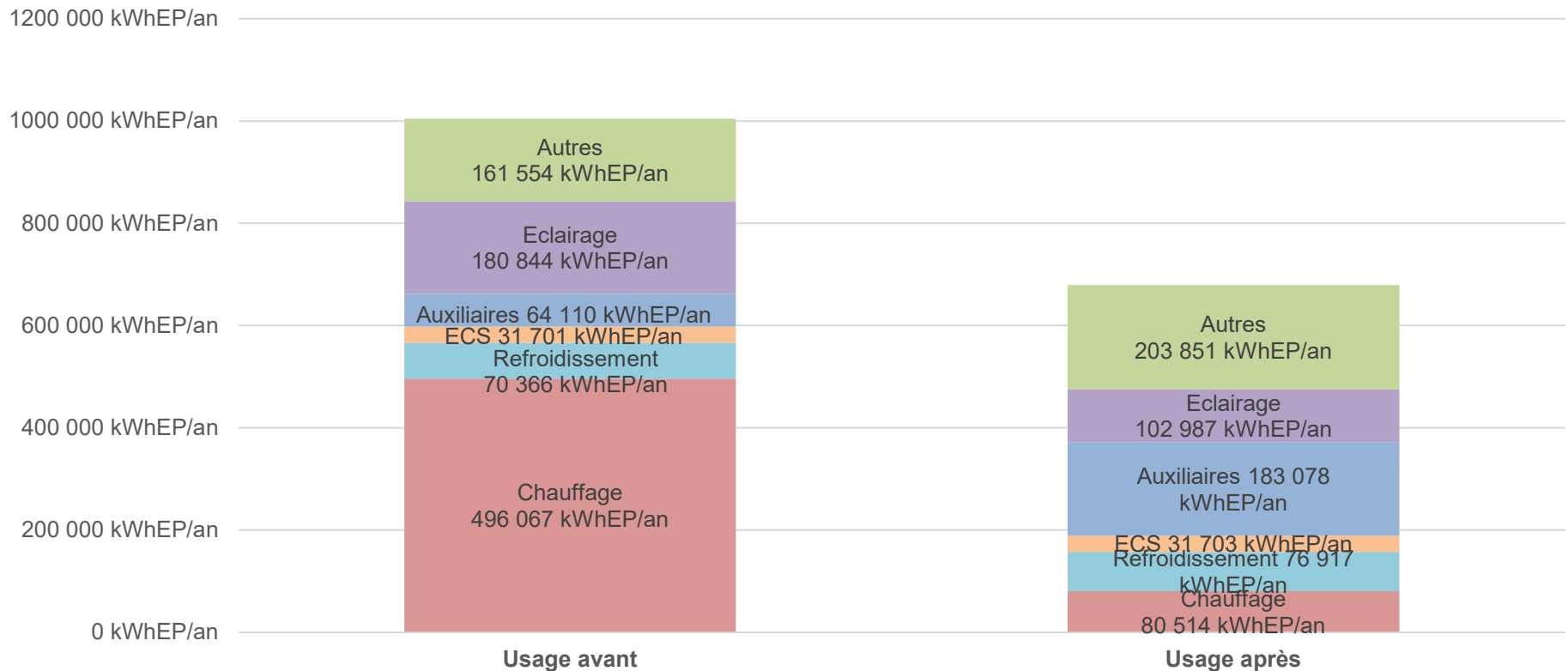
Bilan des consommations d'énergie par poste en énergie primaire



