



### BILAN DU PROJET

Création d'une plateforme en ligne participative, interactive et intuitive pour explorer, partager la maquette numérique de l'édifice avec divers types de publics : chercheurs, historiens, étudiants, gestionnaires, grand public...

DÉVELOPPEMENT D'UNE VERSION A-BIME 3.0 © DE L'APPARTEMENT ATELIER LE CORBUSIER



Siège social :  
148, rue de l'Université  
75007 PARIS  
Bureaux :  
5, avenue Alphand / 75116 Paris  
[www.a-bime.com](http://www.a-bime.com)

## Table des matières

Rappel : le projet SNI en résumé .....	3
CONTEXTE GÉNÉRAL DU PROJET .....	3
01. Programme R&D d'A-BIME.....	3
02. A-BIME en quelques dates.....	5
03. Projet SNI et programme de R&D A-BIME .....	6
Phase 1 : CRÉATION DE LA MAQUETTE NUMÉRIQUE DE L'APPARTEMENT-ATELIER DANS LES TECHNOLOGIES DU BIM.....	8
01. Compilation des données d'archives : modélisation à partir de plans 2D .....	9
02. Modélisation numérique de l'appartement .....	10
03. Modélisation composant par composant.....	11
04. Intégration des données – techniques, structurales, historiques, thermiques... - dans la maquette .....	12
05. Utilisation de la maquette « experte » pour la phase travaux, la conservation préventive et des simulations.....	13
Phase 2 : RÉFLEXION SUR LE CONTENU ET ENRICHISSEMENT DE LA MAQUETTE .....	14
01. Schéma de principe du projet de plateforme participative .....	14
02. Etablissement d'un cahier des charges : réflexion sur l'ergonomie et l'interface de la plateforme .....	15
03. Médiation culturelle autour de la maquette numérique : enrichissement du contenu .....	45
04. Enrichissement de la maquettes :.....	112

Phase 3 : CRÉATION ET DÉVELOPPEMENT DE LA PLATEFORME PARTICIPATIVE AUTOUR DE LA MAQUETTE NUMÉRIQUE.....	118
01.    Grandes étapes du développement .....	118
02.    Spécifications fonctionnelles .....	118
I.    Visualisation en consultation.....	118
II.   Visualisation en édition .....	125
03.    Bilan technologique du projet et « verrous » restant à surmonter .....	132
BUDGET RÉALISÉ SUR 2018/2019.....	135
ANNEXES .....	137

## Rappel : le projet SNI en résumé

La société A-BIME a mis au point un concept novateur de BIM adapté au patrimoine bâti dit “remarquable” : celui-ci consiste à réunir et à transcrire en données techniques des documents d’archives ou provenant de sources hétérogènes, et à compiler ces informations - réglementaires, techniques, historiques, pathologiques, économiques...- dans une maquette numérique. Cette synthèse graphique est reliée à une base de données experte.

L’ambition du projet « pilote » réalisé en partenariat avec la Fondation Le Corbusier dans le cadre de l’appel à projets SNI 2017 est d’expérimenter une version A-BIME 3.0 © de l’appartement atelier Le Corbusier :

Création d’une plateforme en ligne participative, interactive et intuitive pour explorer, partager la maquette numérique de l’édifice avec divers types de publics : chercheurs, historiens, étudiants, gestionnaires, grand public...

## CONTEXTE GÉNÉRAL DU PROJET

### 01. Programme R&D d’A-BIME

A-BIME est un bureau d’études et de traitement numérique des données du bâti ancien qui propose différents types d’assistance technique à maîtrise d’ouvrage « sur mesure » pour aider ces derniers à mieux connaître leur patrimoine, à le gérer et à définir leur projet :

- de restauration ou de rénovation
- de mise en valeur et/ou d’utilisation

Dans le cadre de ses études diagnostiques, A-BIME développe une méthodologie particulière et innovante qui consiste à transcrire en données techniques des documents d’archives ou provenant de sources hétérogènes. Ces données, compilées, sont agencées dans une base de données et restituées par le biais d’une maquette numérique.

Depuis sa création en 2015, A-BIME inscrit sa démarche dans le plan de transition numérique du bâtiment (PTNB) et dans le plan de transition énergétique. Il est particulièrement en pointe dans l’adaptation du BIM<sup>1</sup> au bâti ancien et aux monuments historiques, sujet pour lequel il est lauréat de plusieurs appels à projets.

En 2018, A-BIME a obtenu du Ministère de l’Enseignement supérieur, de la Recherche et de l’Innovation le label de JEI (jeune entreprise innovante) pour ses travaux dans ce domaine.<sup>2</sup>

A-BIME intervient également dans la commission AFNOR pour la définition des normes du BIM pour les monuments historiques et la conservation des biens culturels.

A-BIME a concentré son programme de recherches sur la conception de nouvelles méthodes d’analyse, de diagnostic et de gestion des éléments constituant le patrimoine du bâti ancien. Ces nouvelles

---

<sup>1</sup> Le BIM est processus collaboratif pour la production et la gestion d’informations électroniques structurées dans le domaine du bâtiment

<sup>2</sup> Dossier de rescrit JEI et programme R&D d’A-BIME – Annexe 1

méthodes, basées notamment sur les technologies numériques, visent à gérer, préserver, conserver et restaurer ces éléments.

Le secteur du patrimoine bâti est un domaine très spécifique. Chaque bâtiment est un cas particulier, que les maîtres d'ouvrage, les propriétaires privés ou publics doivent appréhender d'emblée dans toutes leurs dimensions : réglementaires, techniques, historiques, archéologiques, pathologiques, esthétiques, économiques, etc.

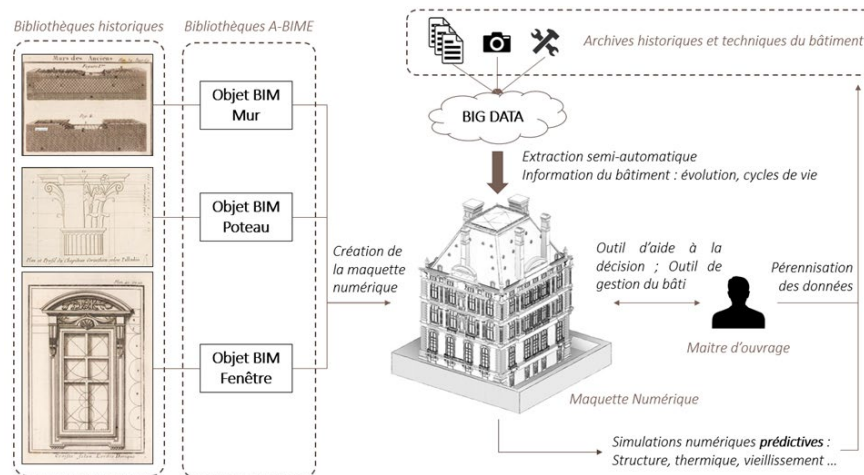
Cette connaissance systémique du bâtiment concerné est indispensable pour prendre les bonnes décisions afin de le conserver, le préserver et le valoriser. Ainsi, les connaissances acquises prennent notamment la forme de données patrimoniales qu'il faut structurer, organiser et lier.

A-BIME identifie, regroupe, analyse et modélise ces multiples données pour ensuite les compiler dans une maquette numérique. Son objectif est de rendre ces données patrimoniales accessibles, intelligibles et exploitables, et ce, quel que soit le profil de l'intervenant sur le projet.

L'objectif de cette démarche est d'optimiser la connaissance et la gestion du patrimoine bâti ancien :

- éviter les redondances liées aux études traditionnelles,
- évaluer la localisation et l'étendue des futurs travaux,
- anticiper et prévoir les maintenances,
- apprécier les projets de conservation, valorisation ou réutilisation,
- établir des schémas directeurs de rénovation et/ou réaménagement
- tester des scénarii

Au fur et à mesure de l'avancée du projet, la maquette numérique est enrichie du résultat des investigations : reliée à une base de données « experte » la représentation 3D des ouvrages rassemble l'ensemble des ressources documentaires du site.



Cette synthèse graphique valorise les différentes données du bâti et aide le maître d'ouvrage à évaluer rapidement l'étendue et la localisation des informations dont ils disposent ainsi que la pertinence et l'incidence des projets qui lui sont soumis.



Ferme du château de Saint-Germain-de-Livet / Structure bois – maquette numérique 3D – vue des pathologies (A-BIME©)

Cette maquette numérique est consultable en ligne pour les intervenants habilités via une plateforme dédiée.

A-BIME participe régulièrement à des colloques<sup>3</sup> et contribue à des publications sur le sujet.

Des partenariats scientifiques et institutionnels existent avec des grandes Écoles ou des Universités, le laboratoire de l'École Centrale de Nantes, le Laboratoire de recherche des Monuments Historiques (LRMH), la Fondation Getty,....



## 02. A-BIME en quelques dates...

### LES GRANDES ÉTAPES DE LA SOCIÉTÉ

23 juin 2015

#### CRÉATION D'A-BIME

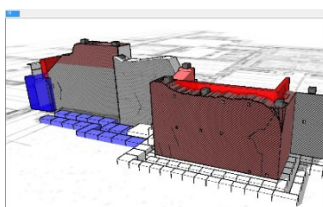
Bureau d'études et d'expertises dans le domaine du bâti ancien et des monuments historiques proposant différents types d'assistance technique à maîtrise d'ouvrage « sur mesure » pour aider ces derniers à mieux connaître leur patrimoine, à le gérer et à définir leur projet :

- de restauration ou de rénovation
- de mise en valeur et/ou d'utilisation

### ... DE L'EXPÉRIMENTATION

Septembre 2015

Lancement du projet de R&D



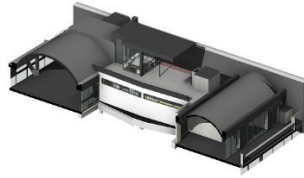
#### THERMES GALLO ROMAIN CASSINOMAGUS (16)

Première représentation graphique 3D du site archéologique en lien avec une base de données experte pour identifier sa matérialité historique et son état sanitaire

<sup>3</sup>JE ReSeed #2 "Créer et transmettre : la fabrique numérique du patrimoine !" <https://reseed.ls2n.fr/fr/je-2019/> -

2015 / 2016

Projet financé par la Fondation  
Getty – Fondation Le Corbusier



*APPARTEMENT ATELIER LE CORBUSIER (75)*

*Première modélisation d'une maquette  
numérique à partir de plans 2D et de la  
compilation des données d'archives  
historiques et techniques*

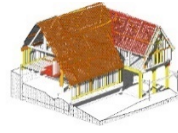
2015 / 2017

Étude de la faisabilité technique du concept A-BIME 3.0 sur des sites « pilotes »

Juin 2017  
Augmentation de capital et entrée  
de l'investisseur LB HOLDING



Villa E1027 - Eileen Gray (06)



Ferme du Château de Saint-  
Germain-de-Livet (14)



Château de Guermantes (77)

Juillet 2017

Publication / revue Monumental :  
« Le projet de modélisation  
informatique pour la restauration de  
la villa E-1027 »

Juin 2017

Lauréat de l'AAP du Plan de transition  
numérique du bâtiment (PTNB)



Octobre 2017

Lauréat de l'AAP du Ministère de la Culture



Novembre 2017

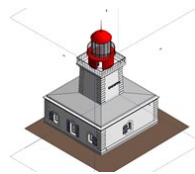
Première consultation publique  
demandant une maquette BIM sur  
un Monument Historique

Février 2018 - Première commercialisation en France de la version  
experte

Avril 2018

Label JEI / CIR  
obtenu auprès du Ministère de  
l'Enseignement Supérieur, de la  
Recherche et de l'Innovation

Étude diagnostic et modélisation 3D de 2 phares en vue de leur  
valorisation touristique / Conservatoire du Littoral



Phare de la Chiappa (2A)



Phare de Beauduc (13)



... PERSPECTIVES ET DÉVELOPPEMENTS

Septembre 2019

Installation dans de nouveaux  
bureaux  
Recrutement de collaborateurs (en  
cours)

une équipe multidisciplinaire d'experts et d'ingénieurs diplômés des grandes  
écoles (Centrale, Mines, ESTP ; Arts et Métiers...), spécialisés BIM - BIM GEM.

Développement d'un algorithme spécifique de reconnaissance « faciale » des  
bâtiments anciens et de leurs composants

Développement d'une plateforme intuitive et interactive pour le partage des  
maquettes numériques en ligne

### 03. Projet SNI et programme de R&D A-BIME

Aujourd'hui, la demande liée à l'utilisation du BIM et en particulier du rétro-BIM dans le bâti ancien est en plein essor.

Dans le cadre de sa R&D, A-BIME a expérimenté le potentiel du H-BIM (BIM historique ou BIM Patrimoine) et de ses développements à venir. Les différentes phases de ce concept et leur faisabilité technique ont été testées et vérifiées auprès de différents clients ainsi que sur des édifices « remarquables » très variés, monuments historiques ou bâtiments classés.

Pour autant, les obstacles à la diffusion du BIM demeurent encore des problèmes de « compétences numériques » des différents interlocuteurs et de développement d'outils adaptés à tous les types de projets : Les outils sont onéreux, trop complexes et les intervenants mal formés. Le BIM n'a pas encore trouvé l'adhésion participative de la profession car beaucoup des acteurs se sentent exclus de son champ et freinent son développement. nous pensons qu'il est nécessaire de développer un outil facile d'utilisation pour donner envie et encourager les acteurs des projets à aller vers le numérique.

C'est pourquoi, l'un des 2 axes de recherche d'A-BIME est la création d'une « plateforme collaborative et contributive »

*La création d'une communauté autour d'un même support : le même modèle numérique doit être utilisé par tous, de la maîtrise d'ouvrage de l'édifice aux visiteurs du bâtiment. Les informations doivent être centralisées à un seul et même endroit et chacun doit être en mesure de contribuer à l'enrichissement des données patrimoniales.*

*Cet axe de recherche vise notamment à résoudre les problèmes rencontrés dans le cadre de*

- *La coordination et coopération entre les différents acteurs.*

Dans ce cadre, le projet expérimental du SNI de créer une plateforme en ligne participative, interactive et intuitive pour partager la maquette numérique de l'appartement Le Corbusier avec une communauté de publics (maîtres d'ouvrages, architectes, chercheurs, historiens, étudiants, gestionnaires, grand public...) est en complète cohérence avec notre programme de recherche et il en constitue un prolongement logique.



## Phase 1 : CRÉATION DE LA MAQUETTE NUMÉRIQUE DE L'APPARTEMENT-ATELIER DANS LES TECHNOLOGIES DU BIM

En 2015, la Fondation Le Corbusier a engagé avec A-BIME, notamment sous l'égide de la Fondation Getty, une mission d'étude novatrice de la matérialité historique et de compilation documentaire de l'appartement atelier Le Corbusier, en lien avec une maquette numérique et une base de données experte.

« Pour mener au mieux sa mission de maître d'ouvrage, la Fondation a confié à Didier Groux, expert en pathologie du bâti ancien, et Mathieu Bruez, ingénieur des Mines, la réalisation d'un document de synthèse sur le système constructif de l'appartement et son état de conservation. Fondée tout à la fois sur des documents d'archive, des relevés, des sondages et des investigations menées à l'aide d'une caméra thermique infrarouge et d'un ferroskan,

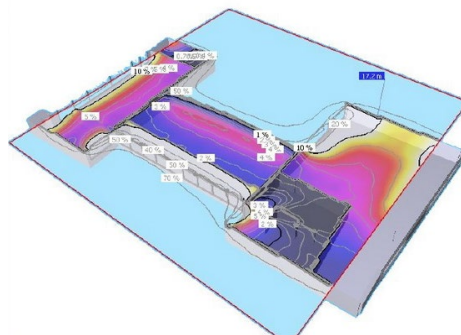
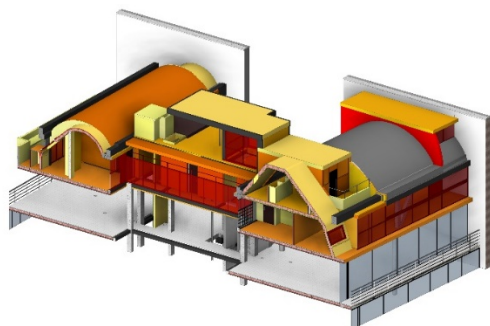
cette maquette numérique modélise le processus constructif en 3D. Elle est associée à la base de données qui rassemble désormais les sources d'informations pléthoriques mais jusque-là éparées et peut notamment être interrogée par composant (briques, poignée de porte, etc.). La Fondation Le Corbusier, maître d'ouvrage de l'appartement, dispose désormais d'un outil aussi novateur que performant, constitué à partir du repérage exhaustif des matériaux et procédés de construction auxquels Le Corbusier a eu recours pour son appartement-atelier. »

Ce travail a fait l'objet d'une communication devant la Fondation Getty<sup>4</sup> et d'une participation au colloque international GEORES Milan 2019 / 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE OF GEOMATICS AND RESTORATION.

Titre de la publication : *LE CORBUSIER'S APARTMENT-STUDIO : 3D MODEL DATA OF PRELIMINARY RESEARCH FOR THE RESTORATION* <sup>5</sup>

*Fondation Le Corbusier and A-BIME have collaborated to collect, analyse and organize preliminary research data for the restoration of the Le Corbusier's apartment-studio in Paris using a methodology based in a 3D model.*

*The numerical construction, based on precast elements, follows the pioneering efforts of specialized architects with the BIM (Building Information Model) technology. Thanks to the .IFC format the model has been imported in several software in order to proceed structural and hydrothermal simulations. The results have been used as guidelines by the Fondation Le Corbusier to forecast the consequences of restoration choices.*

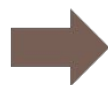
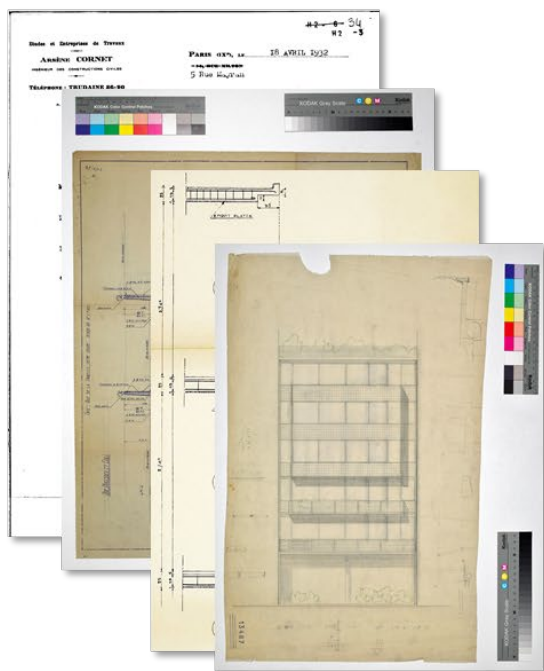


0

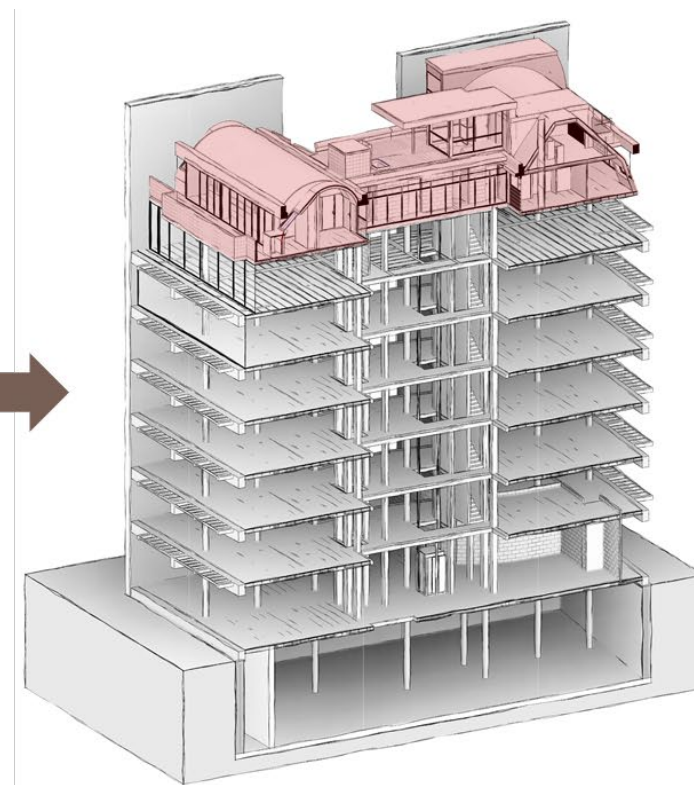
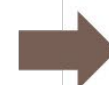
<sup>4</sup> Document de présentation / fondation Getty- Annexe 2

<sup>5</sup> <http://www.geores19.polimi.it/> - Texte de la publication - Annexe 3

## 01. Compilation des données d'archives : modélisation à partir de plans 2D



Element Oriens	dessin	Description DVD
Coupe AB	x	Plan d'étage avec trame structurale
Façades	x	Plan d'étage avec cotes et légendes
Plan d'étage courant	x	Quatre croquis en perspective intérieure de logement
Plan du 6e étage	x	Croquis en perspective vue de la terrasse vers un intérieur de logement
0	x	Plan d'étage caves avec légendes
Coupe EF, sous sol et caves	x	Plan d'étage avec cotes et légendes, disposition intérieure, modifications
Sixième étage	x	Élévation et série de coupes sur chassis métallique avec cotes et légendes / Au verso, note, tampon "Etabl. Dubois & L. Lapeu" croquis
Rez-de-chaussée	x	Façade partielle, plan, coupe et série de détails en coupe avec cotes, légendes, notes
Troisième et quatrième étages	x	Deux plans de balcons avec cotes et légendes
Façades	x	Coupe longitudinale sur les étages hauts (appartement Le Corbusier) avec cotes, limites de prospect
0	x	Façade partielle avec cotes de hauteurs, tracés régulateurs
0	x	Façade partielle au niveau de l'entrée, coupe horizontale sur façade et série de détails en coupe avec cotes
0	x	Plan de la cour et façades développées avec cotes et légendes
Cour A, rez-de-chaussée	x	Deux détails de construction en coupe avec perspective
Coupe longitudinale	x	Deux coupe-élévations partielles et détails avec cotes
Cloisons A, rez-de-chaussée	x	Détails en plan et coupe sur Cadre B avec cotes et légendes, au verso, tampon "Etabl. Dubois & L. Lapeu"



*La fondation possède plus de 7000 documents sur l'appartement : lettres, plans, croquis .... Ces informations sont stockées dans des archives.*

*L'ensemble de ces documents ont été organisés dans une base de données, permettant d'en extraire rapidement les données recherchées*

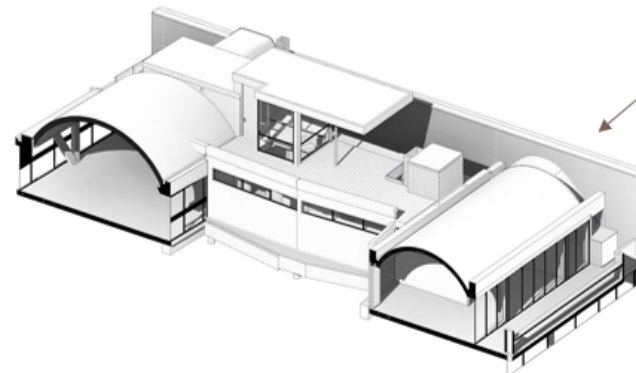
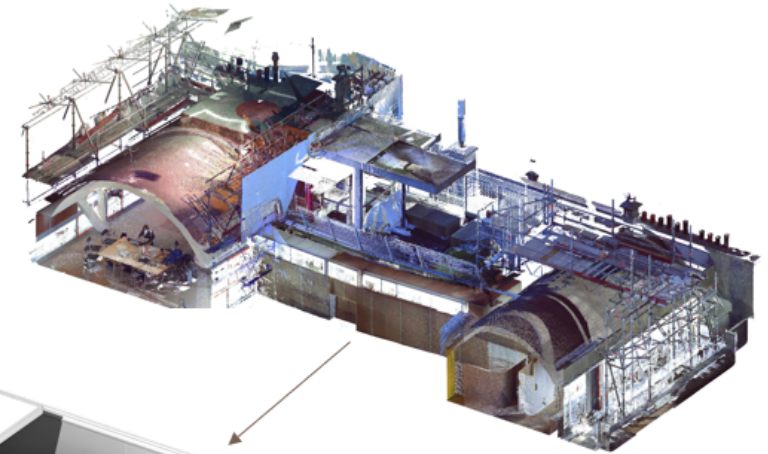
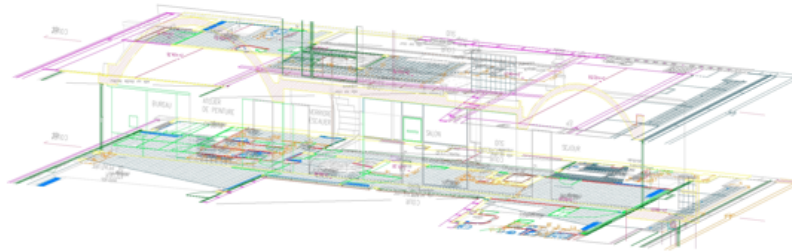
*Les documents compilés ont permis la construction d'une maquette numérique 3D. L'ensemble des informations contenues dans les documents sont unifiées dans la base de données attachées à la maquette. Le modèle a été utilisé pour conduire plusieurs expertises et études.*

## Maquette numérique : création de la géométrie

● **Géométrie**

La géométrie de la maquette peut être dessinée à partir des plans du bâtiment qu'ils soient des fichiers autocad .dwg ou au format papier. La précision de cette géométrie dépendra de la précision et du nombre de plans/coupes utilisés pour la création du modèle.

La réalisation d'un scan de l'ensemble de l'édifice permet d'obtenir un nuage de points 3D représentant fidèlement la géométrie de l'ouvrage à un instant donné. Ce nuage de point est ensuite importé dans un logiciel de CAO pour création du modèle.



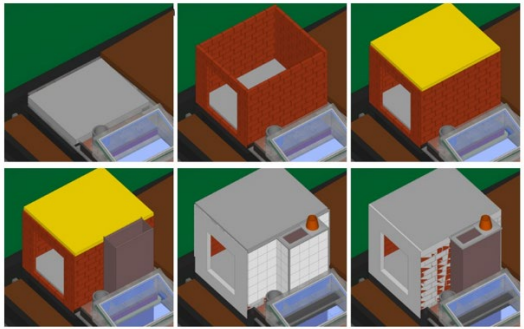
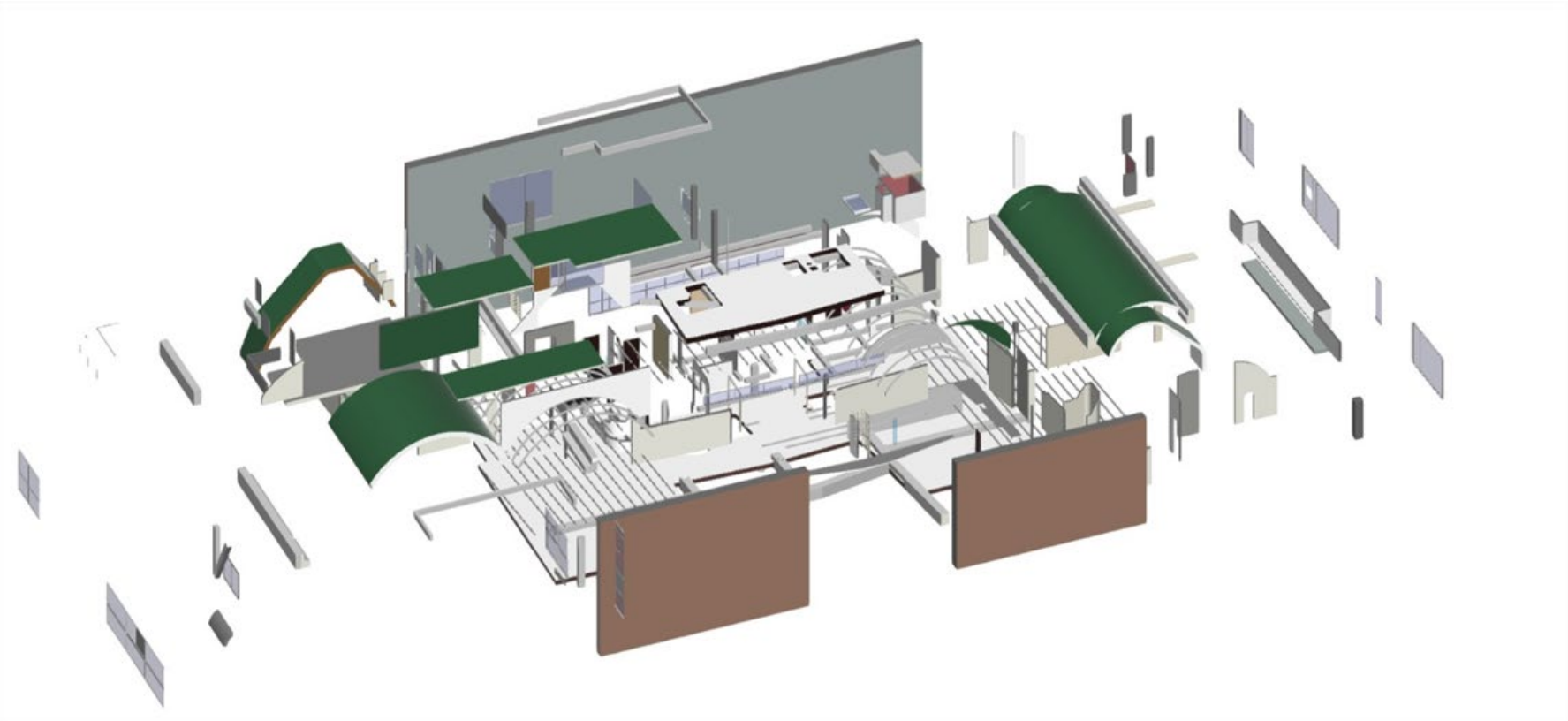
● Informations

● Analyse  
Simulations

● Gestion

La maquette numérique est obtenue en **superposant des objets paramétriques** avec le relevé de l'ouvrage (plans 2D ou nuage de points).  
**La base de données du bâtiment se crée simultanément.**

03. Modélisation composant par composant



# Maquette numérique : information de la maquette

● Géométrie



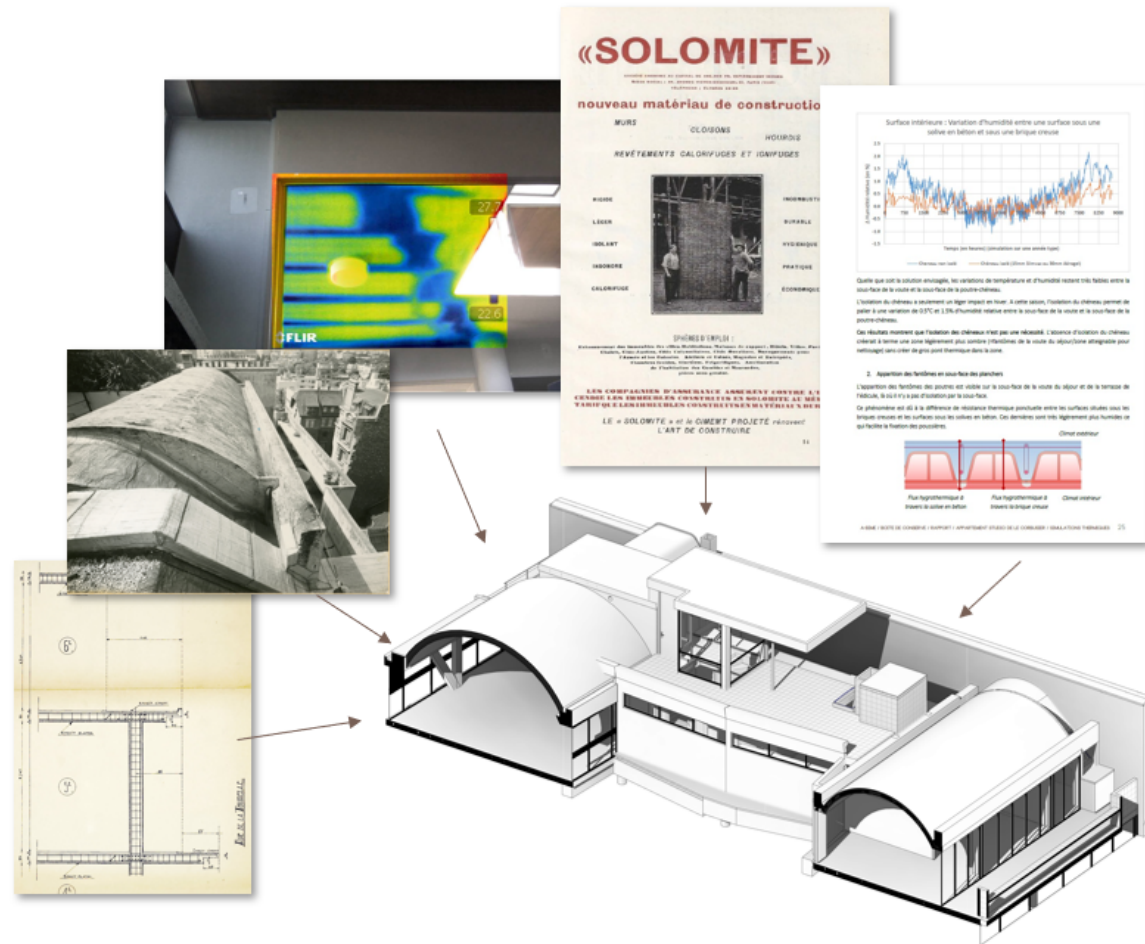
● Informations



● Analyse Simulations



● Gestion



*Au cours de la première étape, la base de données ne contient que les informations géométriques du bâtiment. La phase suivante est l'information et l'enrichissement du modèle.*

*Tous les documents historiques et techniques possédés par la maîtrise d'ouvrage peuvent contribuer à cet enrichissement :*

- ✓ *Les photos, plans et documents d'archives ainsi que les DOE des différents travaux renseignent sur les cycles de vie du bâtiment et permettent de dater la plupart des composants*
- ✓ *L'identification in situ et les différentes analyses ou études menées sur le bâtiment renseignent sur les matériaux mis en œuvre, leurs époques, les caractéristiques structurelles, thermiques, etc...*
- ✓ *A cela peut s'ajouter l'ensemble des réseaux et des flux fluides, électriques, gaz et les équipements mécaniques associés (radiateurs, chaufferie, lampes, détecteurs incendies, alarme...)*

*L'ensemble des données sont inscrites à l'intérieur de la maquette numérique selon un cahier des charges et une norme.*

## 05. Utilisation de la maquette « experte » pour la phase travaux, la conservation préventive et des simulations

Étude globale de l'appartement (structure, état sanitaire...)

Simulations thermiques et hygrothermiques à partir de la maquette

### Utilisation de la maquette : analyse du bâti – étude prévisionnelle

**Géométrie**

La maquette numérique ainsi réalisée devient un outil d'aide au diagnostic et un support pour la réalisation de simulations prédictives comportementales du bâti en exportant la maquette 3D vers des logiciels interopérables dédiés.

**Informations**

**Analyse Simulations**

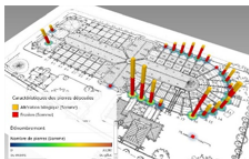
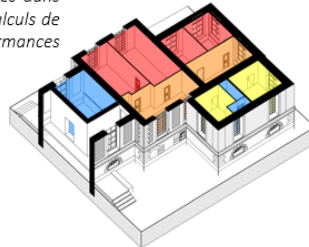
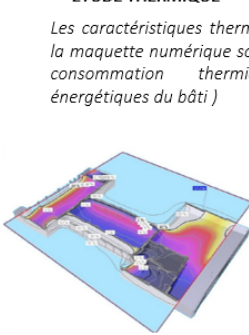
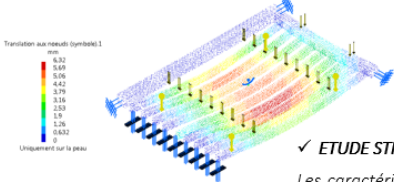
**Gestion**

**✓ ETUDE STRUCTURELLE**  
Les caractéristiques mécaniques des matériaux renseignées dans la maquette numériques sont utilisés pour effectuer des pré dimensionnements structurels (ex: capacité portante de plancher)

**✓ ETUDE THERMIQUE**  
Les caractéristiques thermiques des matériaux renseignées dans la maquette numérique sont utilisés pour effectuer des calculs de consommation thermique de l'édifice (ex: performances énergétiques du bâti)

**✓ ETUDE HISTORIQUE ET DIAGNOSTIC SANITAIRE**  
Plusieurs niveaux d'informations stockés dans un seul et même modèle renseignent de la chronologie de la construction et de l'état sanitaire du bâtiment.  
(ex: inventaire du lapidaire)

**✓ ETUDE LUMINEUSE**  
L'emplacement géographique du bâti et l'état de surface de ses parois ( texture, couleur ) permet d'évaluer l'évolution de l'éclairage naturelle moyen sur une année (ex: éclairage moyen d'un étage sur une année)



## Phase 2 : RÉFLEXION SUR LE CONTENU ET ENRICHISSEMENT DE LA MAQUETTE

L'objectif du projet SNI est de pouvoir utiliser cette maquette numérique « experte » de l'appartement-atelier comme outil de médiation culturelle et de valorisation de cet ouvrage pour sa réouverture au public.

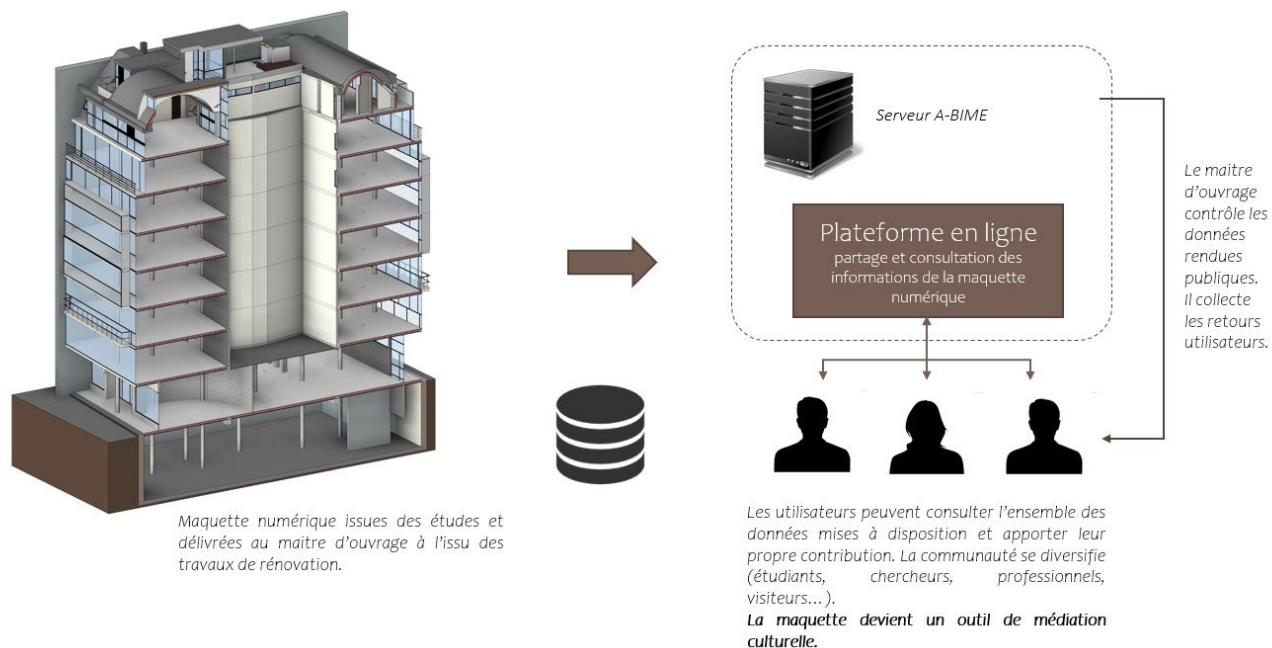
La plateforme créée est destinée à devenir une interface unifiée de consultation et d'exploitation des données de la maquette.

Cette plateforme unifiée permettra la consultation et l'enrichissement des données d'une même base, à la fois par la maîtrise d'ouvrage, les chercheurs, les spécialistes de l'architecture, les étudiants et le grand public. Le droit d'accès, de partage et d'inscription de données sera piloté par la fondation Le Corbusier qui attribuera les niveaux d'autorisations souhaités.

Ce concept devra ensuite être étendu à l'ensemble des édifices de la fondation.

Cette réflexion a été menée par A-BIME, la Fondation et le Collectif la Fourmi.

### 01. Schéma de principe du projet de plateforme participative



## 02. Etablissement d'un cahier des charges : réflexion sur l'ergonomie et l'interface de la plateforme

- Définir l'interface,
- Définir les informations à présenter,
- Définir les usages : en ligne et sur place,
- Définir les moyens de contrôle des publics,
- Définir la qualité des informations issues de la collaboration.