Les systèmes gaz sont remplacés

# Energie - SED avant - après

Bilan des consommations d'énergie par usage en énergie primaire

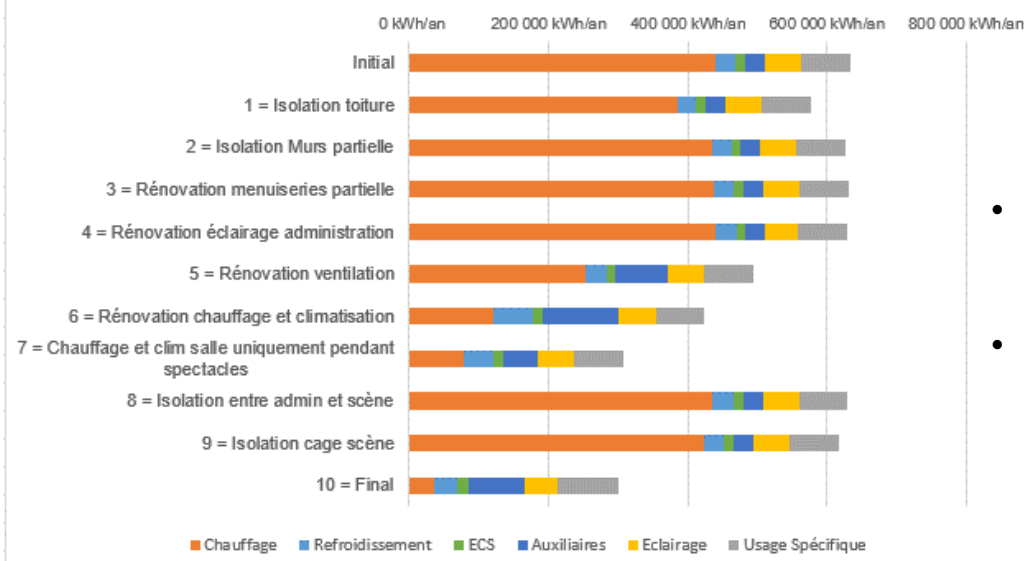


- Les consommations de chauffage ont fortement diminué
- A l'inverse les consommations d'auxiliaires ont triplé