# Cahier des charges

Collectif la Fourmi + FLC + A-BIME







# Navigation et ergonomie



# Utilisation de la maquette

Afin de faciliter l'accès à la maquette (2e entrée), les possibilités d'utilisation de la surface seront réduites :

- Vision de l'appartement-atelier épurée de toutes utilisations scientifiques
- Vision globale en 3D de la maquette

Nous pensons la visite virtuelle de cet outil comme visite-guidée semi-directive :

- Espace de navigation restreint
  - Focalisation sur l'intérieur et les surfaces concernées par la médiation
-

# Navigation et ergonomie

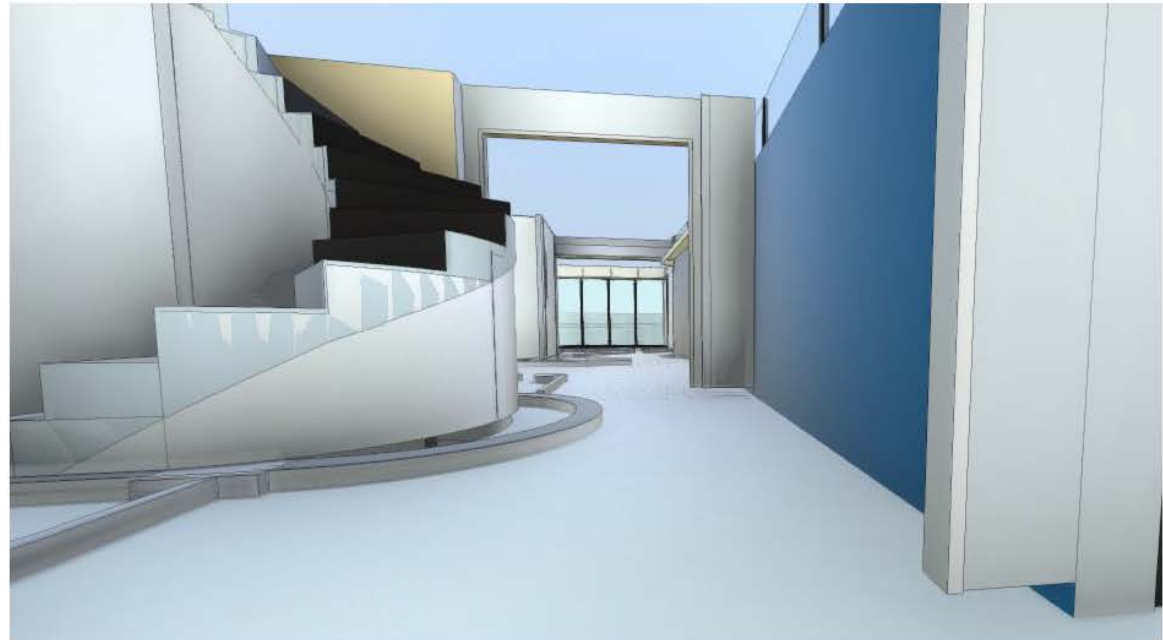
- **Modélisation 3D de l'appartement**
  - **Vision intégrale** de l'espace, délimité par son architecture (pas d'effet de transparence) - les murs de chaque pièce restent infranchissables
  - **Maquette non amovible** (consultable que sous son format de visite)
  - **Navigation limitée** (navigation limitée à l'espace choisi en amont par l'utilisateur depuis un tableau de bord)
-

# Objectifs

Vision réaliste de  
l'appartement

Ergonomie et  
simplification de l'outil  
de navigation

Créer un cadre de visite  
pour l'utilisateur



# La place de l'utilisateur

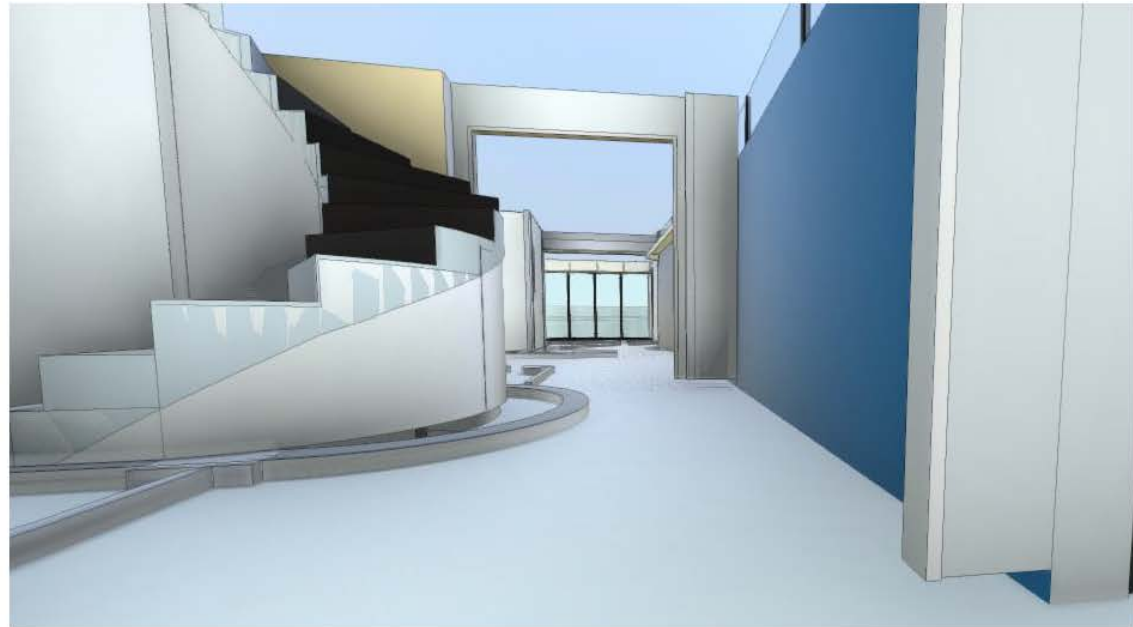
- 1) **Choix en amont** de l'espace depuis un tableau de bord (plan de l'appartement)
  - 2) **Navigation libre** entre les différents espaces depuis le tableau de bord et dans la pièce choisie par l'utilisateur (utilisation d'une barre d'outils lui donnant la possibilité de se déplacer dans l'espace et de zoomer)
  - 3) **Libre choix** : accepte ou non la médiation dans l'espace sélectionné
  - 4) **Choix multiples de médiations** autour de la pièce depuis des curseurs à activer
  - 5) **Possibilité de faire appel à une aide de navigation**, de revenir sur le tableau de bord (plan) et sur l'entrée principale de la maquette à tout moment de l'utilisation
-

# Objectifs

Placer l'utilisateur au centre de sa propre visite en lui donnant une liberté de choix

Individualiser chaque pièce en limitant la navigation

Créer une visite "pas à pas"



# Guide d'utilisation



Guide d'utilisation s'affichant une fois avant d'accéder à la maquette (fenêtre pop-up), puis disponible tout au long de la visite en cliquant sur l'icône ? de la barre d'outils.

Voir exemple : <http://www.annefrank.org/en/Subsites/Home/Enter-the-3D-house/#/house/24/>

# Tableau de bord - Le Plan d'accès

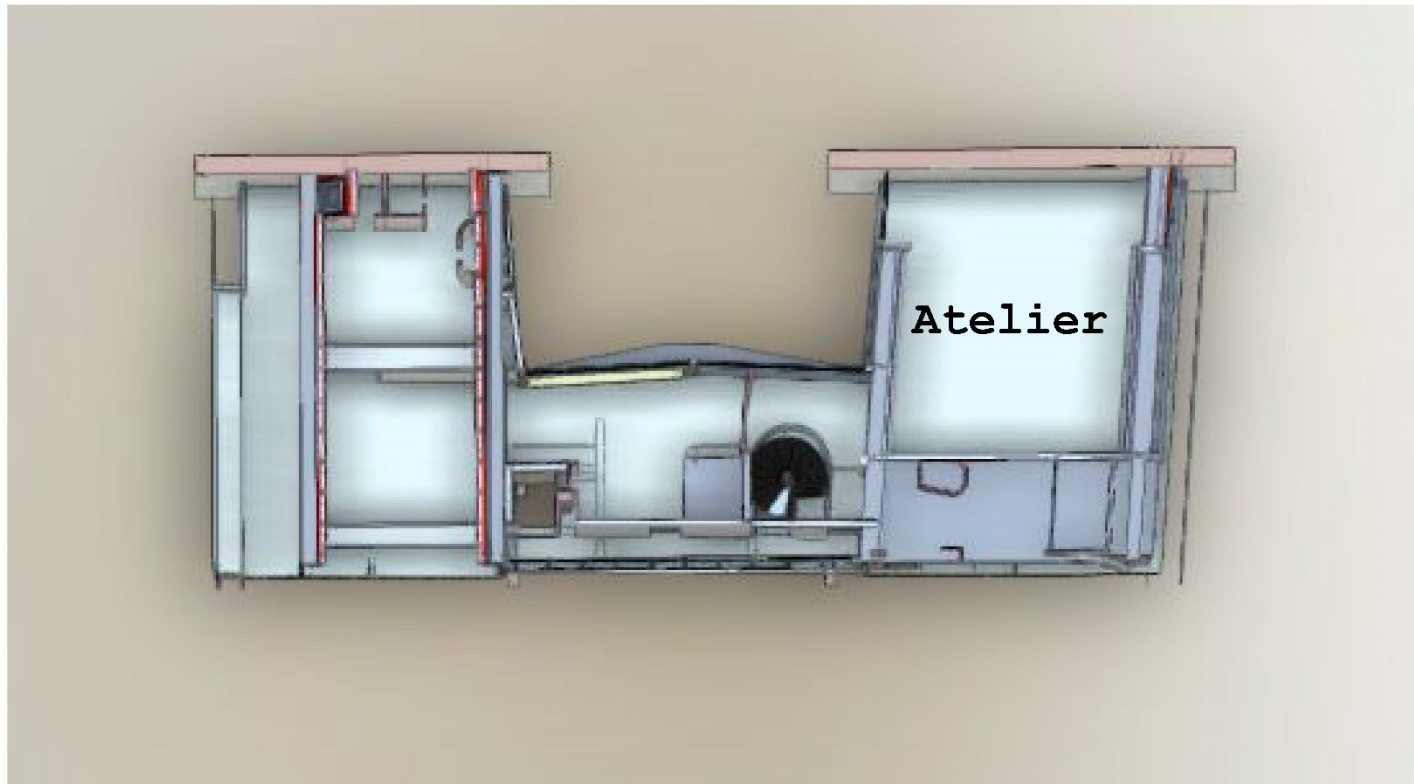
Présentation de l'appartement : le tableau de bord servira de plan pour représenter les différents espaces accessibles

Choix de l'espace : l'utilisateur pourra cliquer directement sur l'espace qu'il souhaite visiter pour commencer la visite de cet espace

Repère et commande : L'utilisateur pourra dans chaque étape de sa visite revenir sur le tableau de bord depuis une miniature (icône) de la maquette, présente en permanence pendant la visite de l'espace. Il lui suffira de cliquer dessus pour revenir sur cette interface, à n'importe quel moment de sa visite.

Simple d'utilisation : une aide sera disponible pour expliquer son utilisation.





# Navigation dans la maquette

Entrée dans l'espace : une introduction (audio-texte) se déclenche et interrompt toutes possibilités de navigation dans l'espace.

Après l'introduction : Prise en main de l'utilisateur, navigation possible dans toute la pièce, depuis une barre d'outils de navigation lui proposant plusieurs fonctionnalités (zoom - flèches de déplacement )

Durant la navigation : possibilité de revenir sur le tableau de bord choisir un autre espace à visiter. L'utilisateur pourra demander de l'aide depuis un curseur disposé dans la barre d'outils.



# ARBORESCENCE



## MENU DE GAUCHE

### Accueil

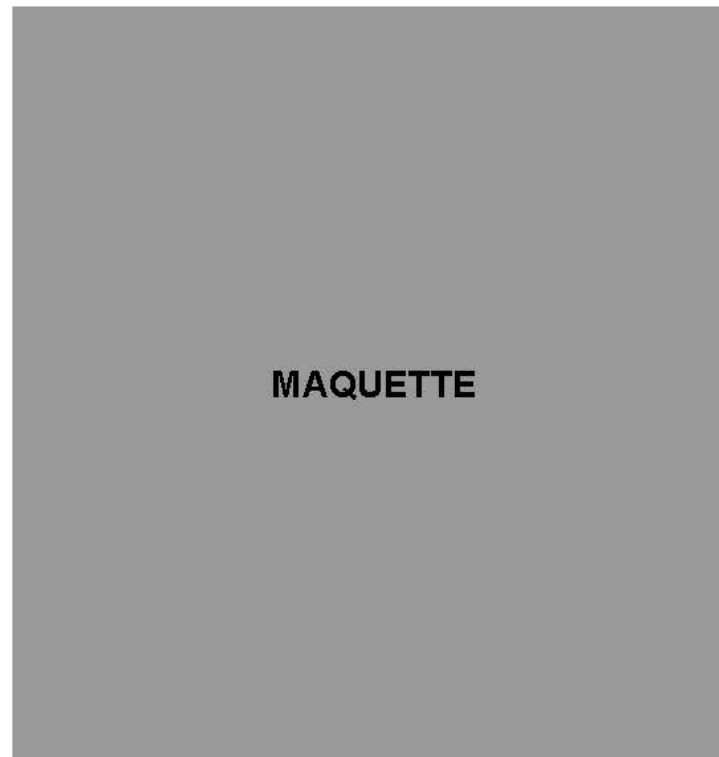
### Maquette

- Exploration  
(Entrées à définir par A-BIME)
- Aide

### Visite Guidée

- Présentation
- Chapitres
- Aide

### Mentions légales



## MENU DE DROITE

### Localisation

### En savoir plus

### Documents d'archive

- Images
- Correspondances
- Entretiens

(Noms des entrées provisoires)

## MENU DE GAUCHE

### Accueil

### Maquette

- Exploration  
(Entrées à définir par A-BIME)
- Aide

### Visite Guidée

- Présentation
- Chapitres
  - I. Contexte
  - II. L'immeuble
  - III. L'appartement-atelier
  - IV. Le hall
  - V. L'atelier
  - VI. Le salon
  - VII. La salle à manger
  - VIII. La cuisine
  - IX. La chambre privée
  - X. L'étage
  - XI. Le toit-jardin
- Aide

### Mentions légales

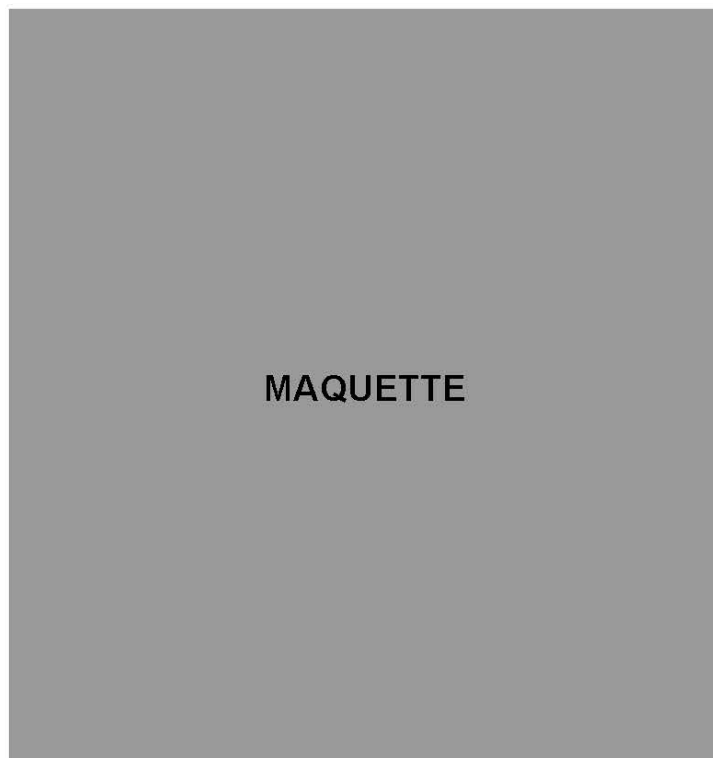
## MENU DE DROITE

### Localisation

### En savoir plus

### Documents d'archive

- Images
- Correspondances
- Entretiens



(Noms des entrées provisoires)

MENU DE GAUCHE

Accueil

Maquette

- Exploration de la maquette  
(Entrées à définir par A-BIME)
- Aide

Visite Guidée

- Présentation
- Chapitres
  - I. Contexte
    - Le Corbusier
    - Histoire et évolution de l'immeuble
  - II. L'immeuble
    - Les façades
    - Le système Dom-ino
    - Le plan inversé
  - III. L'appartement-atelier
    - Atmosphère
    - Panoramique et subdivision
    - Correspondances
  - IV. L'entrée
    - Atmosphère
    - Polychromie
    - Chambre de bonne
    - Visite libre
  - V. L'atelier
    - Atmosphère
    - Corbu, l'artiste
    - Corbu, l'écrivain
    - Visite libre
  - VI. Le salon
    - Atmosphère
    - Le mobilier mobile
    - Visite libre
  - VII. La salle à manger
    - Atmosphère
    - Les aménagements
    - Visite libre
  - VIII. La cuisine
    - Atmosphère
    - Fonctionnalité et modernité
    - Visite libre
  - XIX. La chambre privée
    - Atmosphère
    - Mobilier intégré
    - Hygiénisme et modernité
    - Visite libre
  - X. L'étage
    - Atmosphère
    - L'escalier
    - La chambre d'amis
    - Visite libre
  - XI. Le toit-jardin
    - Atmosphère
    - Fonctionnalités
    - Aménagements et modernité
    - Visite libre
- Aide

Mentions légales

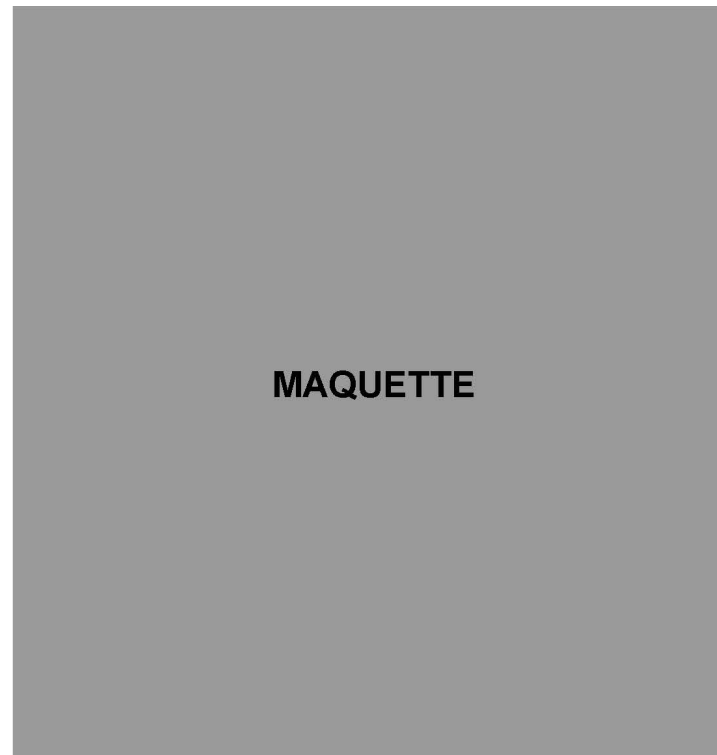
MENU DE DROITE

Localisation

En savoir plus

Documents d'archive

- Images
- Correspondances
- Entretiens



MAQUETTE



BARRE D'OUTILS

(Noms des entrées provisoires)

## **MENU DE GAUCHE**

### **Accueil**

### **Maquette**

- Exploration de la maquette  
(Entrées à définir par A-BIME)
- Aide

### **Visite Guidée**

- Présentation
- Chapitres
  - I. Contexte
    - Le Corbusier
    - Histoire et évolution de l'immeuble
  - II. L'immeuble
    - Les façades
    - Le système Dom-INO
    - Le plan inversé
  - III. L'appartement-atelier
    - Atmosphère
    - Panoramique et subdivision
    - Correspondances

(Noms des entrées provisoires)

- IV. L'entrée
  - Atmosphère
  - Polychromie
  - Chambre de bonne
  - Visite libre
  
- V. L'atelier
  - Atmosphère
  - Corbu, l'artiste
  - Corbu, l'écrivain
  - Visite libre
  
- VI. Le salon
  - Atmosphère
  - Le mobilier mobile
  - Visite libre
  
- VII. La salle à manger
  - Atmosphère
  - Les aménagements
  - Visite libre
  
- VIII. La cuisine
  - Atmosphère
  - Fonctionnalité et modernité
  - Visite libre

(Noms des entrées provisoires)



- VIII. La cuisine
  - Atmosphère
  - Fonctionnalité et modernité
  - Visite libre
  
- XIX. La chambre privée

---

  - Atmosphère
  - Mobilier intégré
  - Hygiénisme et modernité
  - Visite libre
  
- X. L'étage
  - Atmosphère
  - L'escalier
  - La chambre d'amis
  - Visite libre
  
- XI. Le toit-jardin
  - Atmosphère
  - Fonctionnalités
  - Aménagements et modernité
  - Visite libre
  
- Aide

**Mentions légales**

(Noms des entrées provisoires)



# DISPOSITION DU CONTENU

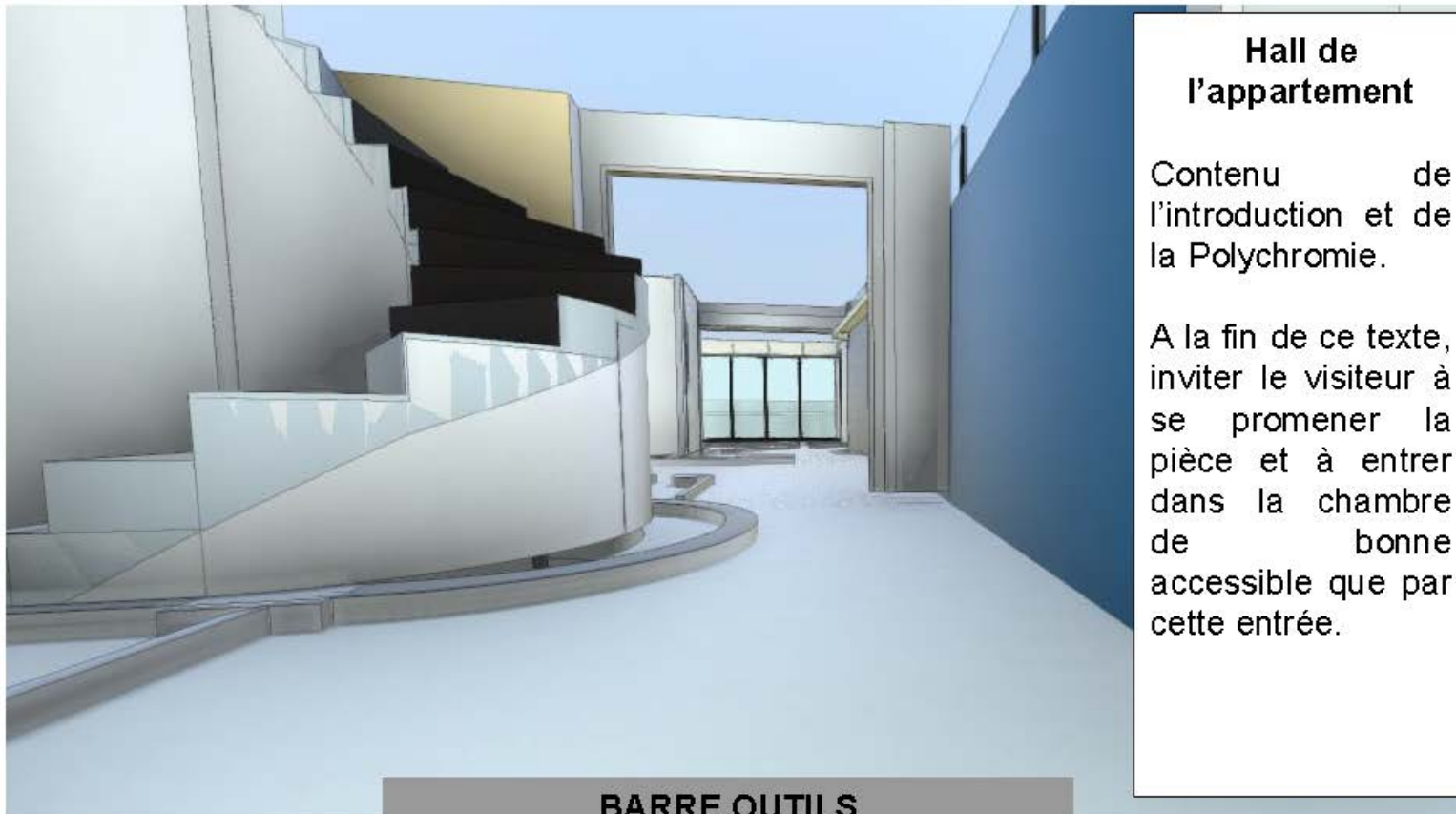


# Première strate de médiation - introduction

Lorsque le visiteur entre dans l'une des pièces, directement, un contenu de médiation textuel apparaît sur la partie gauche de la maquette. Dans cette première strate de médiation, on évoque l'utilité de la pièce et son thème principal.

→ Ex: La chambre privée, où les influences de Le Corbusier et les meubles intégrés sont évoqués dans le panneau explicatif.

Après, cette médiation qui est "imposée", le visiteur peut se déplacer dans l'espace de la pièce.



## Hall de l'appartement


Contenu de l'introduction et de la Polychromie.

A la fin de ce texte, inviter le visiteur à se promener la pièce et à entrer dans la chambre de bonne accessible que par cette entrée.

BARRE OUTILS

## Deuxième strate - contenus supplémentaires

Lors de ses déplacements, le visiteur pourra accéder à des informations et des contenus différents et complémentaires, lui permettant entre autres d'approfondir les connaissances sur les thèmes abordés par le biais d'archives photographiques, audio, et archives documentaires.

Pour lancer ce processus, l'utilisateur de la maquette devra cliquer sur un symbole de type: . Ce symbole sera placé sur la surface ou l'objet auquel il apporte des connaissances.

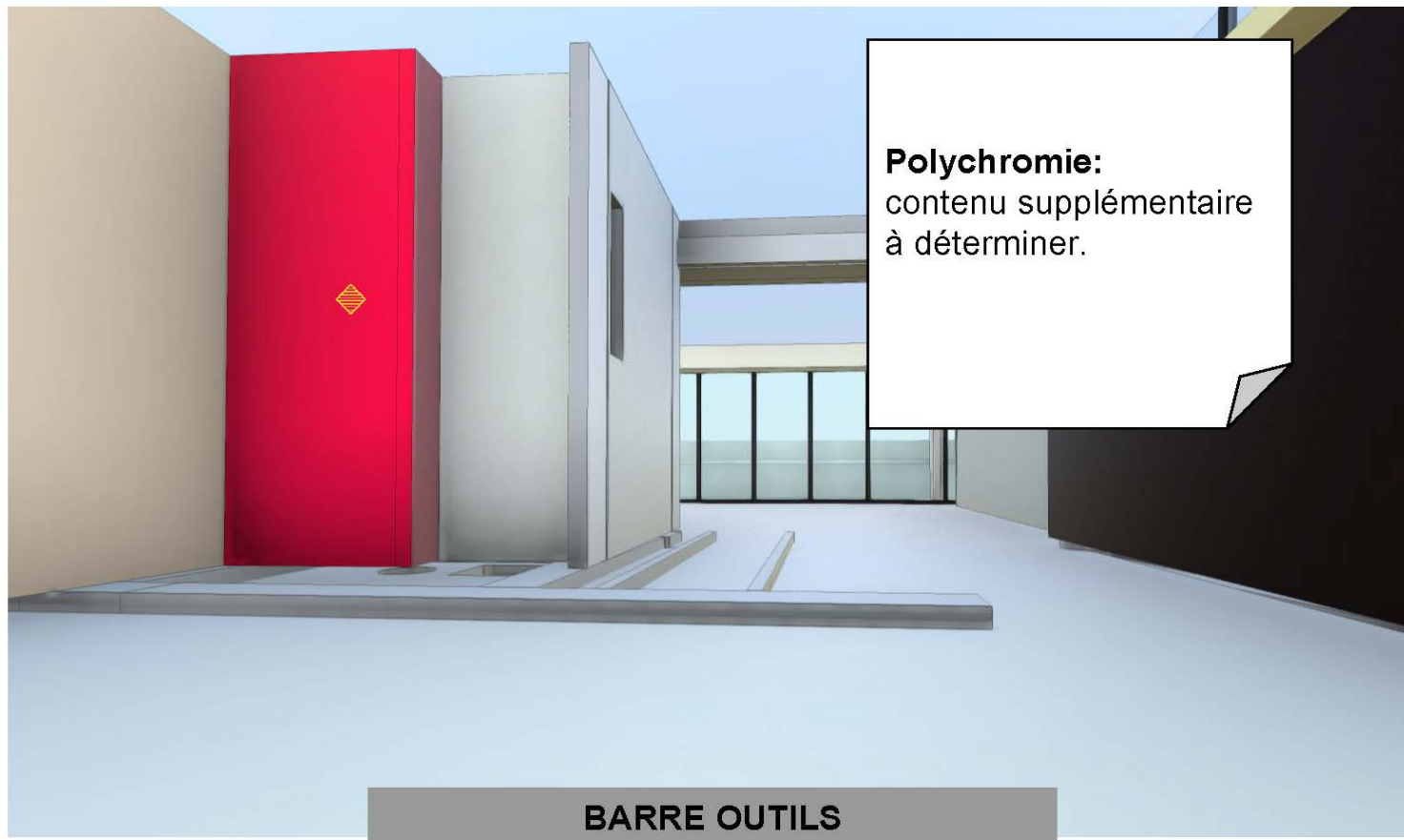
→ Ex: les objets à réaction poétiques.


Dans une même pièce, si on le souhaite, il pourrait s'y trouver plusieurs symboles et donc plusieurs contenus supplémentaires.

## Logo et emplacement



Après avoir cliqué et apparition contenu supplémentaire





# VISUELS PROPOSÉS

Collectif la Fourmi + A-BIME + FLC









Fondation Le Corbusier

www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysName=home&sysLanguage=fr-fr&sysInfos=1

**FONDATION LE CORBUSIER**

FONDATION ACTUALITÉ PUBLICATIONS ŒUVRE BIOGRAPHIE ARCHIVES INFOS PRATIQUES MECENAT APPARTEMENT ATELIER / MAQUETTE NUMÉRIQUE

rechercher...

### L'entrée polychromique

Navigation icons: Map, Speaker, Directional arrows, Volume (+/-), Question mark, Home, Refresh.

Fondation Le Corbusier

www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysName=home&sysLanguage=fr-fr&sysInfos=1

**FONDATION LE CORBUSIER**

FONDATION ACTUALITÉ PUBLICATIONS **OEUVRE** BIOGRAPHIE ARCHIVES INFOS PRATIQUES MECENAT APPARTEMENT ATELIER / MAQUETTE NUMÉRIQUE

rechercher...



Cliquez sur des éléments pour afficher les informations.  
Click on elements to display informations.

Navigation icons: Home, Search, Volume, Navigation (Up, Down, Left, Right), Zoom (+, -), Help (?), Full Screen, Exit Full Screen.

The image shows a 3D architectural model of a building, likely a residential or institutional structure, rendered in a semi-transparent blue and grey style. A white mouse cursor is hovering over a specific element of the model. A semi-transparent black box with white text is overlaid on the model, providing instructions in both French and English: 'Cliquez sur des éléments pour afficher les informations.' and 'Click on elements to display informations.'. Below the model, there is a dark grey navigation bar containing several white icons: a home icon, a search icon, a speaker icon, a set of four directional arrows (up, down, left, right), a plus and minus sign for zooming, a question mark, a full-screen icon, and an exit full-screen icon.

# Prochaines étapes

- 1) Définition des entrées
- 2) Choix du contenu
  - a) Textes
  - b) Correspondances
  - c) Images
  - d) Vidéos
  - e) Audio
  - f) ....
- 3) Définition d'un guide d'utilisation

### 03. Médiation culturelle autour de la maquette numérique : enrichissement du contenu

- Établissement d'un contenu et d'un scénario
- Proposition visuel /contenu



Contenu de médiation

## Quelques chiffres

- 10 textes principaux subdivisés en 10 chapitres
- 24 points complémentaires
- 15 extraits de correspondances
- 17 entretiens audios
- 2 entretiens vidéos
- 5 séquences vidéos par Le Corbusier
- 10+ dessins/croquis
- 35+ photos

## Légende



Dans cette présentation, ce symbole indique un point complémentaire que les publics pourront sélectionner afin d'avoir des informations supplémentaires. Le symbole est indicatif, sa forme sera choisie par le Bureau d'Études.



# I. Le contexte : texte de médiation

L'immeuble locatif à la porte Molitor est conçu entre 1931 et 1934 par ✨ **Le Corbusier** et Pierre Jeanneret, son cousin et associé. Cet immeuble de location se situe au 24 rue Nungesser et Coli, (ce qui lui donne son nom de "24NC") face au stade Jean Bouin, à la frontière du 16<sup>ème</sup> arrondissement de Paris et de la ville de Boulogne-Billancourt. La situation contraindra les deux architectes à respecter les règles d'urbanisme à la fois parisiennes et boulonnaises.

Le projet est mené dans le cadre d'une opération privée pour le compte de la Société Immobilière Paris-Parc des Princes. Dès le départ, Le Corbusier réserve les deux derniers étages pour son futur appartement-atelier.

S'élevant sur huit étages, le projet marque des nouvelles ambitions et un tournant vers les projets à grande échelle parisiens. « *Nous allons vers les vraies réalisations !* » écrit Le Corbusier à sa mère. Assimilable à un manifeste architectural, l'immeuble 24NC présente les théories du ✨ **système Dom-ino**, des ✨ **cinq points d'une architecture moderne** et des ✨ **conditions de la Ville Radieuse**.

Hérité par la ✨ **Fondation Le Corbusier** en 1968, l'appartement a été classé Monument Historique en 1972, et les façades et les toitures à l'Inventaire Supplémentaire des Monuments Historiques de 1990. Il a été classé en totalité en 2017. Depuis le 17 juillet 2016, une partie de l'œuvre architecturale de Le Corbusier et Pierre Jeanneret regroupant 17 œuvres est inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO. L'immeuble 24NC figure parmi ces sites.



Plaquette de promotion, vers 1932 © FLC/ADAGP.

**La plaquette de promotion de l'immeuble 24NC met en avant la modernité de ses équipements et aménagements, tels que « l'insonorité des planchers et cloisons, chauffage central à mazout par système de brûleur automatique, radiateurs dans toutes les pièces, eau chaude toute l'année alimentant baignoires, bidets, lavabos, cuisines et chambres de bonnes, ascenseur, buanderie et séchoir, grand garage ».**

# I. Le contexte : biographie de Le Corbusier

## ✪ Le Corbusier

Artiste, écrivain et urbaniste, Le Corbusier est d'abord reconnu comme l'initiateur du modernisme architectural du XXe siècle. Né Charles-Edouard Jeanneret en 1887 en Suisse, dans la ville de La Chaux-de-Fonds, il adoptera son pseudonyme en 1920, à Paris. Son père, Georges-Edouard Jeanneret, était graveur et émailleur de montres, tandis que sa mère, Marie-Charlotte-Amélie Jeanneret-Perret, était musicienne. À l'âge de 13 ans, Charles-Edouard intègre l'École d'Art de sa ville où il rencontre le professeur Charles L'Eplattenier qui le dirige vers l'architecture.

À Paris, il s'installe rue Jacob en 1917, dans le 6ème arrondissement, avant de déménager au 24NC en 1934. Dans les années 20, il ouvre avec son cousin Pierre Jeanneret un cabinet d'architecture situé au 35 rue de Sèvres.

Entre 1905 et 1965, Le Corbusier réalise environ soixante-dix bâtiments à travers le monde.



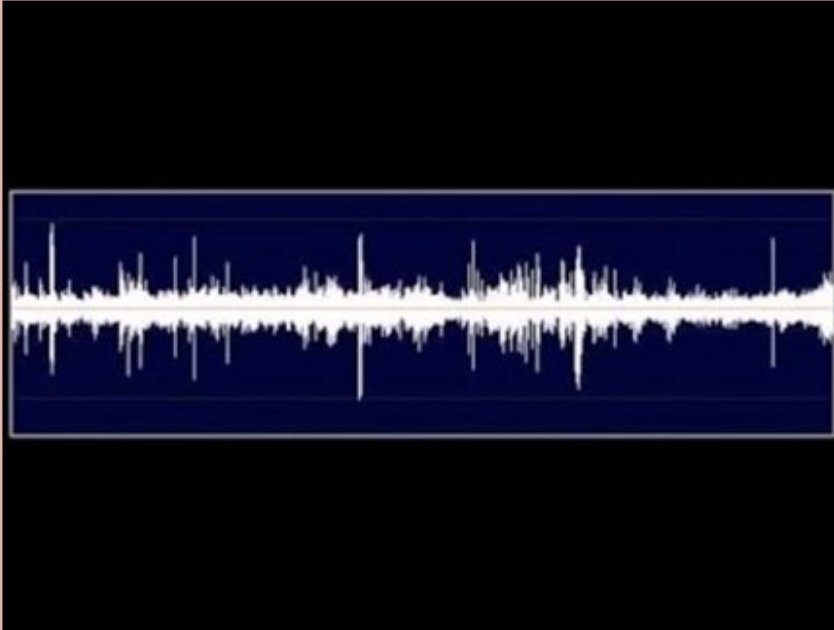
Charles-Édouard Jeanneret (à gauche) avec son frère Albert et ses parents Georges-Édouard et Marie-Charlotte-Amélie Jeanneret, 1889 © FLC/ADAGP.

Dès sa jeunesse, Le Corbusier souhaite se tourner vers la peinture, mais son professeur Charles L'Eplattenier l'en dissuade et l'initie à l'architecture.

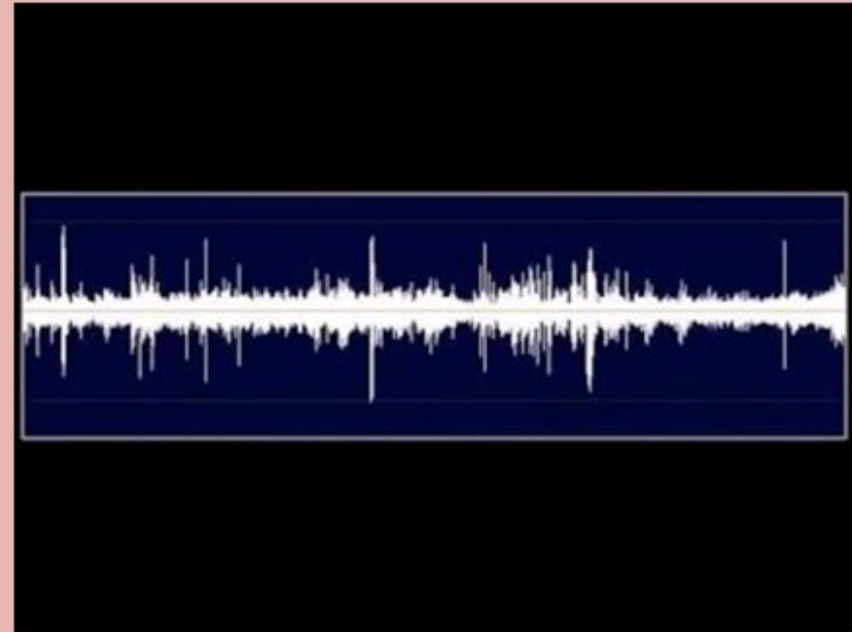
*« J'étais né pour regarder, toute ma vie, des images et pour en dessiner. Cela pouvait me conduire à la peinture. L'un de mes maîtres (un maître remarquable) voulut faire de moi un architecte. J'avais horreur de l'architecture et des architectes. [...] À l'un des virages était la peinture !!!... - Non, jamais, me dit L'Eplattenier ! Tu n'as aucune disposition pour la peinture ! Il était peintre lui-même. J'avais seize ans, j'acceptais le verdict et j'obéis ; je m'engageais dans l'architecture ».*

Le Corbusier, in *Le Corbusier, œuvres plastiques* (catalogue d'exposition), Musée National d'Art Moderne, Paris, 1953, p.7.

## I. Le contexte : entretiens audio



Le Corbusier, *Le pseudonyme*, extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.



Le Corbusier, *L'architecte sans diplôme*, extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.

# I. Le contexte

## 🏠 Le système Dom-ino

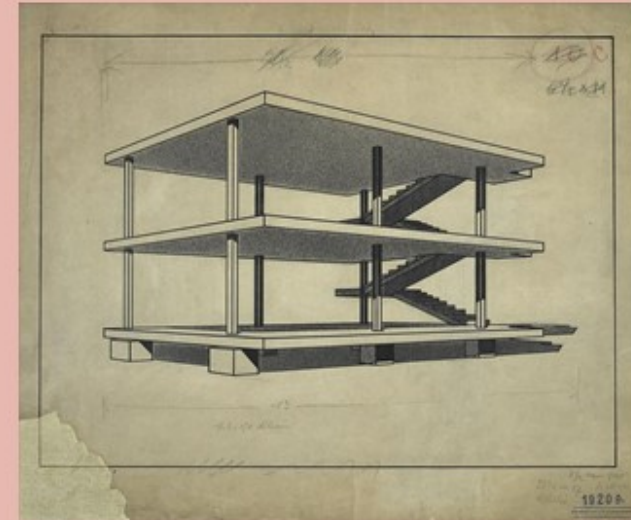
Dès 1914, Le Corbusier met au point ce nouveau procédé de construction industrielle par éléments modulaires. Le terme Dom-ino est la contraction du mot latin *domus* - la maison - et du mot *innovation*. Composé de trois dalles, six poteaux et un escalier, chaque module est combinable afin de réaliser des maisons ou de grands édifices. Le système Dom-ino supprime les murs porteurs, ce qui a des conséquences sur tout le bâtiment.

## 🏠 Les cinq points d'une architecture nouvelle

À partir du système Dom-ino, Le Corbusier élabore progressivement un nouveau langage architectural, les « *Cinq points d'une architecture nouvelle* » :

- (1) Le **plan libre** s'affranchit des murs porteurs: l'espace intérieur peut être aménagé à la convenance des habitants, sans contrainte de structure;
- (2) La **façade libre** n'est qu'une enveloppe autour du bâtiment et n'a plus de fonction de support. Libérée des éléments architecturaux structurels, la façade est plus épurée;
- (3) Les **fenêtres en longueur** se déroulent autour de l'immeuble, apportant plus de lumière dans les pièces ;
- (4) Les **pilotis** soutiennent le poids des dalles, élevant le bâtiment en l'air ;
- (5) Le **toit-jardin** remplace la toiture et devient un espace de vie privilégié où profiter du soleil et de la nature. Il maintient une température stable à l'intérieur.

Le Corbusier les applique pour la première fois en 1923 dans les maisons La Roche et Jeanneret. Formalisées en 1927, ses recherches trouvent leur aboutissement dans la construction de la Villa Savoye en 1929. Ce langage architectural est aussi utilisé pour l'immeuble 24NC.

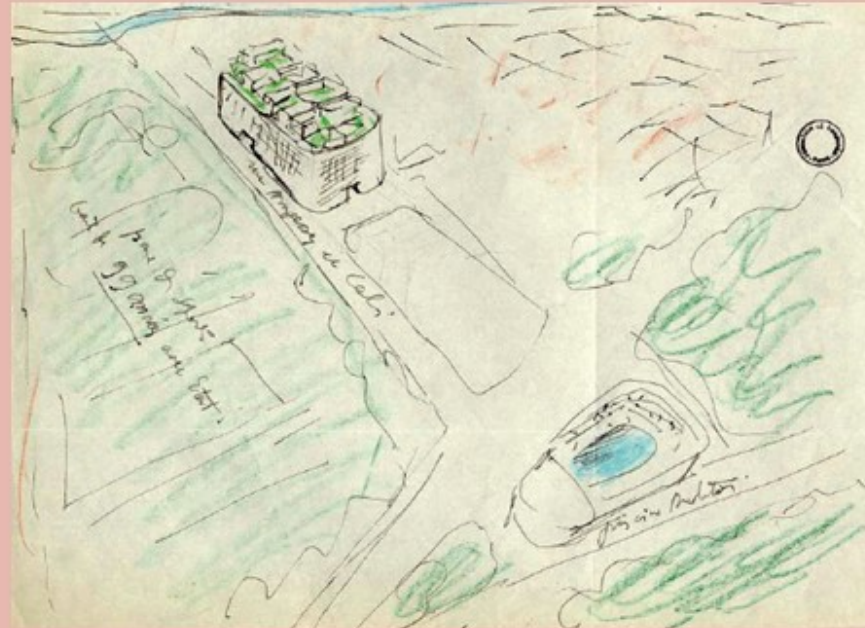


Le Corbusier, *Maison Dom-ino*, sans lieu, 1914 © FLC/ADAGP.

# I. Le contexte

## ✦ Vers la Ville Radieuse

« Le ciel, les arbres, l'acier et le ciment, et cela dans cet ordre et cette hiérarchie » sont les éléments dont Le Corbusier se sert pour son architecture. L'immeuble 24NC est un symbole de l'habitat utopique et des « joies essentielles », au sens de l'architecte. En effet, le terrain présente les conditions de la « Ville Radieuse » : la verdure des lots bordant les bois de Boulogne, les collines à l'horizon de Saint-Cloud et de Suresnes, ainsi que la proximité des centres de loisirs et sportifs, tels que le stade Jean-Bouin ou la piscine Molitor.



Le Corbusier, Immeuble villas, îlot Nungesser et Coli/Tourelle (FLC-H2-7-141) © FLC/ADAGP.