# Energie - Synthèse des gains

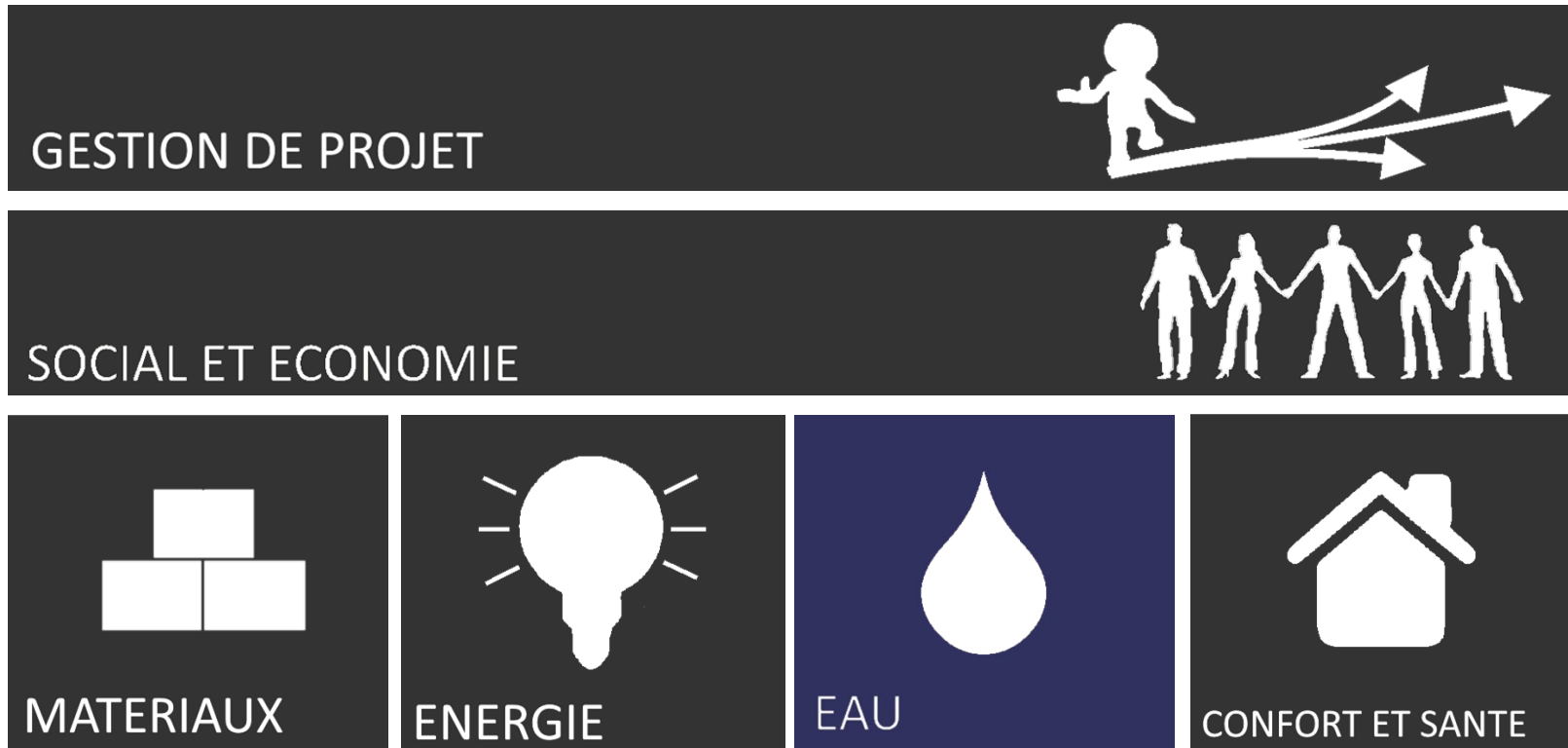
		Initial	1 = Isolation toiture	2 = Isolation Murs partielle	3 = Rénovation menuiseries partielle	4 = Rénovation éclairage administration	5 = Rénovation ventilation	6 = Rénovation chauffage et climatisation	7 = Chauffage et clim salle uniquement pendant spectacles	8 = Isolation entre admin et scène	9 = Isolation cage scène	10 = Final
EF PCI	Chauffage	429 339 kWh/an	374 780 kWh/an	424 188 kWh/an	427 553 kWh/an	438 234 kWh/an	250 720 kWh/an	116 008 kWh/an	75 095 kWh/an	426 370 kWh/an	413 009 kWh/an	35 006 kWh/an
	Refroidissement	30 594 kWh/an	28 131 kWh/an	29 359 kWh/an	29 983 kWh/an	28 736 kWh/an	29 711 kWh/an	58 852 kWh/an	43 309 kWh/an	30 125 kWh/an	30 309 kWh/an	33 442 kWh/an
	ECS	13 783 kWh/an	13 791 kWh/an	13 775 kWh/an	13 786 kWh/an	13 800 kWh/an	13 718 kWh/an	13 831 kWh/an	13 889 kWh/an	13 785 kWh/an	13 784 kWh/an	13 784 kWh/an
	Auxiliaires	27 874 kWh/an	27 231 kWh/an	27 667 kWh/an	27 857 kWh/an	28 060 kWh/an	74 621 kWh/an	109 216 kWh/an	49 206 kWh/an	27 817 kWh/an	27 742 kWh/an	79 599 kWh/an
	Eclairage	78 628 kWh/an	78 628 kWh/an	78 628 kWh/an	78 628 kWh/an	44 796 kWh/an	78 628 kWh/an	78 628 kWh/an	78 628 kWh/an	78 606 kWh/an	78 624 kWh/an	44 777 kWh/an
	Usage Spécifique	70 241 kWh/an	70 241 kWh/an	70 241 kWh/an	70 241 kWh/an	70 241 kWh/an	70 241 kWh/an	70 241 kWh/an	70 241 kWh/an	70 241 kWh/an	70 234 kWh/an	88 631 kWh/an
		650 459 kWh/an 114,5 kWh/m <sup>2</sup> /an	592 802 kWh/an 104,4 kWh/m <sup>2</sup> /an	643 858 kWh/an 113,3 kWh/m <sup>2</sup> /an	648 048 kWh/an 114,1 kWh/m <sup>2</sup> /an	623 867 kWh/an 109,8 kWh/m <sup>2</sup> /an	517 639 kWh/an 91,1 kWh/m <sup>2</sup> /an	446 776 kWh/an 78,7 kWh/m <sup>2</sup> /an	330 368 kWh/an 58,2 kWh/m <sup>2</sup> /an	646 944 kWh/an 113,9 kWh/m <sup>2</sup> /an	633 702 kWh/an 111,6 kWh/m <sup>2</sup> /an	295 239 kWh/an 52,0 kWh/m <sup>2</sup> /an