# I. Le contexte

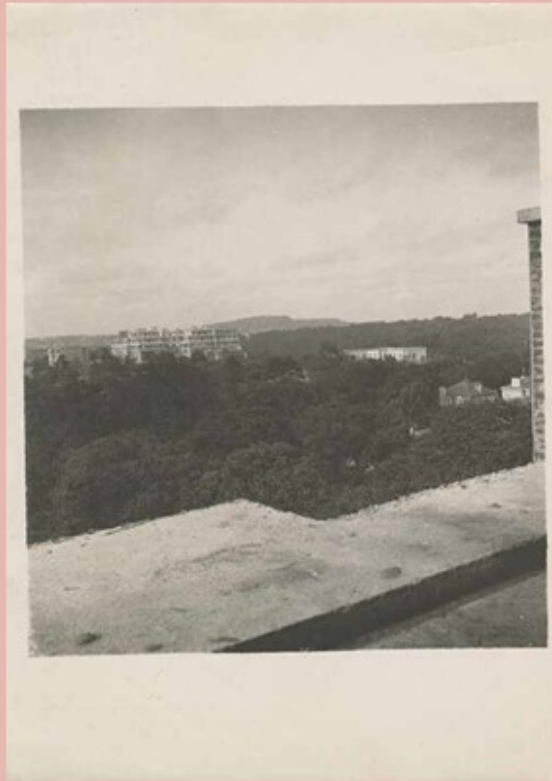


Photo du quartier © FLC/ADAGP.

# I. Le contexte

## ✪ La fondation Le Corbusier

Dès 1949, Le Corbusier réfléchit à une Fondation pour que son oeuvre et ses archives ne soient pas dispersées après sa mort. Créée en 1968, la Fondation possède les maisons La Roche-Jeanneret et l'appartement-atelier dans le 16ème arrondissement de Paris, ainsi que la villa parentale à Corseaux, sur le lac Léman, en Suisse. Légataire universelle du droit moral de Le Corbusier, la Fondation est reconnue d'utilité publique et a pour mission de conserver et diffuser l'oeuvre de l'architecte.



Sven Markelius, Le Corbusier, Walter Gropius, Ernesto Rogers au Comité des 5 pour diriger l'avant-projet de l'UNESCO, Paris, vers 1950 © Photo UNESCO.

Dans une correspondance, Le Corbusier fait part de son projet de Fondation à son ami et architecte Walter Gropius, architecte et ancien directeur du Bauhaus.

11 mai 1953. CÉJ à Walter Gropius.

« Mon cher Gropius,

*On peut toujours casser sa pipe. Et l'idée m'est venue l'autre jour, en préparant la documentation d'un livre sur mon oeuvre plastique [...]. La seconde idée en question serait de trouver quelqu'un qui crée une Fondation Le Corbusier et qui deviendrait, dès maintenant de mon vivant, propriétaire de choses dont on pourrait faire un inventaire. Il faudrait chercher une modalité utile. Imagine que l'on ne prenne pas cette mesure : le jour de ma disparition, n'importe qui dissipera le contenu de mes tiroirs et de mes armoires. Plus que cela, personne ne se donnera la peine de savoir où sont tant de tableaux [...]. Il y a plus que cela encore. Il y a plus de 40 manuscrits de mes livres qui sont tous classés proprement et qui comportent le manuscrit original et les premières épreuves, etc... En un mot, il y a de quoi s'amuser pour qui voudrait un jour posséder une documentation du demi-siècle 1900-1950. [...] Nous pourrions parler de tout cela à notre prochaine à l'UNESCO.*

*Amicalement à vous,*

*Le Corbusier »*

## II. L'immeuble 24NC : textes de médiation

« *L'architecture, c'est une tournure d'esprit et non un métier* » écrivait Le Corbusier en 1935, un an après l'achèvement de l'immeuble 24NC. Ce dernier compte six appartements et bénéficie d'une double exposition, à l'Est sur Paris et à l'Ouest sur Boulogne. Le contexte du site contraint Le Corbusier à adapter l'immeuble à un double **gabarit** de construction.

La **façade libre** de l'immeuble se caractérise par des lignes droites et épurées, dynamisées par des éléments architecturaux saillants, tels que des bow-windows et des balcons. L'ossature métallique peinte en noir et la superficie vitrée rompent avec la façade en pierre de taille de tradition parisienne. Le Corbusier utilise trois types de verre : du verre armé, de la brique de verre et de la glace claire. De ce fait, les façades légères se distinguent de celles plus massives des immeubles voisins. L'utilisation de ces matériaux fait du 24NC le premier immeuble d'habitation de verre de l'histoire de l'architecture.

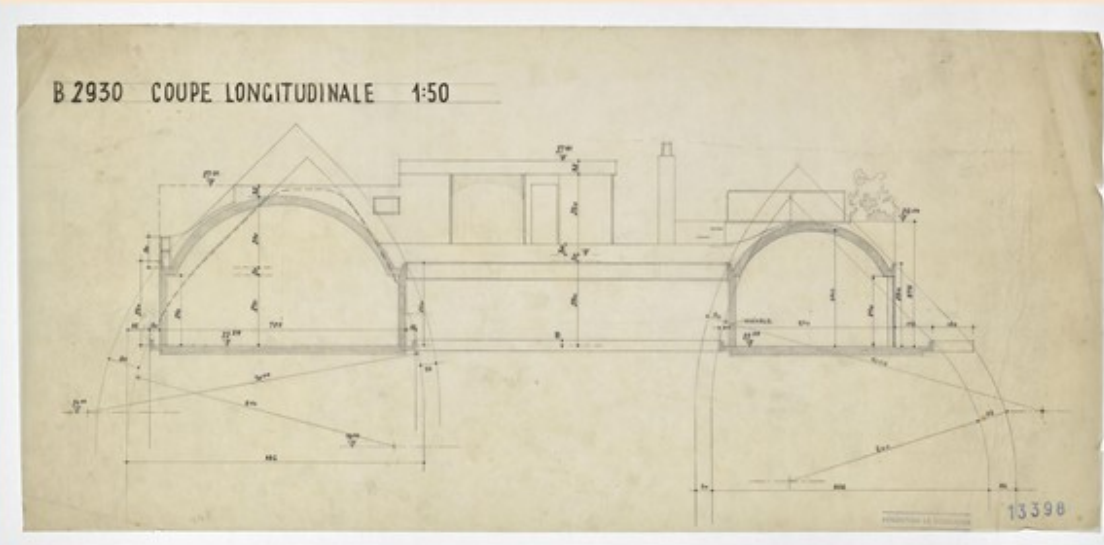
Le Corbusier se sert du **plan libre** pour séduire les futurs locataires et acheteurs, lesquels pourront aménager les logements à leur convenance. La brochure publicitaire promet : « *La grandeur de l'appartement de même que le nombre de pièces peuvent être modifiés selon le désir du preneur. Possibilités d'aménagement intérieur des appartements au gré des preneurs* ».



## II. L'immeuble 24NC : textes de médiation

### ✦ Le gabarit

L'immeuble 24NC est soumis aux règles d'urbanisme à la fois de Paris, pour la façade Est, et de Boulogne, pour la façade Ouest. Parmi ces règles figure le gabarit qui désigne les limites de la hauteur sur rue et du couronnement des combles du bâtiment. Or, dans le projet de l'immeuble, Le Corbusier installe son appartement-atelier au septième et au huitième étage, risquant de dépasser ces limites. Pour détourner cette contrainte, les voûtes de l'appartement-atelier sont en retrait et s'inscrivent dans deux arcs différents, selon l'exposition à l'une ou l'autre ville. Des deux rues, l'immeuble 24NC paraît s'élever sur six étages, respectant ainsi les gabarits.



Le Corbusier, *Plans des voûtes de l'appartement-atelier*, 193?.  
À droite, la façade sur Boulogne et, à gauche, la façade sur Paris © FLC/ADAGP.

## II. L'immeuble 24 NC : textes de médiation

### ✧ La façade libre et les fenêtres en longueur

L'un de cinq points de l'architecture moderne est la façade libre. Celle-ci constitue une enveloppe indépendante de la structure. Grâce au système Dom-ino, la façade n'a plus de fonction porteuse. Désormais « les fenêtres, sans être interrompues, peuvent courir d'un bord à l'autre de la façade », écrit Le Corbusier. Il s'agit là des fenêtres en longueur.

**Impressionné durant son voyage à New York, Le Corbusier décrit les façades new-yorkaises à sa femme Yvonne, en les comparant avec celles de l'immeuble 24NC**

New York, 19 février 1947

« Petit Von,

*Je pense intensément à toi ce soir. Il est huit heures. J'irai dîner tout à l'heure. Je rentre du travail. Nous avons commencé cette semaine les dessins de la cité Mondiale. J'y suis matin et après-midi. Tout va au mieux. Chacun y met de l'enthousiasme. On ne dessine que du Corbu, sans une discussion et avec plaisir. Ce sera une oeuvre formidable. Dis-toi que la rue Nungesser a 12 mètres de large de façade et 20 mètres de haut. Ici 465 mètres de large, 150 mètres de profond et 200 mètres ou davantage de haut. [...]*

*Petit Von, amitiés à tout le monde, et je t'embrasse bien bien tendrement.  
Je rêvais à toi l'autre nuit.*

*Ton Dou »*

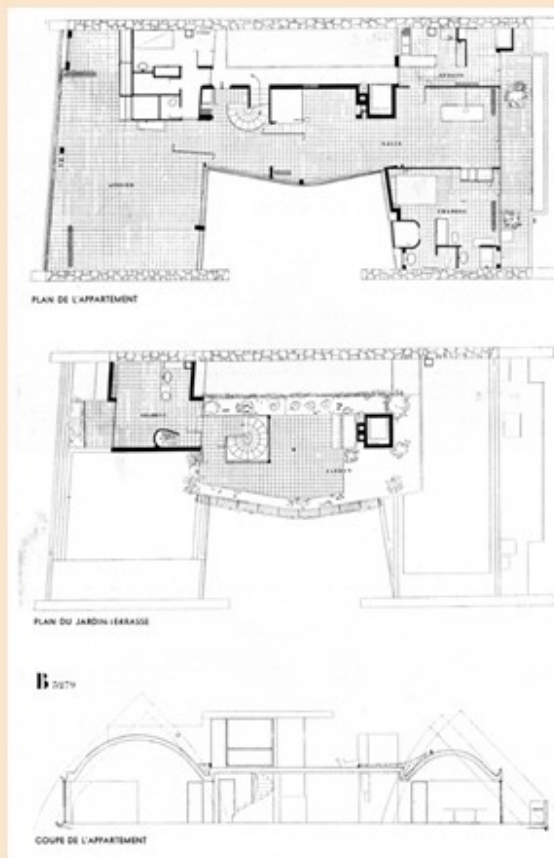


Façade de l'immeuble 24NC © Photos d'Albin Salaün.

## II. L'immeuble 24NC : textes de médiation

### ✪ Le plan libre

Le plan libre se développe aussi grâce au système Dom-Ino, qui supprime les murs porteurs. Cela offre de multiples possibilités pour l'agencement intérieur, et la distribution de chaque niveau est désormais indépendante.

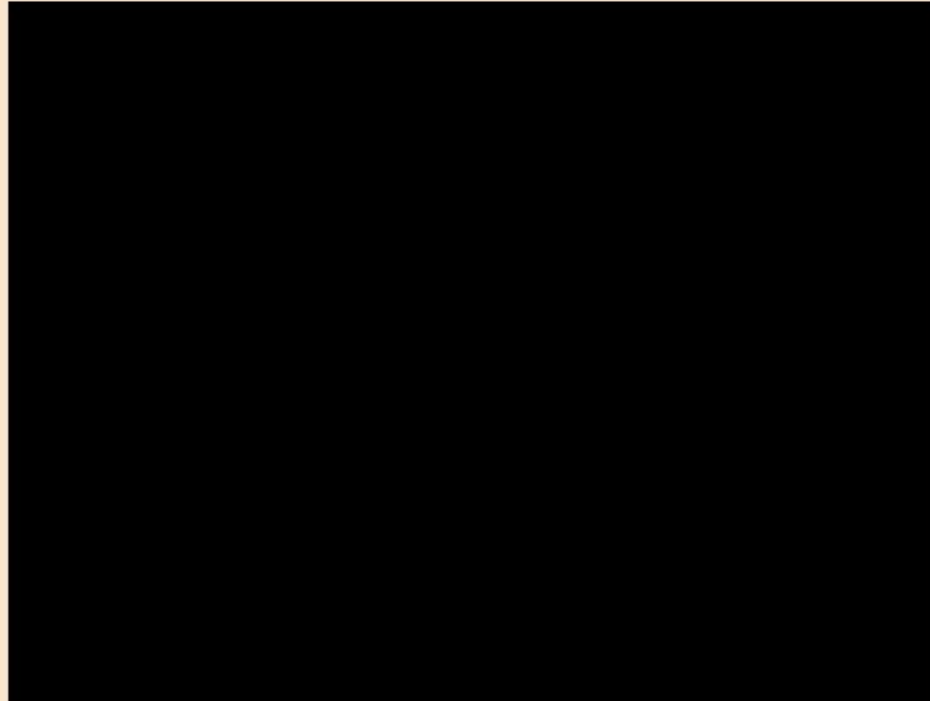


Plans de l'appartement-atelier © FLC/ADAGP.



Entrée de l'immeuble 24NC, face au stade Jean-Bouin © Albin Salaün.

## II. L'immeuble 24NC : audiovisuel



*Le Corbusier s'exprime sur la ville radieuse, en extrait du film Les bâtisseurs, 1938 © Film de Jean Epstein.*

### III. L'appartement-atelier : textes de médiation

A partir de 1917, Le Corbusier vit au 20, rue Jacob, dans le 6<sup>ème</sup> arrondissement de Paris. Dès le début du projet de l'immeuble 24NC, les conditions de Ville Radieuse le convainquent de s'y installer. Avec sa femme ✨ **Yvonne Gallis**, le couple s'y installe en 1934. Dans un contexte de réurbanisation de la banlieue, l'Ouest parisien est encore peu peuplé. Yvonne regrettera au début de leur installation le dynamisme de Saint-Germain-des-Prés.

Le logement est situé aux deux derniers étages, accessible du sixième étage par un escalier. Pour la première fois dans l'histoire, Le Corbusier expérimente un plan traversant sur deux niveaux. Son appartement-atelier est le seul ainsi organisé dans l'immeuble. Sur 240 mètres carrés, il profite de la double exposition: l'espace est inondé de lumière, du sol à la couverture voûtée.

L'appartement est pour Le Corbusier ✨ **un lieu de vie**, mais aussi le lieu de ses recherches artistiques. Pour cette raison, le vestibule d'entrée est le point de jonction de « *deux espaces reliés par une communication avec au centre un point de rencontre* ».

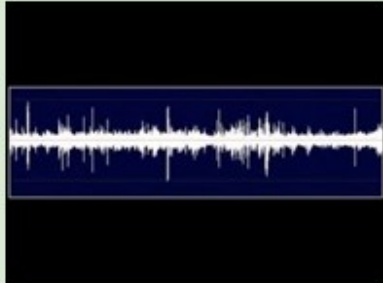
En 2014, la Fondation Le Corbusier charge l'architecte en chef des Monuments Historiques, François Chatillon, de la restauration de l'appartement-atelier. L'état restauré montre l'appartement tel qu'il était en 1965, plus de 30 ans après l'installation du couple.

### III. L'Appartement-atelier : séquence vidéo

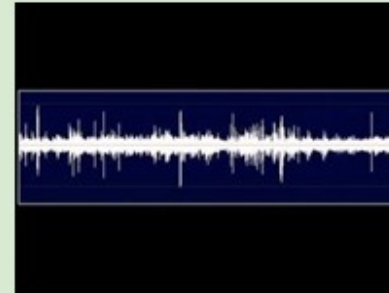


*Le couloir d'entrée à l'appartement-atelier, extrait du film de Le Corbusier, 1937 © FLC/ADAGP.*

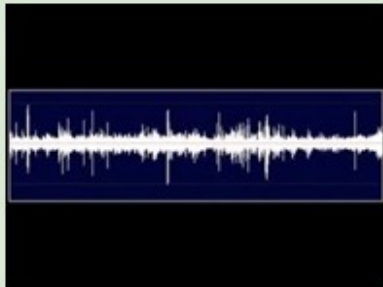
### III. L'Appartement-atelier : entretiens audio



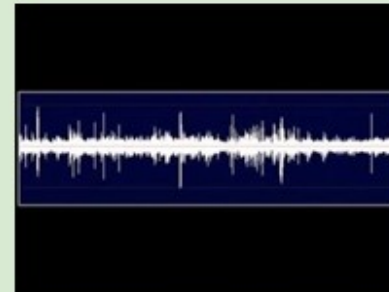
Le Corbusier, *Les proportions*, extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.



Le Corbusier, *Les portes pivotantes*, extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.



Le Corbusier, *Le sol*, extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.



Le Corbusier, *Largeur et hauteur*, extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.

### III. L'appartement-atelier : points complémentaires

#### Yvonne Gallis (1892-1955)

Yvonne Gallis travaille à la maison de couture Jove comme mannequin. En 1918, cette maison devient aussi une galerie d'exposition pour Le Corbusier et Amédée Ozenfant. Les futurs conjoints se rencontrent à cette occasion. En 1922, le couple s'installe à l'appartement rue Jacob, à Saint-Germain-des-Prés. Ils se marieront en 1930 et n'auront pas d'enfants.

**Yvonne est une muse pour Le Corbusier, ainsi qu'un modèle privilégié. Son mari lui vouera beaucoup d'attentions, comme en témoignent ses correspondances privées.**

Lettre à William Ritter

18 mars 1924

« À ma petite amie, je ne parle jamais que de ses beaux yeux et sa magnifique parole monégasque. Cela dure depuis 3 ans. Je ne parle de rien à personne, mais je travaille beaucoup ».

**Yvonne et Le Corbusier racontent à la mère de l'architecte leur installation.**

28 mai 1934. CÉJ à la mère.

« Ma chère petite maman.

*Un mot pour te dire bonjour ainsi qu'aux amis Dubois.*

*Le ciel est radieux et nous vivons depuis quinze jours dans des nouvelles conditions miraculeuses : un logis qui est céleste, car tout y est ciel et lumière, espace et simplicité.*

*Yvonne après avoir renâclé par principe a fait comme les chattes : elle s'est tournée et retournée dans sa nouvelle boîte et maintenant elle fait ronron. Ce qui veut dire que balai à la main et à coup d'astiquages incessants elle tient sa maison avec une joie de conquérante. Elle ne le dira pas, car elle est têtue comme un petit âne.*

*Je suis bien content d'elle. Enfin a cessé le cauchemar sombre de la rue Jacob où nous avons vécu empilés, moi dix sept années, elle douze années. Comme je te l'ai toujours dit, Yvonne est la meilleure des gosses. Mais elle a ses idées, ses coutumes. C'est un petit animal très caractérisé et ce n'est pas la peine de vouloir changer sa nature. Pour quoi faire d'ailleurs ? Pour en faire une bourgeoise. Peine inutile ! On n'y arriverait pas et le jeu est sans intérêt. Ce que je peux dire c'est que ses goûts et les miens se complaisent ensemble, concordent tout en étant différents. D'ailleurs nous pratiquons « la liberté des mers », c'est-à-dire qu'on se fiche la paix. L'appartement répond admirablement à cette sagesse. [...]*

*Ed. »*



### III. L'appartement-atelier : points complémentaires



Le Corbusier, *Portrait d'Yvonne Gallis*, vers 1922,  
Crayon graphite, pastel, 45,2x40cm © FLC/ADAGP.

### III. L'appartement-atelier : correspondances privées

✧ Lieu de vie

L'appartement-atelier est d'abord un lieu de vie pour Le Corbusier et sa femme. Les nombreux courriers qu'il adresse à sa mère nous permettent de dresser l'atmosphère du lieu.

11 février 1935. CÉJ à sa mère.

« *Ma petite maman spartiate.*

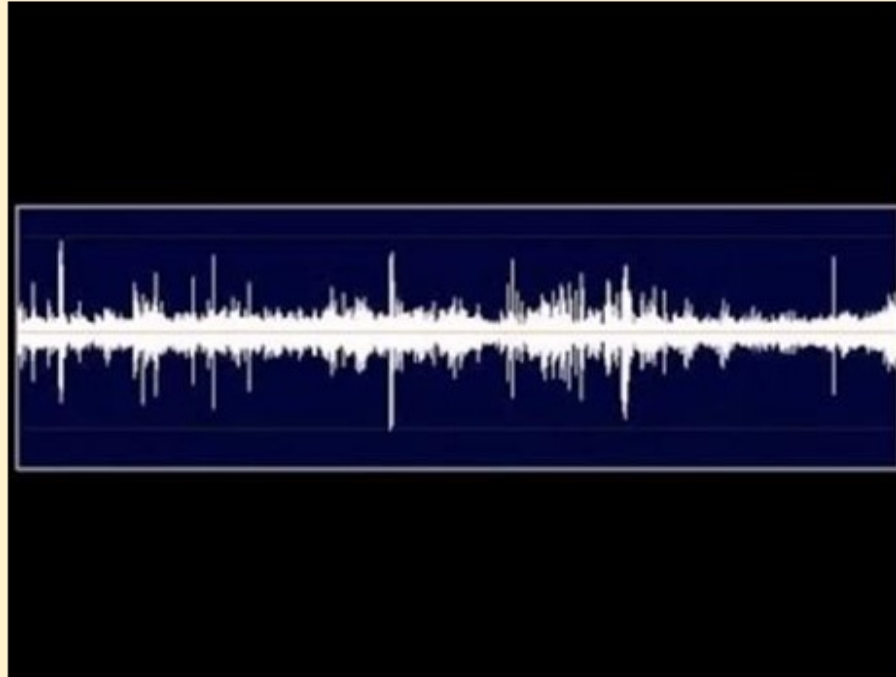
*Je pense à toi pendant cet hiver au froid subitement rigoureux, seule dans ta demeure gaie. Et ton esprit et ton cœur sont occupés de choses qui sont au-dessus du terre-à-terre. Le petit papa est sous son cyprès, un peu loin, mais si présent dans notre vie quotidienne, si souvent là. Il m'arrive assez souvent de rêver à lui, de le croire parfaitement vivant, mais frappé à mort par la maladie. Il faut le réveil pour que je reprenne conscience de la réalité.*

*Cet hiver pour moi a été le premier dans ma vie qui contienne une vie de famille, c'est-à-dire un logis où l'on rentre, où l'on est accueilli, où l'on se sent mollir par le bien-être. Dix-sept années de sévère et rude rue Jacob ! Dans le froid qui s'accumulait mois après mois dans les murs, dans la pénombre et l'obscurité. Ici c'est joie dès le lever, chaleur et splendide lumière. Un logis pratique, petit mais où l'on souffle et circule. Yvonne l'anime, le fait vivre, lui donne vie. Et le soir, au lieu de travailler comme un cheval - pendant dix-sept années - je lis et me couche.*

*D'ailleurs, la journée est si pleine, si tendue, si concentrée ! On dit que je produis prodigieusement. J'ai seulement le sentiment d'être économe de mon temps et de savoir valoriser chaque minute.[...]*

Tes Yv. et Ed. »

## IV. L'entrée : entretien audio



Le Corbusier, *L'escalier*, extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.

## V. L'atelier : texte de médiation

Au 24NC, Le Corbusier installe son atelier et son bureau d'écriture. L'artiste se consacre ici à son travail de ✨peintre, de ✨sculpteur et ✨d'écrivain. Son atelier est également un lieu d' ✨exposition.

L'ambiance lumineuse est due au choix d'un pan de verre texturé opaque, diffusant harmonieusement la lumière, essentielle pour peindre. Le Corbusier peint souvent le matin, quand la clarté est optimale. Pour modéliser la lumière naturelle, Le Corbusier installe même des panneaux de bois contre le pan de verre de la façade parisienne.

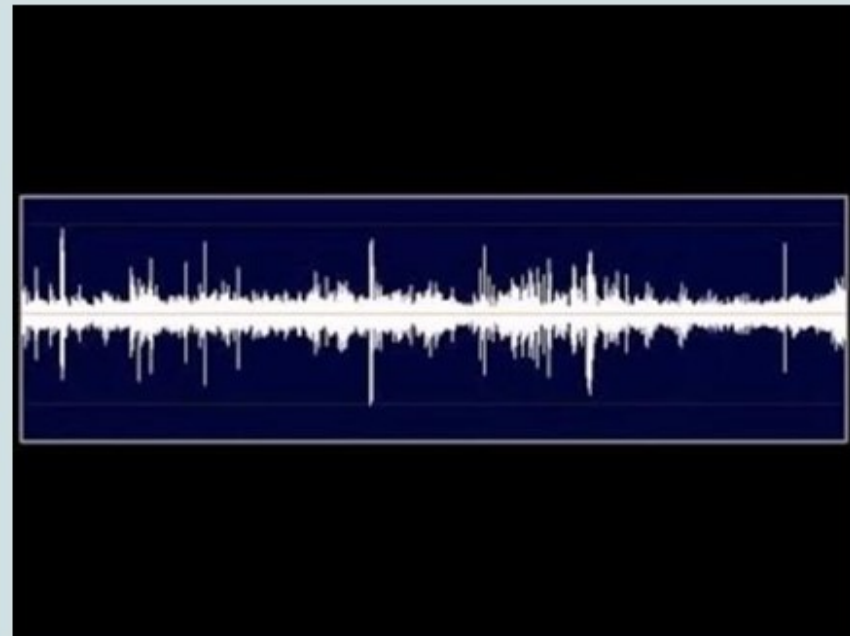
Le Corbusier décide de ne pas couvrir le grand mur en pierre de moellons de l'immeuble adjacent. Devant ce mur se dresse son chevalet d'artiste, sur lequel il montre ses peintures. Il écrit : *« la pierre peut nous parler, elle nous parle par le mur. Près de nous au contact de nos mains, elle est une peau rude et nette. Ce mur est mon ami de tous les jours ».*

Un bac pour laver les pinceaux est installé au sol. Le chien du couple, appelé Pinceau, vient aussi y boire...

## V. L'atelier : séquence vidéo et entretien audio



*L'atelier*, extrait du film de Le Corbusier, 1937 © FLC/ADAGP.



Le Corbusier, *L'atelier*, Extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.

## V. L'atelier : le peintre

### Le peintre

À Paris, Le Corbusier rencontre des artistes tels que Georges Braque et Fernand Léger. Il s'inspire de leurs œuvres, fondant le Mouvement Puriste avec le peintre Amédée Ozenfant durant les années 20. Dans les années 30, la peinture de Le Corbusier évolue dans son atelier du 24NC. Les lignes deviennent de plus en plus complexes et courbées et les couleurs de plus en plus vives. Les sources d'inspiration changent aussi : d'abord, les formes géométriques, comme des bouteilles ; puis les objets à « réaction poétique », tels que des coquillages ; et enfin les animaux, comme des taureaux.

**Pour Le Corbusier, le dessin et la peinture font partie d'une création patiente.**

*« Je pense que si l'on accorde quelque chose à mon oeuvre [...] c'est à ce labeur secret qu'il faut en attribuer la vertu profonde. [...] Le dessin, lui est le témoin. Témoin impartial en moteur des oeuvres du créateur. Témoin aussi d'une terrible bataille : celle de la peinture... Chaque journée de ma vie a été vouée en partie au dessin. Je n'ai jamais cessé de dessiner et de peindre cherchant, où je pouvais les trouver, les secrets de la forme ».*

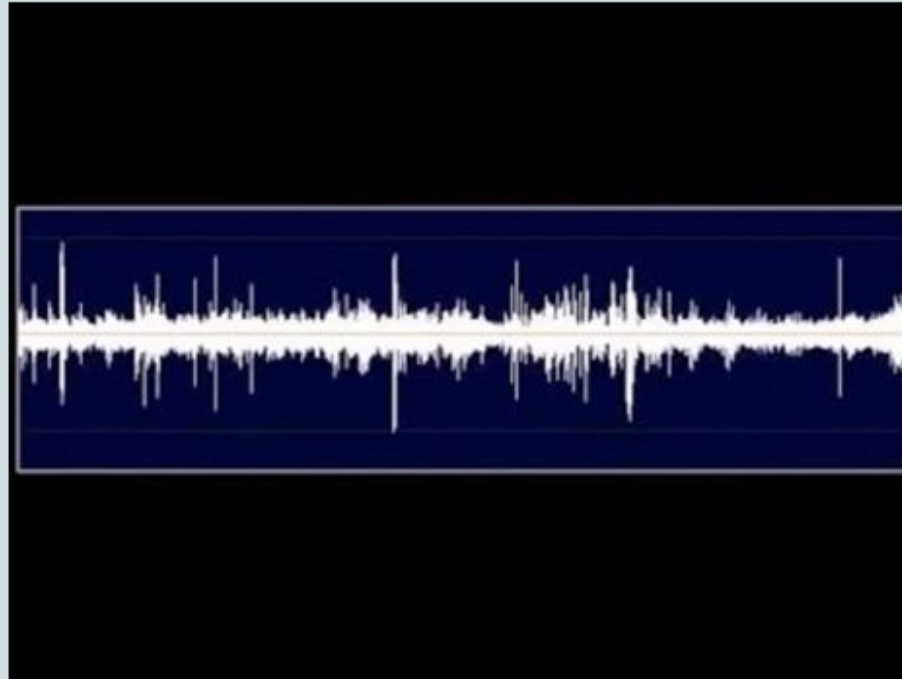
Jean Petit, *Le Corbusier - Dessins*, Paris : éditions Des Deux Mondes, 1955, p. 12.

## V. L'atelier : le peintre



Gauche bas © Photo de Pablo Volta.

## V. L'atelier : le peintre



Le Corbusier, *La peinture*, extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.



## V. L'atelier : le sculpteur

### ✦ Le sculpteur

À partir des années 1940, Le Corbusier réalise les séries des Ozons, des Ubus et des Taureaux, co-signées avec Joseph Savina, un sculpteur breton. Leur mode de production est assez singulier, basé sur des échanges par courrier. Le Corbusier envoie des croquis à Savina qui les réalise. Ce dernier lui retourne ensuite des photos des sculptures. L'architecte lui envoie alors ses annotations, afin de perfectionner l'oeuvre. Le Corbusier reçoit enfin la sculpture pour la peindre.



Le Corbusier dans son atelier © Photo de Joseph Savina.

**Le Corbusier et Joseph Savina travaillent par correspondance. De nombreux courriers relatent leur collaboration.**

*Le 26 juillet 1947*

*« Cher ami Savina,  
[...] Je suis rentré le 12 juillet et j'ai enlevé le voile noir qui depuis Noël couvrait votre statue estropiée par ma polychromie. Et je m'y suis obstiné. [...] Et j'ai essayé une série de couleurs et valeurs aux points litigieux. Et tout à coup, ça a touché le mille. Et cette sculpture que j'essayais vainement jusque là de mettre au soleil sur mon toit, y rayonne désormais, sur fond de ciel et de nuages, de grandeur illimitée. [...]*

*Le Corbusier »*

## V. L'atelier : le sculpteur



Le Corbusier dans son atelier © Photo de Joseph Savina.



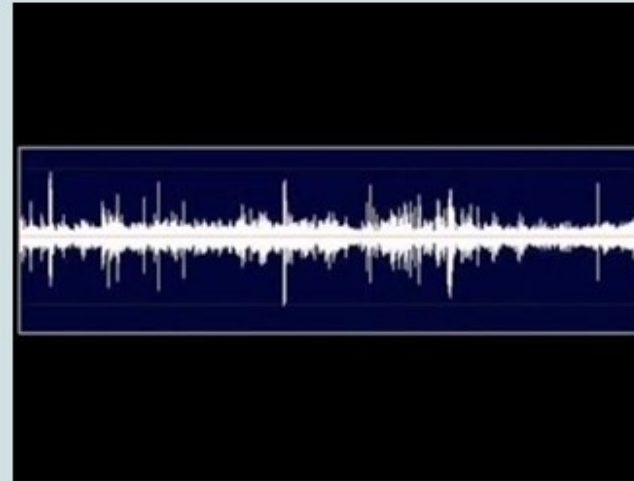
Le Corbusier sur le toit-jardin © Photo de Joseph Savina.

## V. L'atelier : l'écrivain

### ✪ L'écrivain

L'atelier est aussi le lieu de l'écriture grâce au bureau qui s'y trouve. Il s'agit d'un meuble en bois conçu sur mesure avec de nombreuses étagères. C'est le seul endroit de l'atelier où les briques en verre Nevada occupent entièrement le pan de la fenêtre. Ainsi, la lumière peut pénétrer, mais la vue étant dissimulée, Le Corbusier n'est pas déconcentré dans son travail.

Au début des années 50, Le Corbusier écrit et illustre son *Poème de l'Angle Droit*, aujourd'hui présenté dans le hall de l'immeuble 24NC.



Le Corbusier, *Le Poème de l'Angle Droit*, Extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.

**En 1952, Le Corbusier adresse un courriel à Albert Camus pour avoir son avis quant au *Poème de l'Angle Droit*.**

*Le 10 octobre 1952*

*« Mon cher Camus,*

*Sans prétention aucune je me permets de vous remettre une étape de mon *Poème de l'Angle Droit* (texte) pour que vous la mettiez dans un coin, et si par hasard vous avez quelques conseils à me donner concernant des obscurités ou des inexactitudes qui peuvent s'y trouver, mêmes de fautes de syntaxe ou autre, je les recevrai avec plaisir.*

*Amicalement à vous,  
Le Corbusier »*

## V. L'atelier : l'écrivain



Placards © Photo de Peter Willi.



Bureau de Le Corbusier © Photo de Peter Willi.

## V. L'atelier : texte de médiation

### ✪ L'exposition

En 1935, Le Corbusier organise l'exposition « Les arts primitifs dans le maison d'aujourd'hui » avec Louis Carré, spécialisé dans la vente de l'art dit "primitif" et africain. Le galeriste s'était aussi installé au 24NC. Cette exposition originale mêle art primitif, art moderne et architecture.

### Le Corbusier raconte à sa mère l'exposition de 1935.

3 juillet 1935

« Ma chère petite maman.

*L'exposition dans mon appartement a commencé aujourd'hui. T'avais-je tenu au courant ? J'avais prêté mon appartement à Carré, locataire du quatrième ici, et expert en arts africains, américains, etc. pour y faire (ainsi que chez lui) une exposition. Thème : Dans un appartement. L'atelier a été vidé de ses toiles. J'ai tenu à ce qu'il y ait des modernes : une splendide tapisserie de Léger, quatre sculptures de Laurens. J'ai peint sur plâtre en fortes couleurs une statue archaïque grecque : clou de l'expo. Tout l'appartement a grande allure. [...]*

*Toute ma tendresse.*

Edouard et Yvonne »



L'exposition « Les arts primitifs dans le maison d'aujourd'hui », 1935 © Photo de Albin Salaün.

## V. L'atelier : texte de médiation

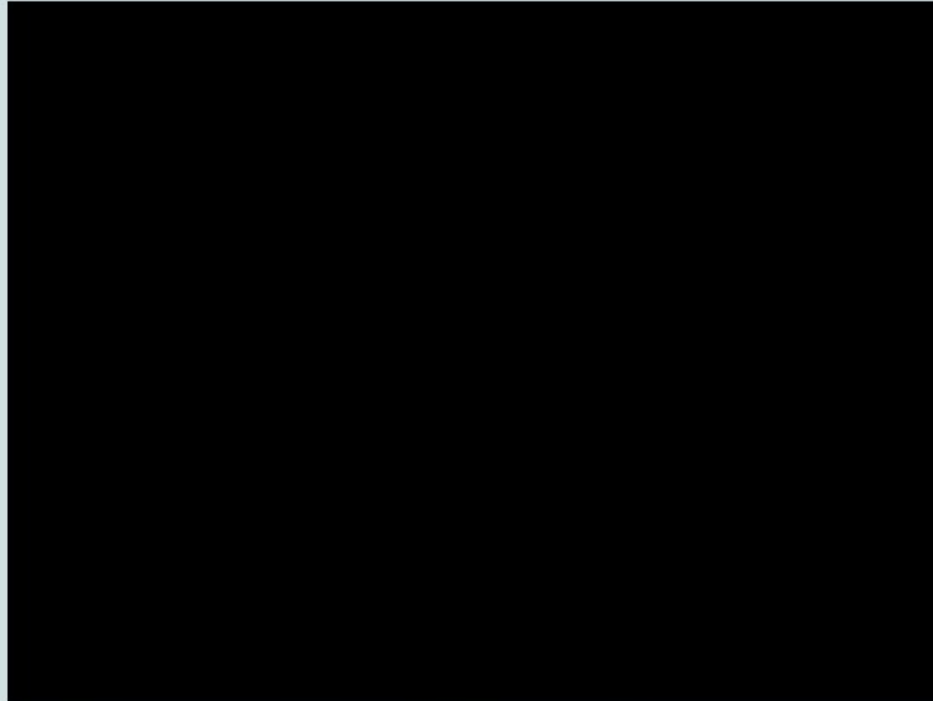


Exposition d'art primitif et africain, 1935 © Photo de Albin Salaün.



Exposition d'art primitif et africain, 1935 © Photo de Albin Salaün.

## V. L'atelier : audiovisuel



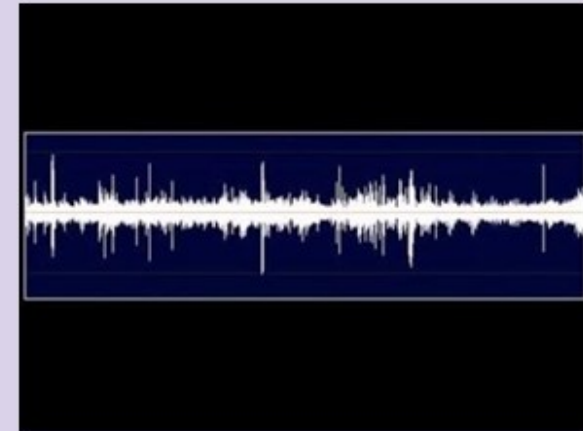
*Le Corbusier, l'architecte du bonheur, 1957 © film de Pierre Kast.*

## VI. Le salon : textes de médiation + entretien

Dans son salon, Le Corbusier installe le mobilier qu'il crée à la même époque, tels qu'un prototype du canapé Grand Confort de 1929. Un imposant caisson qui cache les mécanismes de l'ascenseur réduit la taille de la pièce. C'est pourtant la pièce la plus meublée de cet appartement aménagé très simplement. L'architecte revendique le choix d'un aménagement dépouillé dans un entretien avec le Recteur Mallet : « *Pourquoi regretter la présence de tant de meubles ? Pour quoi faire ? Quand vous êtes dans une maison, vous avez à définir les actes que vous accomplissez, il n'y a pas besoin de tant de choses que cela.* » (1951).

Plusieurs objets sont exposés ici, tels que des coquillages, des branches, des os et d'autres curiosités encore. Ce sont les **objets à réaction poétique**, inspirant la création de Le Corbusier. Yvonne apporte également sa touche au salon en y disposant des fleurs, une touche de féminité selon Le Corbusier.

La **polychromie** murale témoigne des réflexions et des recherches menées par Le Corbusier sur l'usage des couleurs en architecture.



Le Corbusier, *Les fleurs d'Yvonne*, extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.



## VI. Le salon : correspondance + photo

Les Jeanneret viennent de s'installer au 24NC et cherchent à s'appropriier l'espace grâce au mobilier comme par exemple avec le divan. Dans ce courrier, Le Corbusier décrit à sa mère cette phase d'aménagement et d'appropriation.

Le Corbusier à sa mère, 1934

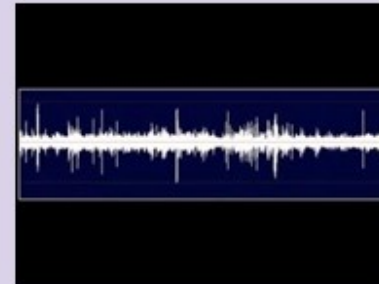
« Ma chère petite maman,

*Grand évènement ce matin : on a monté, non sans combine, le grand divan du coin du feu. Et tout à pris un air pépère, comme chez les gens. Yvonne est ravie. Enfin, nous aussi, nous pouvons offrir le café sur un canapé. Comme quoi il faut acquérir par une longue route ses droits à entrer dans la société bourgeoise. [...]*

Ed.»



Séjour et salle à manger, 1936 © Photo de Albin Salaün.



Le Corbusier, *Le mobilier*, Extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.

## VI. Le salon : photo



Salon © Photo de Peter Willi.

## VI. Le salon : texte + visuel Objets à réaction poétique

### ☒ Objets à réaction poétique (pt sur l'étagère)

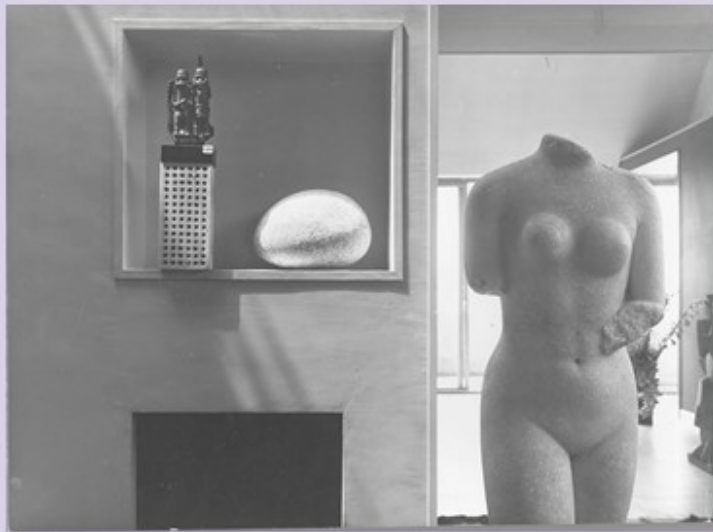
Les objets à réaction poétique sont ramassés, réunis et interprétés par Le Corbusier à partir des années 20. Ils seront source d'inspiration pour ses tableaux. Choisis pour leurs formes, leurs courbures, ils peuvent être de toutes natures et origines. Le Corbusier voit à travers eux et leur banalité une poésie, qu'il évoque ainsi lors d'un entretien : *« Ce sont des outils extraordinaires de méditation physique, de résistance des matériaux, d'harmonie et de beauté des formes »*.



Exemple des objets à réaction poétique autrefois présentés sur les étagères de l'appartement.  
*Un échantillon de ces objets hétéroclites, conservé dans les réserves de la Fondation Le Corbusier.*

Les Objets à réaction poétique de Le Corbusier © Photo de la Fondation Le Corbusier.

## VI. Le salon Objets à réaction poétique



Objets à réaction poétique © Photo de Albin Salaün.



Objets à réaction poétique © Photo de Albin Salaün.

## VI. Le salon - visuels + entretiens audio objets à réaction poétique



Le Corbusier, Extrait d'entretien de Le Corbusier *Ce soir on cambriole*

## VI. Le salon : texte + entretiens audio Polychromie

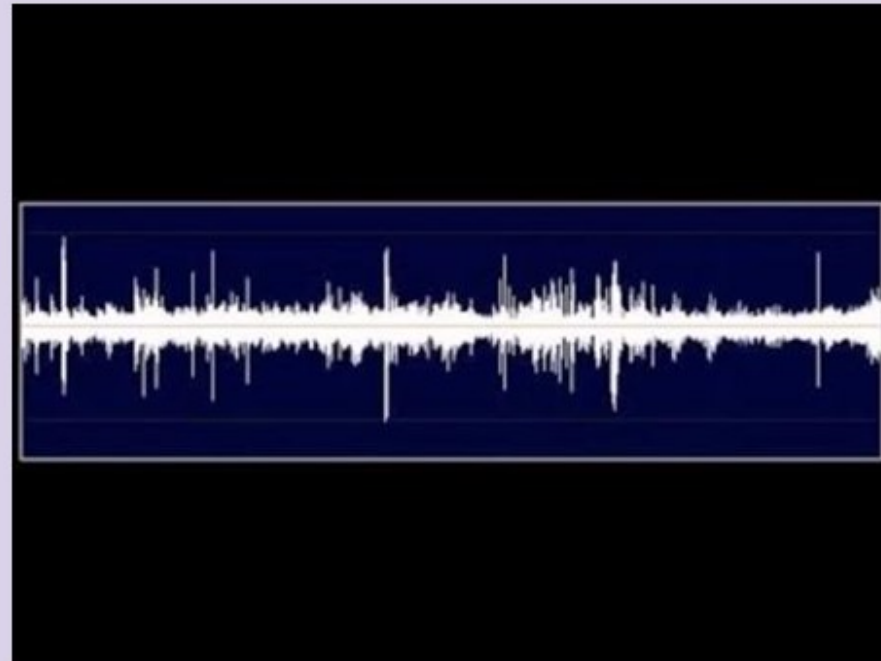
### ✪ Polychromie (pt sur le mur)

Les couleurs des murs renvoient au système de la polychromie architecturale inventé par Le Corbusier. L'architecte crée 43 nuances en 1931, puis 20 en 1959. Elles s'accordent entre elles selon un système précis.