	Gain total	-9%	-1%	0%	-4%	-20%	-31%	-49%	-1%	-3%	-55%	
EP PCI	Chauffage	496 067 kWh/an	426 770 kWh/an	485 484 kWh/an	492 856 kWh/an	509 347 kWh/an	293 777 kWh/an	266 818 kWh/an	172 719 kWh/an	490 942 kWh/an	479 433 kWh/an	80 514 kWh/an
	Refroidissement	70 366 kWh/an	64 701 kWh/an	67 526 kWh/an	68 961 kWh/an	66 093 kWh/an	68 335 kWh/an	135 360 kWh/an	99 611 kWh/an	69 288 kWh/an	69 711 kWh/an	76 917 kWh/an
	ECS	31 701 kWh/an	31 719 kWh/an	31 683 kWh/an	31 708 kWh/an	31 740 kWh/an	31 551 kWh/an	31 811 kWh/an	31 945 kWh/an	31 706 kWh/an	31 703 kWh/an	31 703 kWh/an
	Auxiliaires	64 110 kWh/an	62 631 kWh/an	63 634 kWh/an	64 071 kWh/an	64 538 kWh/an	171 628 kWh/an	251 197 kWh/an	113 174 kWh/an	63 979 kWh/an	63 807 kWh/an	183 078 kWh/an
	Eclairage	180 844 kWh/an	180 844 kWh/an	180 844 kWh/an	180 844 kWh/an	103 031 kWh/an	180 844 kWh/an	180 844 kWh/an	180 844 kWh/an	180 794 kWh/an	180 835 kWh/an	102 987 kWh/an
	Usage Spécifique	161 554 kWh/an	161 554 kWh/an	161 554 kWh/an	161 554 kWh/an	161 554 kWh/an	161 554 kWh/an	161 554 kWh/an	161 554 kWh/an	161 554 kWh/an	161 538 kWh/an	203 851 kWh/an
		1 004 643 kWh/an 176,9 kWh/m <sup>2</sup> /an	928 220 kWh/an 163,4 kWh/m <sup>2</sup> /an	990 725 kWh/an 174,4 kWh/m <sup>2</sup> /an	999 994 kWh/an 176,0 kWh/m <sup>2</sup> /an	936 303 kWh/an 164,8 kWh/m <sup>2</sup> /an	907 691 kWh/an 159,8 kWh/m <sup>2</sup> /an	759 846 kWh/an 180,9 kWh/m <sup>2</sup> /an	998 263 kWh/an 133,8 kWh/m <sup>2</sup> /an	987 027 kWh/an 175,7 kWh/m <sup>2</sup> /an	928 220 kWh/an 173,8 kWh/m <sup>2</sup> /an	679 050 kWh/an 119,5 kWh/m <sup>2</sup> /an
	Gain total	-8%	-1%	0%	-7%	-10%	2%	-24%	-1%	-2%	-32%	

Evolution des consommations en énergie finale avec différents travaux d'amélioration énergétiques



- Mise en place de scénarios d'amélioration énergétique
- Gain en kWh/m<sup>2</sup>/an de 32%



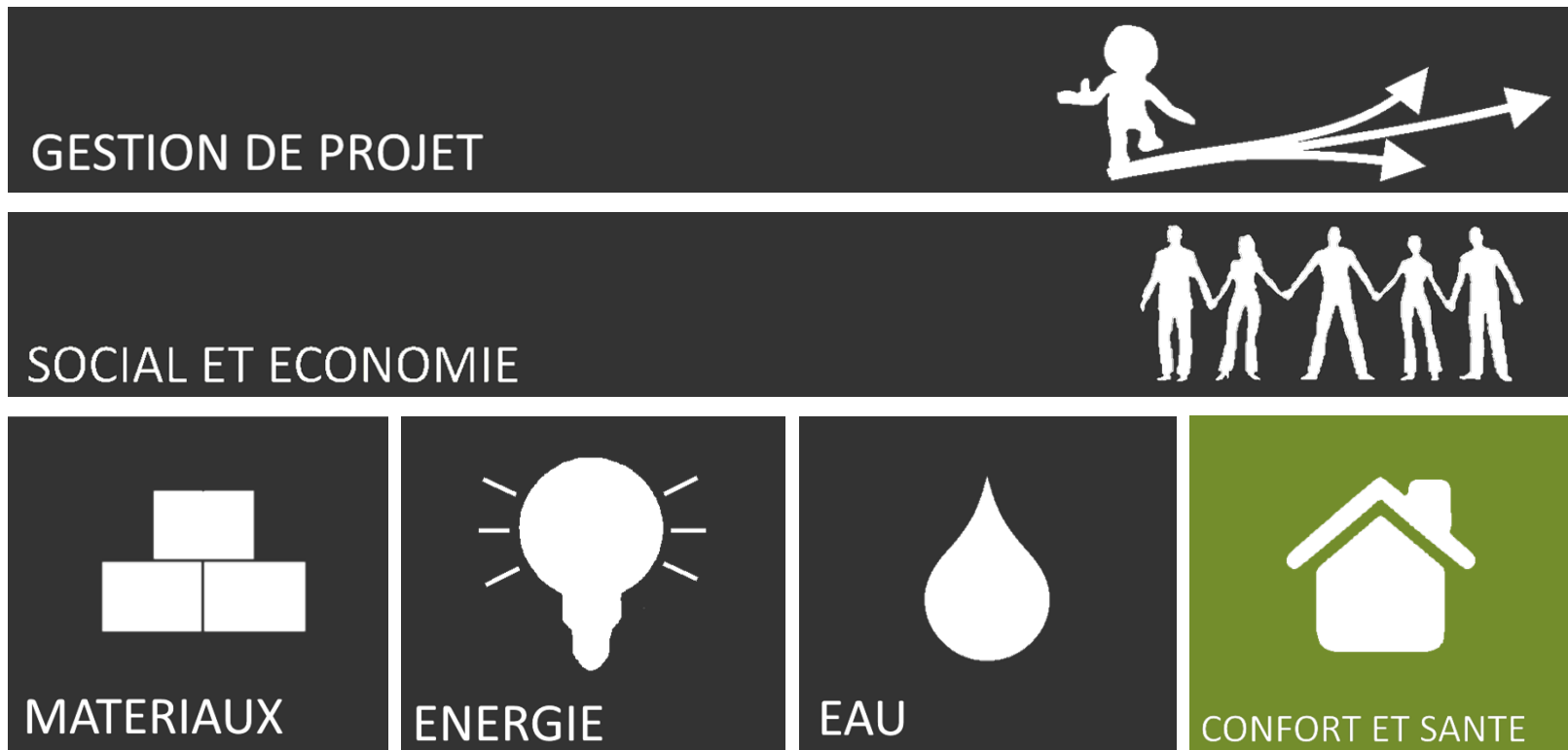


# Eau

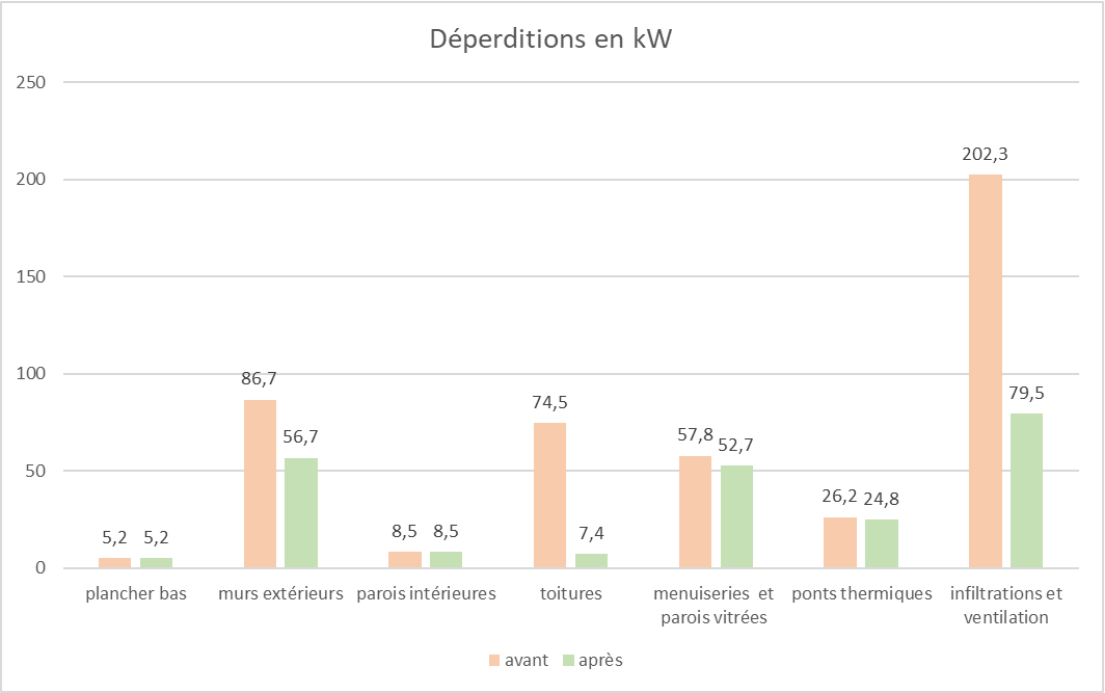
- Des équipements peu consommateurs en eau :  
ECAU et chasses d'eau 3/6 l