L'emploi de la couleur est pour lui synonyme d'ordre, de mise en valeur des éléments et de repos rétinien. Le Corbusier écrit à ce sujet : « *L'intérieur de la maison doit être blanc, mais pour que le blanc soit appréciable, il faut la présence d'une polychromie bien réglée* ».

L'architecte soutient que la polychromie doit renvoyer à l'état d'âme de l'habitant. Pour son appartement, il décrit le choix des couleurs dans Le Cordonnier est-il mal chaussé ? : « *les murs sont tendus de papiers peints gris et blancs ; les murs en face sont vert printemps et terre de sienne brûlée pure* ».

Le Corbusier modifie les couleurs de ses intérieurs au 24NC, comme en témoignent les études stratigraphiques des murs, réalisées entre 2014 et 2016.



Le Corbusier, *La polychromie*, Extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.

## VI. Le salon : citation + correspondance

LC à sa mère, 1939.

*« Depuis un mois, nous faisons des installations mirobolantes, 24 Nungesser ; lambris de chêne au mur du salon et au plafond. Peinture active et forte, socles de pierre et éclairages savants et savonneux. Yvonne enfin, voit disparaître la caserne, et elle aura quelque chose d'intime et de féminin, quoique solide. C'est évident que cela manquait ».*

## VI. Le salon : séquences vidéos



Le Corbusier, *Le salon*, Extrait du film de Le Corbusier, 1937 © FLC.



## VII. La salle à manger : textes de médiation

La salle à manger est particulièrement lumineuse grâce à la baie vitrée qui court tout le long du mur. La vue s'ouvre sur le bois de Boulogne, et fait en sorte que la pièce à vivre soit éloignée de la vie parisienne. Sur cette baie vitrée, une partie vivement colorée attire le regard, ✎ **le vitrail**.

La salle à manger rappelle l'atelier par son volume imposant, accentué par la parcimonie des meubles et des objets (**Citation**). Dans ce lieu dépouillé, l'art reste présent grâce aux ✎ **tableaux** y sont exposés.

La table de la salle à manger appartient au mobilier fixe conçu par Le Corbusier. Pour celle-ci, il se serait inspiré d'une table mortuaire. La rigole composant le pourtour permet d'évacuer plus facilement les liquides et donc d'en assurer la propreté.

Entre 1934 et 1965, ✎ **l'aménagement de la pièce** va évoluer selon le goût des propriétaires et leurs habitudes. Ils vont ainsi y disposer de nouveaux éléments.

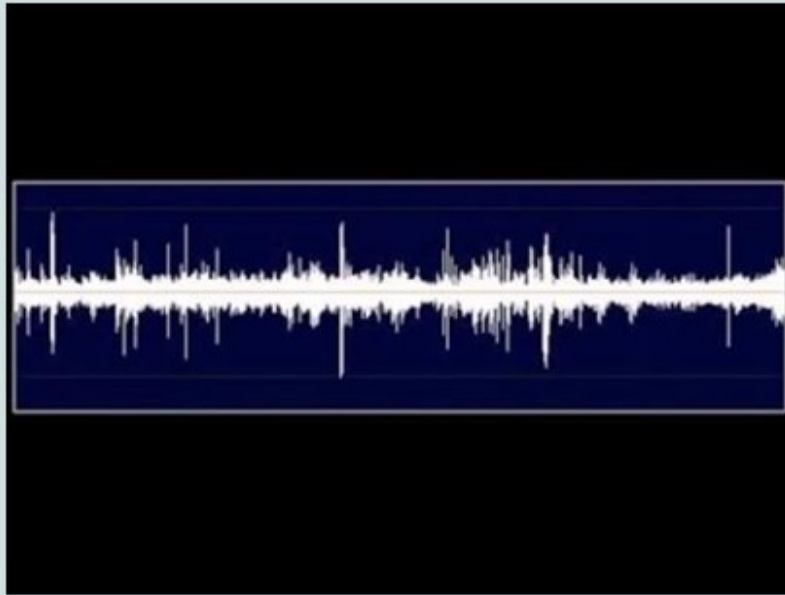
## VII. Salle à manger : texte Vitrail

✠vitrail (pt sur le vitrail)

Le vitrail a été installé en 1949. Soigneusement dessiné par Le Corbusier, il a été réalisé par Brigitte Simon. Sa forme est relativement simple et géométrique, les couleurs choisies sont celles primaires, ainsi que le vert. Ces couleurs sont particulièrement mises en valeurs par le tapis rouge Tlemcen et les tableaux présentés au mur. L'installation apporte aussi un nouvel éclairage à cette pièce assez dépouillée et neutre.

Le vitrail s'attache à respecter les mesures du Modulor (1945), l'unité architecturale idéale conçue par Le Corbusier, à partir de la stature humaine et du nombre d'or.

## VII. La salle à manger : texte + photos + citation



Le Corbusier, *Les tableaux de sa collection*, extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.

### 🔊 Tableaux (pt sur les tableaux)

L'emplacement des tableaux évolue entre 1934 et 1965. Deux tableaux notamment sont exposés dans la salle à manger : un de Fernand Léger daté de 1926, intitulé *Composition avec profil* ; et l'autre de Le Corbusier lui-même, signé encore Jeanneret, la *Nature morte aux nombreux objets* de 1923. Les deux artistes sont relativement proches depuis leur rencontre au café La Rotonde à Paris en 1920.

8 mars 1935. CÉJ, Paris à sa mère.

« Chère petite maman,

*J'attendais un peu une lettre de toi et c'est pour cela que j'ai remis de t'écrire (sic). [...] Bon chauffage, logis sain et courses du matin avec Pinceau du Paddock.*

*De plus en plus brave ce Pinceau. Le 26 février, il est arrivé dans mon atelier, a levé la jambe pour la première fois contre mon tableau en travail et a fait pipi. Digne, Pinceau, tu es digne de ton nom ! [...]*

*Edouard »*

## VII. La salle à manger

### ✦ Aménagement (pt sur le tapis)

Le Corbusier entreprend de nouveaux aménagements en 1939. Dans la salle à manger, il veut installer un tapis rouge qui recouvre les pieds de la table. Il fait appel à un tapissier en Algérie. Le Corbusier lui écrit en donnant des instructions précises.

Lettre de Le Corbusier à M. Bheuillot, 10 janvier 1939.

« Cher ami,

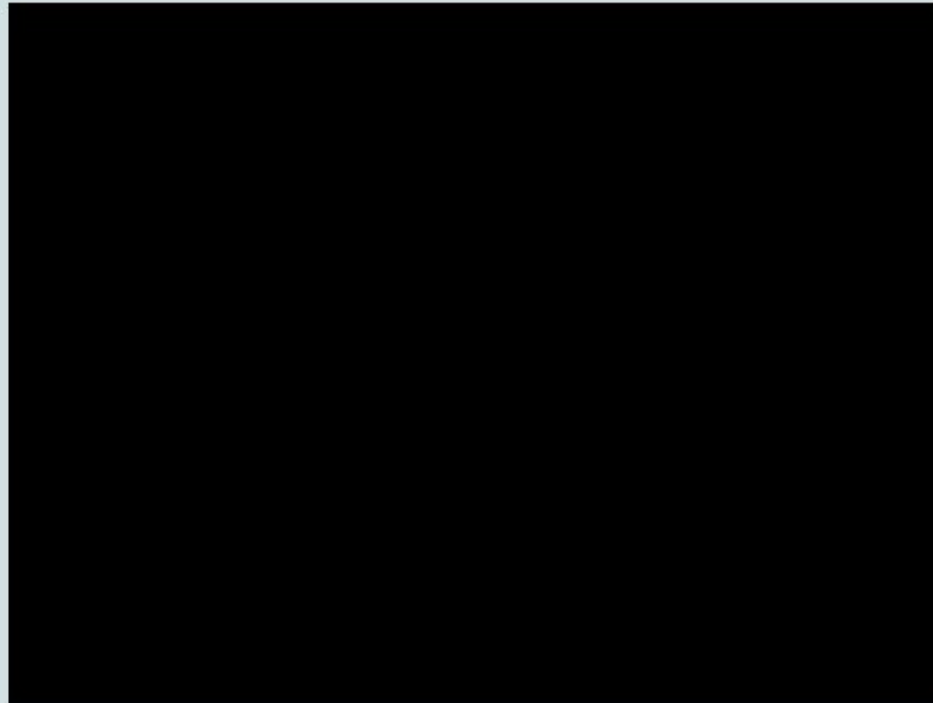
*rendez-moi un grand service. Je suis entrain de faire des arrangements dans mon appartement de façon à le rendre plus 'féminin' (c'est ma femme qui parle ainsi !).*

*Entre-autres aménagements, je veux installer sous ma table de salle à manger un tapis de haute laine, rouge moyen, 2 x 3 mètres absolument uni sans bordure, à 14'000 points au mètre carré ; exécution haute laine ».*



Le Corbusier photographié pour Glamour Magazine en 1964 © FLC/ADAGP.

## VII. La salle à manger



Le Corbusier, *La salle à manger*, extrait du film de Le Corbusier, 1937 © FLC/ADAGP.

## VIII. Cuisine : textes de médiation + photo

Ouverte sur la salle à manger, la cuisine est une pièce traversante. Le mobilier structure l'espace en deux parties distinctes, l'une consacrée à la préparation des repas et l'autre au rangement et à la buanderie.

Yvonne prépare ici les repas, notamment quand Le Corbusier s'absente et qu'il demande à leurs amis de venir lui tenir compagnie. L'appartement s'anime ainsi les premiers temps, quand Yvonne regrette l'énergie de la rue Jacob.

La baie vitrée de la cuisine surplombe Boulogne et inonde la pièce de lumière. Cela offre à Yvonne et à **la domestique** un espace de travail éclairé et une perspective verdoyante. La cuisine se pare de faïence et de carreaux en grès cérame blancs. (*La polychromie, déjà évoquée dans les pièces précédentes, est ici absente.*)

Le **mobilier intégré** est imaginé par Le Corbusier en collaboration avec **Charlotte Perriand**. (*Les cadres des meubles sont en bois noir okoumé et peint en gris clair. L'évier, ainsi que le plan de travail, sont en étain.*)

Lettre de Le Corbusier à ma mère, 1939.

*« Yvonne est ce soir chez une amie. Je t'avais esquissé la somme remarquable des vertus de cette gosse. Non seulement le fond est magnifique, plein de ressources et d'inédit, mais Yvonne a des capacités remarquables d'acquisition.*

*Ma maison est aujourd'hui tenue impeccablement. Vous pouvez vous aligner, vous autres prétendants, aux vertus domestiques. Et c'est tenu avec une grâce inattendue et variée chaque jour. J'apprécie cela.*

*Yvonne vient de terminer plusieurs séries de napperons de table avec des broderies inventées par elle et qui sont simplement ravissantes, ce qui représente un travail obstiné, patient. C'est net, clair, joyeux et plein d'esprit ».*

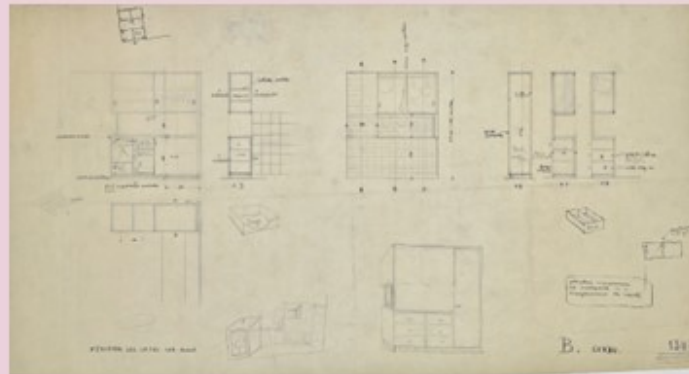
## VIII. La Cuisine : textes + photos + croquis Mobilier intégré

✦ Mobilier intégré (pt sur l'un des meubles)

Le mobilier intégré, ou mobilier fixe, structure l'espace et répond à plusieurs fonctions. C'est le cas par exemple, du mobilier de la cuisine. En forme de L, il se termine par l'évier. À mi-hauteur, une ouverture se déploie, pour servir de passe-plat et séparer les rangements. Ceux du haut sont consacrés à la vaisselle, tandis que ceux du bas renferment le linge de table et les ustensiles.



La cuisine © Photo d'Albin Salaün.



Charlotte Perriand, aménagement de la cuisine, mobilier intégré © Photo de Peter Willi.

## VIII. La Cuisine : photos Mobilier intégré



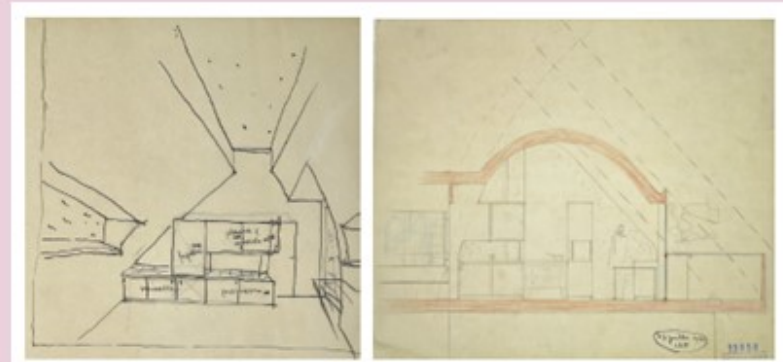
La cuisine © Photo de Peter Willi.



## VIII. Cuisine : texte + citation Charlotte Perriand

✦ **Charlotte Perriand** (pt  
complémentaire présent sur le meuble  
passe-plat)

Charlotte Perriand (1903-1999) est une conceptrice de mobilier qui s'associe et collabore avec Le Corbusier et Pierre Jeanneret dès 1928. Le passe-plat qu'elle installe dans la cuisine de l'appartement a déjà un antécédent dans son oeuvre, notamment dans l'ensemble qu'elle présente avec ses acolytes au Salon d'Automne de 1929.



Charlotte Perriand, perspective intérieure, variante avec éclairage zénithal (FLC - 13553, détail). Coupe sur cuisine, 7 juillet 1932 © FLC / ADGP.

*« Le travail ménager reste encore du domaine de la famille, il fallait une intégration de la cuisine au reste de l'habitation, ce que j'ai appliqué aux Arcs. [...] Rue Nungesser et Coli, elle n'est pas totalement intégrée, pas comme à Marseille ».*

Rencontre avec Charlotte Perriand, annexe 16, *Charlotte Perriand - Le Corbusier; étude d'une collaboration*, Elise Koering, Université Marc Bloch, Strasbourg, 1999. p. 206

## VIII. La domestique et la chambre de bonne

### ✪ La domestique

Le Corbusier et Yvonne déménagent à l'appartement-atelier avec Clairette, leur domestique de l'époque. Pour les familles bourgeoises parisiennes, il était normal de confier les tâches ménagères à des "bonnes". Cependant, Clairette séjourne dans une pièce au confort moderne par rapport aux chambres de bonnes des années 30. Cette chambre est pourvue d'une fenêtre sur cour, d'un éclairage électrique, d'une armoire et même d'un coin toilette.

Sa chambre est reliée à la cuisine par une coursive, pour qu'elle ne passe pas par l'appartement, respectant l'intimité des conjoints.

23 mars 1939. CÉJ à sa mère.

Jeudi soir

« *Ma chère petite maman.*

*Tu nous as écrit une lettre pleine de confiance et de santé morale qui nous a ravis. [...]*

*Clairette est de nouveau chez nous depuis janvier.*

*C'est une belle fille, gracieuse et toujours souriante.*

*Yvonne y prend une source de petit bonheur*

*quotidien : elle morigène, elle enseigne, elle fait la*

*grande soeur. Si bien qu'avec Pinceau, qui fin malin,*

*a découvert que Clairette était une brave fille, la*

*famille est en liesse. Ce qui est appréciable. [...]*

*Des bons baisers affectueux pour clore cette lettre et la mettre à la poste pour ton dimanche.*

*Tes Yv. et Corbu »*

## IX. La chambre : textes de médiation

Le Corbusier voyage tout au long de sa vie et apprécie particulièrement les traversées transatlantiques sur les paquebots. À force de les fréquenter et d'en apprécier la commodité, il s'en inspire pour son mobilier. Dans la chambre conjugale, il aménage ainsi les doubles sanitaires et la douche qui forment deux **salles de bain** exposées à la vue. La blancheur des murs rappelle l'ambiance méditerranéenne.

Le mobilier intégré diffère de celui de la cuisine cloisonnant la pièce. En effet, **ce mobilier** semble ici faire corps avec l'architecture et prend très peu d'espace au sol. La chambre s'organise ainsi avec un espace pour Madame et un pour Monsieur.



La chambre ©Photo de Albin Salaün.



La chambre ©Photo de Albin Salaün.

## IX. La chambre : textes de médiation



La chambre © Photo d'Albin Salaün.

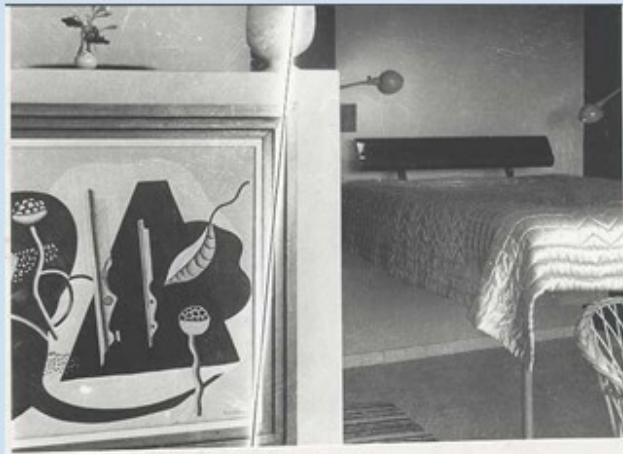


La chambre © Photos d'Albin Salaün.



Le lit © Photos d'Albin Salaün.

# IX - La chambre - textes + photos mobilier intégré



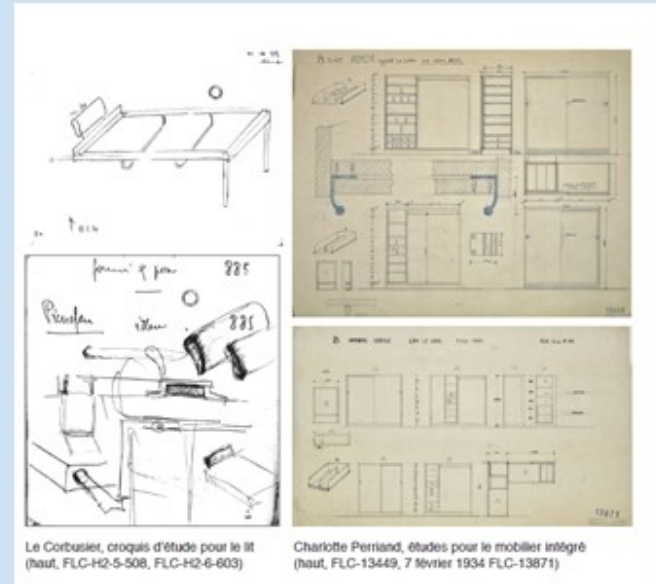
La chambre © Photo d'Albin Salaün.

## ✂ Mobilier intégré (pt sur le lit)

Le lit de la chambre est adossé au mur et ne possède que deux pieds ainsi qu'une tête en bois. Surélevé à mi-hauteur du mur, il permet au couple d'avoir une vue sur Boulogne et les collines de Suresne.

Charlotte Perriand raconte que « pour sa chambre, Corbu voulait un lit conjugal anormalement élevé, à hauteur des mains. *Etait ce pour mieux voir le ciel par les grandes baies vitrées ou pour être plus propice aux jeux de la nuit ? Corbu en plaisantait ».*

Charlotte Perriand, *Une vie de création*, Paris : Odile Jacob, 1998.



## IX. La chambre : texte + photo salle de bain



La chambre ©Photo d'Albin Salaün.



Le lavabo de la salle d'eau du conjoint © Photo de Peter Willi.

✦ **Salle de bain** (pt se situant dans la douche ou sur le cabinet de toilette)

La double salle de bain de la chambre conjugale évoque l'attachement de Le Corbusier à la question de l'hygiène et de l'intimité. Il sépare ainsi l'espace des toilettes, mais il expose au regard les lavabos et la douche. Les appartements parisiens étaient rarement dotés de salle de bain. La chambre conjugale et ses salles d'eau sont donc dans les années 30 un exemple de grande modernité.

## IX. La chambre : esquisses du projet



Le Corbusier, esquisse de la chambre à coucher, 1932 © FLC/ADAGP.

## IX- La Chambre - texte + citation mobilier intégré

### ✦ Mobilier intégré (pt sur l'armoire)

Le mobilier intégré est présent dans quasiment tout l'appartement. Il répond à plusieurs besoins: le meuble en épis de la chambre, un rangement perpendiculaire au cabinet de toilette, permet de séparer la chambre et l'emplacement des sanitaires. Il s'assimile ainsi au mobilier dessiné par Charlotte Perriand dans la cuisine.