- Peu d'intervention possible sur ce thème pas de modification de façades, ni de toiture, pas d'espaces non bâtis



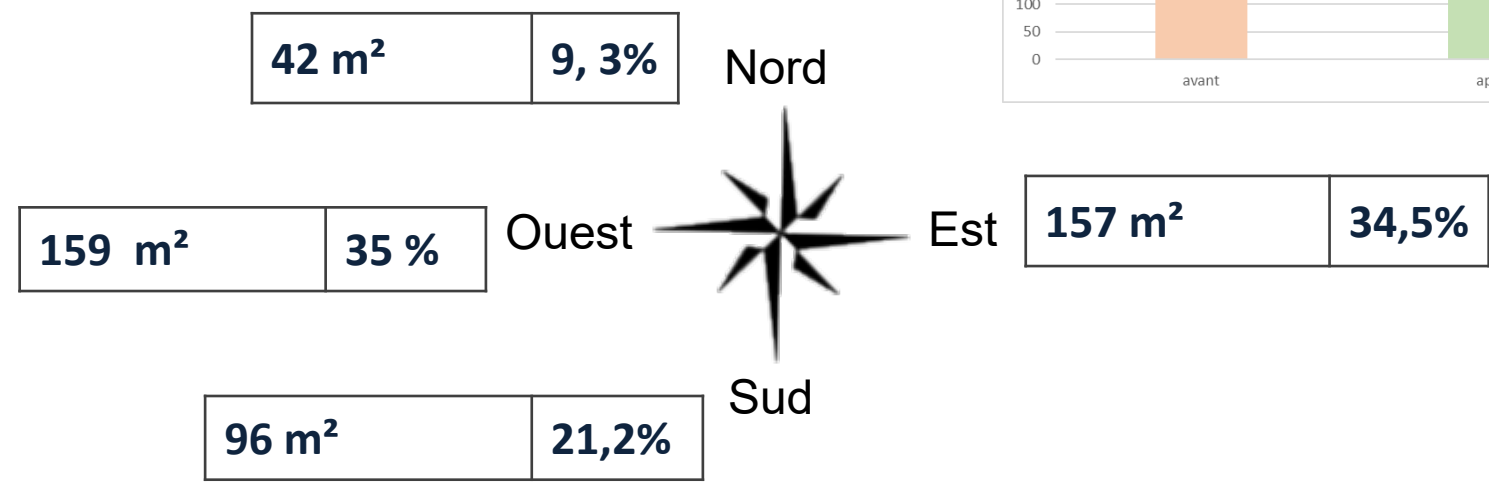
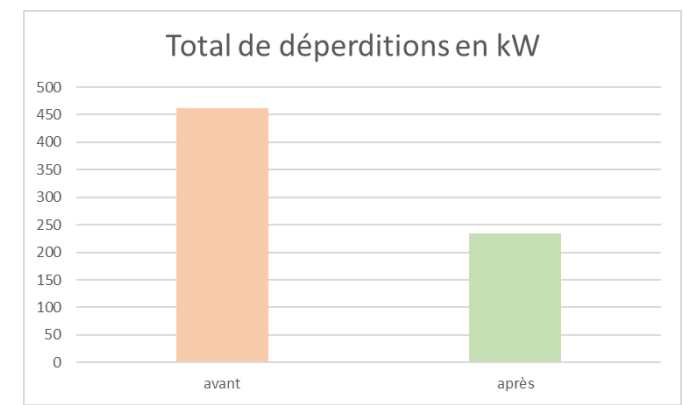
# Confort et Santé : déperditions



Après réhabilitation :

- murs extérieurs gain de 30%
- toiture divisée par 10
- parois vitrées stable
- infiltrations et ventilations gain de 60%

TOTAL divisé par 2



# Santé et Confort acoustique

## Amélioration du confort de travail des employés

La scène sera mise à plat ( et pourra être mise en pente avec les éléments intégrés à la scène ce qui évitera tous les aller-retour de camions pour le changement avec la scène existante

Diminution de la pénibilité par le passage de certains équipements manuels à commande électrique

## Acoustique pour les zones des employés

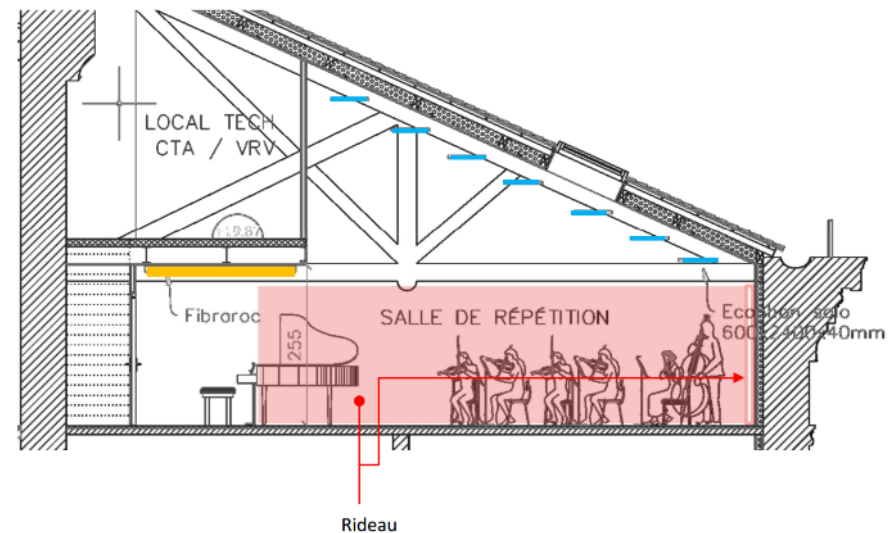
Bruits extérieurs :

- Remplacement de certaines menuiseries,
- Remise en jeu des autres menuiseries incluant le remplacement des joints ou leur ajout

Isolement acoustique entre locaux :

- Isolements acoustique entre l'administration et la cage de scène
- Isolements acoustiques entre locaux de l'administration
- Isolement spécifique pour locaux à usage spécifique
- Nombreux remplacement des portes de distributions

⇒ Les isolants acoustiques conservent l'inertie thermique (lourde) des locaux existants.



# Pour conclure



## *Points remarquables du projet :*

- *La grande part de conservation et de réemploi de matériaux et d'équipements*
- *L'amélioration du confort des usagers et employés avec l'intégration d'isolation et d'équipements techniques dans un monument historique*
- *Les savoir-faires locaux et anciens liés à la restauration*

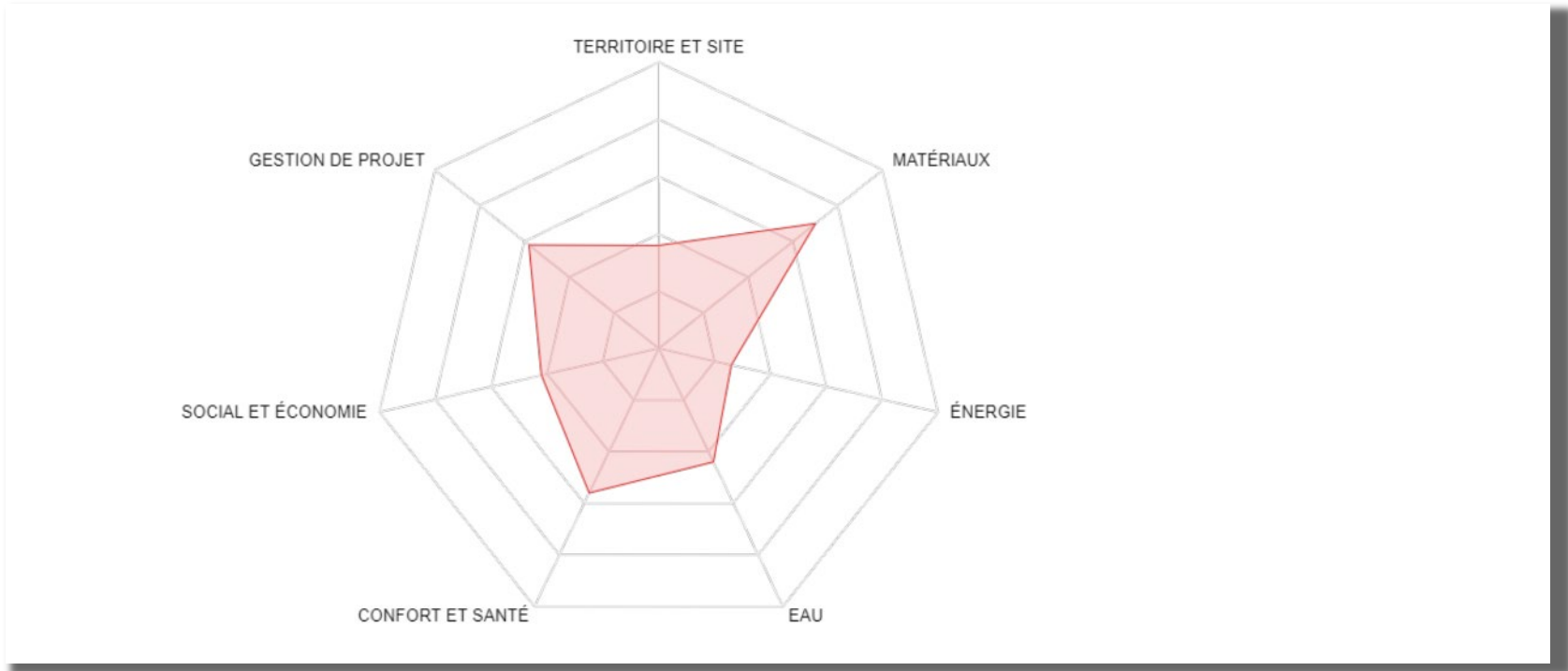
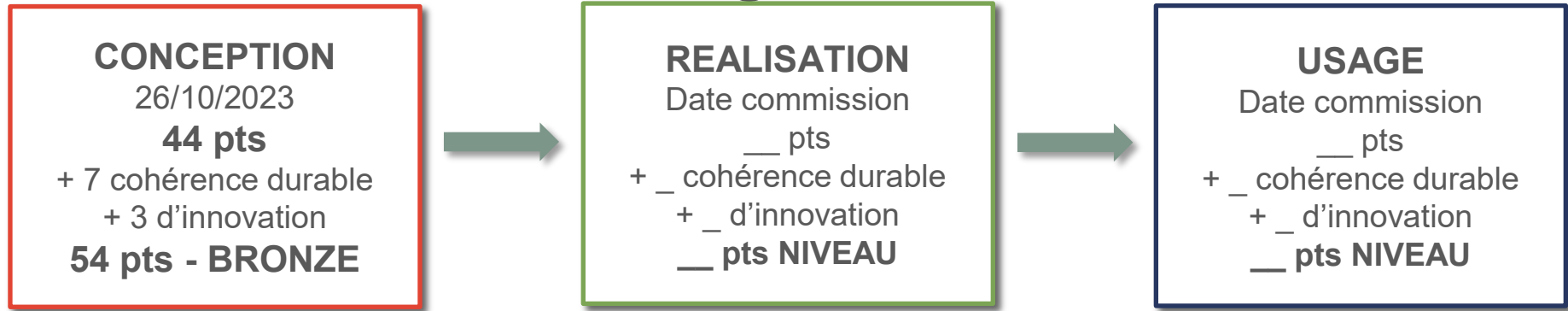
## *Pistes d'amélioration du projet :*

- *L'impact des menuiseries si elles étaient toutes changées*
- *Réaliser une STD de confort d'été dans les bureaux*

# Pour conclure



# Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM





# Points innovation proposés à la commission

- Le travail de recherche sur les luminaires patrimoniaux pour ne pas faire du rétrofit mais adapter le luminaire à cette nouvelle source lumineuse c'est-à-dire **repenser les luminaires**