*« L'une des armoires de la pièce fait corps avec la porte et pivote avec elle ».*

Jean Sabatou "Un appartement dans le gabarit" in *L'Architecture d'aujourd'hui* n°7, septembre 1934, p.49



## X. L'étage : textes de médiation

L'appartement-atelier de Le Corbusier vient rompre en tout point avec la hiérarchisation des immeubles haussmanniens. Habituellement situé au premier niveau, l'étage noble - lieu de vie et de création de l'architecte - est ici au dernier étage, bénéficiant de la lumière et d'un air pur.

Les deux niveaux de l'appartement sont reliés par un escalier hélicoïdal, de forme assez traditionnelle. Il permet de gagner de l'espace et d'inviter et loger les proches dans une chambre indépendante du reste de l'appartement-atelier. La mère de Le Corbusier y séjournera à plusieurs reprises.

Cette chambre est divisée en deux espaces distincts : un destiné au coucher et l'autre à la salle d'eau. Une cloison épaisse à mi-hauteur vient marquer la séparation. Les tuyaux, le lavabo et l'installation du chauffage central restent visibles et prennent place au centre de cette pièce intimiste.

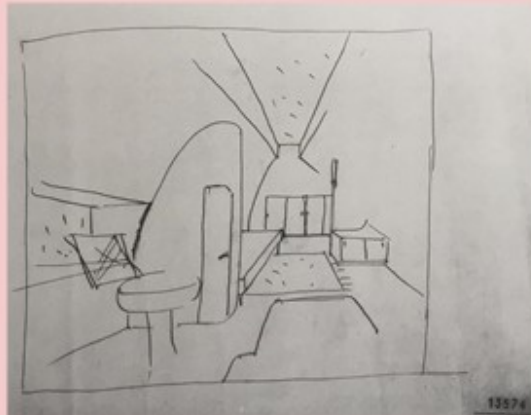
Enfin, la chambre d'amis est un espace qui s'ouvre à l'extérieur. Une marche sépare cette pièce de l'édicule, en transparence, dévoilant ainsi le toit-jardin.



Le Corbusier dans l'escalier © Photos d'Almassy.

## X. L'étage : photos d'époque

Ces archives complètent le chapitre sur l'étage. Les photos ci-dessous témoignent de l'aménagement de la chambre d'amis durant la vie de Le Corbusier.



Le Corbusier, esquisse de la chambre d'amis ©FLC / ADAGP.



La chambre d'amis ©Photo de Peter Willi.

*CÉJ et Yvonne à la mère.*

*28 mai 1934*

*« Ma chère petite maman*

*Nous voici installés à Boulogne depuis presque un mois. J'ai beaucoup de mal à m'y faire mais ça viendra. Je regrette beaucoup la rue Jacob, et les amies du quartier. Édouard a construit un appartement magnifique, soleil, air, lumière.*

*Vous avez aussi votre petite chambre près de la terrasse, pour lorsque vous viendrez à Paris, qui je pense sera bientôt, n'est-ce pas.*

*Bonne santé petite maman et un gros bécot d'Yvonne »*

## XI. Le toit jardin : textes de médiation

Le toit est en grande partie aménagé en **jardin**. Au 8<sup>e</sup> étage, il se situe entre les extrados des voûtes et les deux cours. Le retrait du toit diffère de deux côtés. Le Corbusier a pu ainsi respecter les règles d'urbanisme à la fois de Paris et de Boulogne-Billancourt.

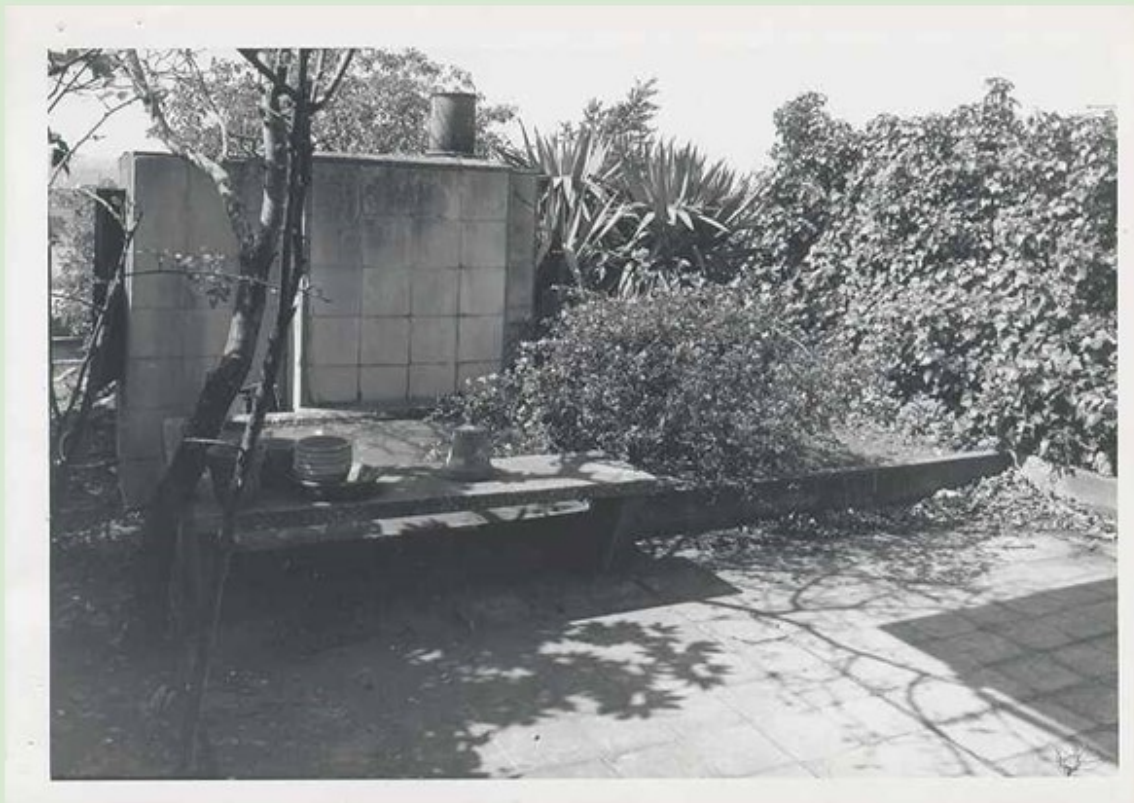
Des bancs constituent le seul aménagement intégré de cet espace, complété par du mobilier de jardin en fer peint. La partie centrale est entourée de plantes, soigneusement disposées dans des jardinières et enveloppant les grillages.

Cette **végétation** endosse ici un rôle primordial : en délimitant la terrasse, elle crée une pièce à ciel ouvert. Celle-ci donne à cet endroit un caractère naturel, toutefois pensé méthodiquement par Le Corbusier qui fait de son jardin un intérieur à part entière de l'appartement-atelier.

"Corbu" applique ici l'un des cinq points d'une architecture nouvelle en renonçant à la toiture inclinée traditionnelle et en aménageant un lieu – « *venu du ciel* » - dans lequel la végétation peut se développer.

Le toit-jardin faisait déjà partie de projets antérieurs, tels que les maisons La Roche et Jeanneret (1923) et la Villa Savoye (1928). Pensée par Pierre Jeanneret, l'évacuation assure un écoulement des eaux à l'intérieur et l'étanchéité du toit, tout en offrant un lieu de détente, suspendu au-dessus des deux villes, Paris et Boulogne-Billancourt.

## XI. Le toit jardin : textes de médiation



Le toit-jardin © Photo de Joël Plasse Le Caisne

# XI. Le toit jardin : points complémentaires

## ✧ Le jardin

Le jardin de Le Corbusier se compose de diverses espèces végétales :

« *Le jardin un poème. Gazon, lilas, rosiers et autres et quel horizon* ». (Correspondance du 29 avril 1934).

Les archives ont servi à la restauration du jardin. La végétation reste aujourd'hui la même que celle décidée par l'architecte.

**Le Corbusier se plaisait à souligner le caractère spontané de son jardin, venu par les airs, pourtant soigneusement et méthodiquement entretenu par ses soins et ceux de sa mère quand elle lui rend visite.**

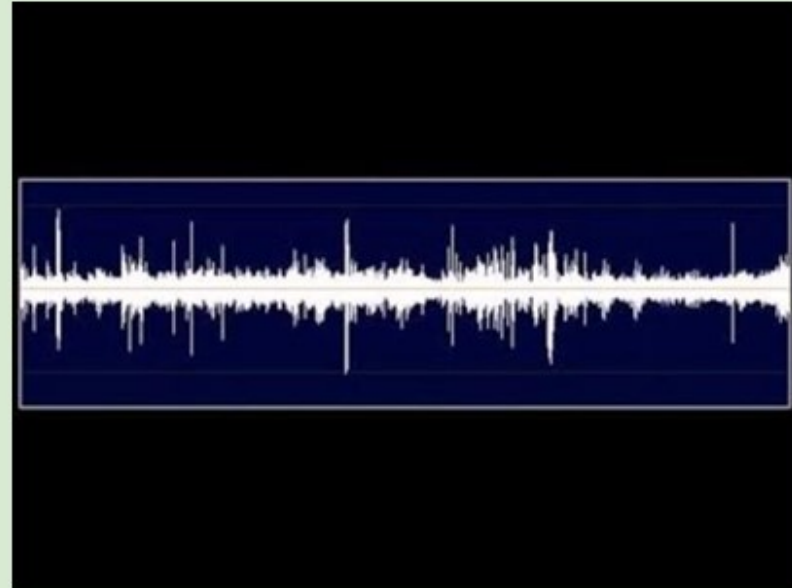


Extrait du film de Le Corbusier, 1937 © FLC/ ADAGP

## XI. Le toit jardin : audiovisuel



*Le toit-jardin*, Extrait du film de Le Corbusier, 1937 © FLC/ ADAGP.



Le Corbusier, *Le toit-jardin*, Extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.

## XI. Le toit jardin : points complémentaires

**Le jardin témoigne également de l'absence de Le Corbusier et de sa femme pendant la guerre :**

*Correspondance*

*17 septembre 1956*

*« Mon appartement, 24 rue Nungesser et Coli, comporte au 8e étage un jardin de toiture dont la terre a une épaisseur de 20 centimètres en général et de 40 à 50 centimètres à certains endroits. Ce jardin existe depuis vingt-cinq années. A la déclaration de guerre, en 1939, ce jardin s'est trouvé privé de tous soins et j'ai décidé à cette époque de le laisser ainsi sans aucun engrais, sans aucune coupe au sécateur, sans aucun entretien de quoique ce soit, sans enlevage de feuilles mortes, etc... Ces dernières années seulement je l'ai fait arroser par les jours de grande chaleur ».*

Lettre non envoyée de Le Corbusier à John Voges, Hillegom-Hollande, 17 septembre 1956 (FLC-H2-5-584).

*« 1940 Débâcle ! Exode ! Paris se vide. Le toit jardin, au huitième étage demeure seul. Canicule 1940 et canicule 1942, hiver, pluie, ou neige... le jardin abandonné réagit, ne se laisse pas mourir. Le vent, les oiseaux, les insectes apportent les graines. Quelques unes trouvent leur milieu favorable. Les rosiers se sont révoltés et sont devenus de très grands églantiers. Le gazon est devenu de l'herbe, du chien-dent. Un cytise est né ; un faux sycomore. Deux brins de lavande sont devenus des buissons... la nature a repris ses droits ».*

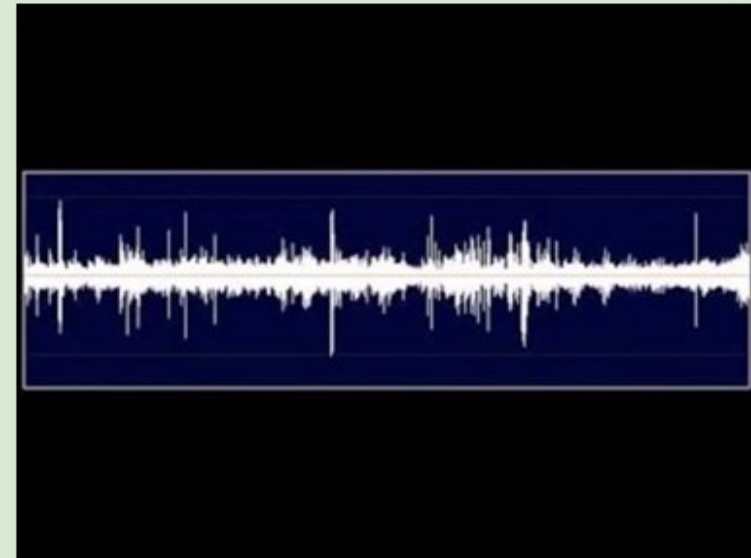
Le Corbusier, *Oeuvres complètes*, Zurich : Les Éditions D'architecture, vol. IV, 1938 - 1946.

# XI. Le toit jardin : points complémentaires

## ✪ *La nature dans l'architecture de Le Corbusier*

Sensible à la question de la nature depuis son enfance en Suisse, Le Corbusier cherche à l'intégrer dans l'espace urbain au sein de son architecture moderne. Le toit-jardin de son appartement-atelier en est un exemple.

La nature prendra définitivement le pas sur sa création en 1951, lors de la construction de son Cabanon à Roquebrune-Cap-Martin. Cette cellule en bois, fonctionnelle et ergonomique s'inscrit dans un espace naturel à la végétation méditerranéenne et sauvage. Le Corbusier prendra l'habitude d'y passer ses étés jusqu'à la fin de sa vie.



Le Corbusier, *Le cabanon*, Extrait des Entretiens avec Robert Mallet, 1951 © FLC.



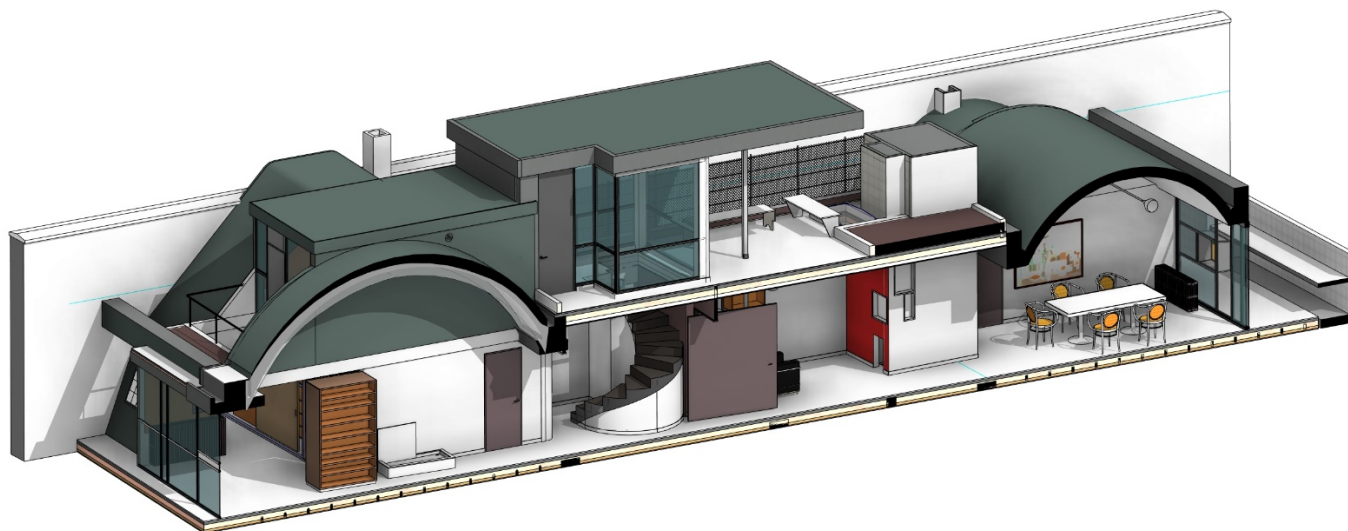
#### 04.Enrichissement de la maquettes :

Pour la présentation au public, un travail important d'enrichissement de la maquette a été réalisé par A-BIME, en particulier dans le domaine :

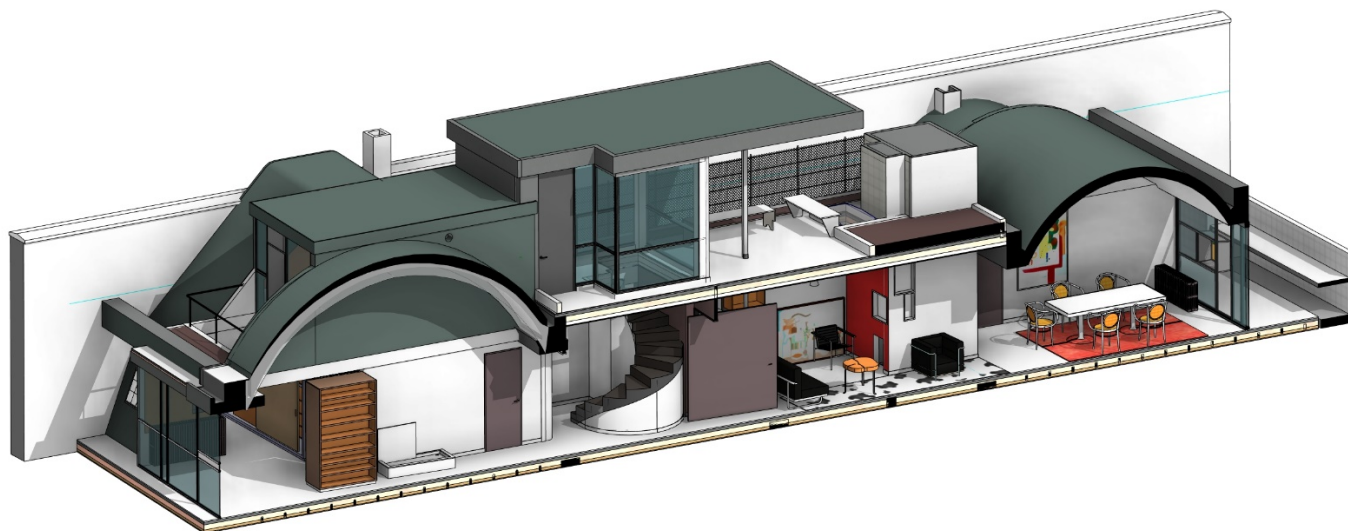
- de la polychromie – intégration des études réalisées dans le cadre des travaux de restauration de l'appartement

Couches				
COTE EXTERIEUR				
Fonction	Matériau	Epaisseur	Retournements	Matériau structure
1	<b>Limite de Couches au 0.00 cm</b>			
2	Finition 1 [4 Enduit ext	0.50 cm	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Porteur/Oss Parpaings	15.00 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Finition 1 [4 Enduit bl	1.00 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Finition 2 [5 Gris Clair	0.08 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Finition 2 [5 Gris Marr	0.08 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Finition 2 [5 Papier Ox	0.08 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Finition 2 [5 Bleu outr	0.08 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Finition 2 [5 Gris Clair	0.08 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	Finition 2 [5 Bleu vif (	0.08 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	Finition 2 [5 Bleu vif f	0.08 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	Finition 2 [5 Plâtre Bla	0.08 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	Finition 2 [5 Bleu som	0.08 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	Finition 2 [5 Bleu gris	0.08 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	Finition 2 [5 Bleu vif cl	0.08 cm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	<b>Limite de Couches en 0.00 cm</b>			
COTE INTERIEUR				

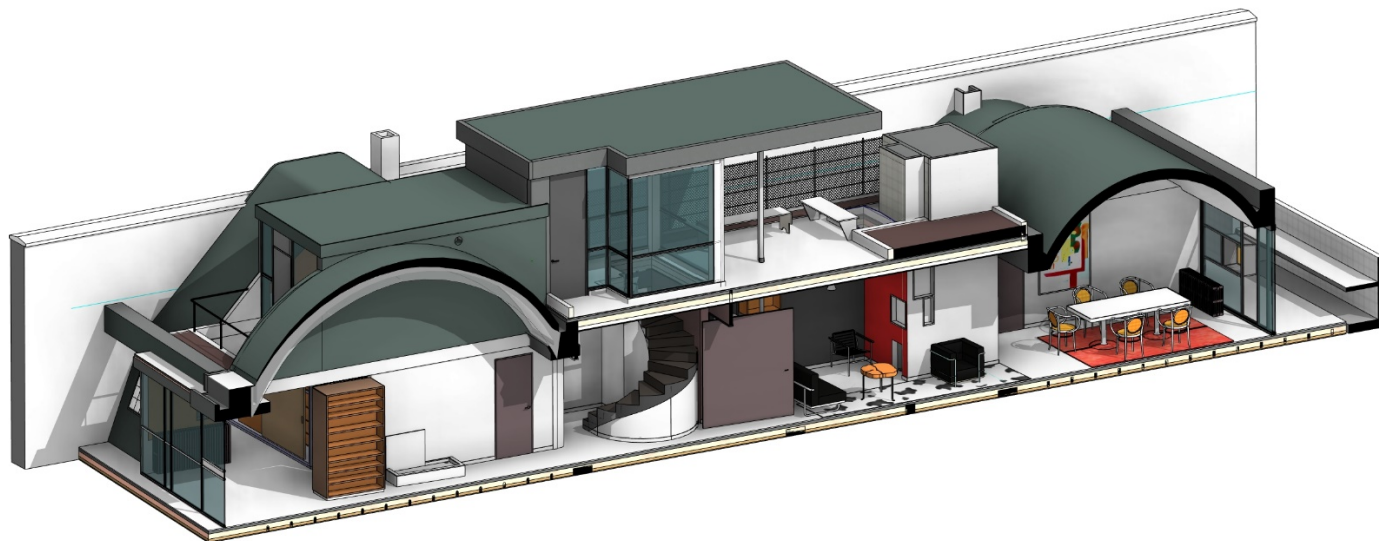
- du décor et de son évolution historique (moblier, agencement...): évolution du décor et de l'agencement de l'appartement



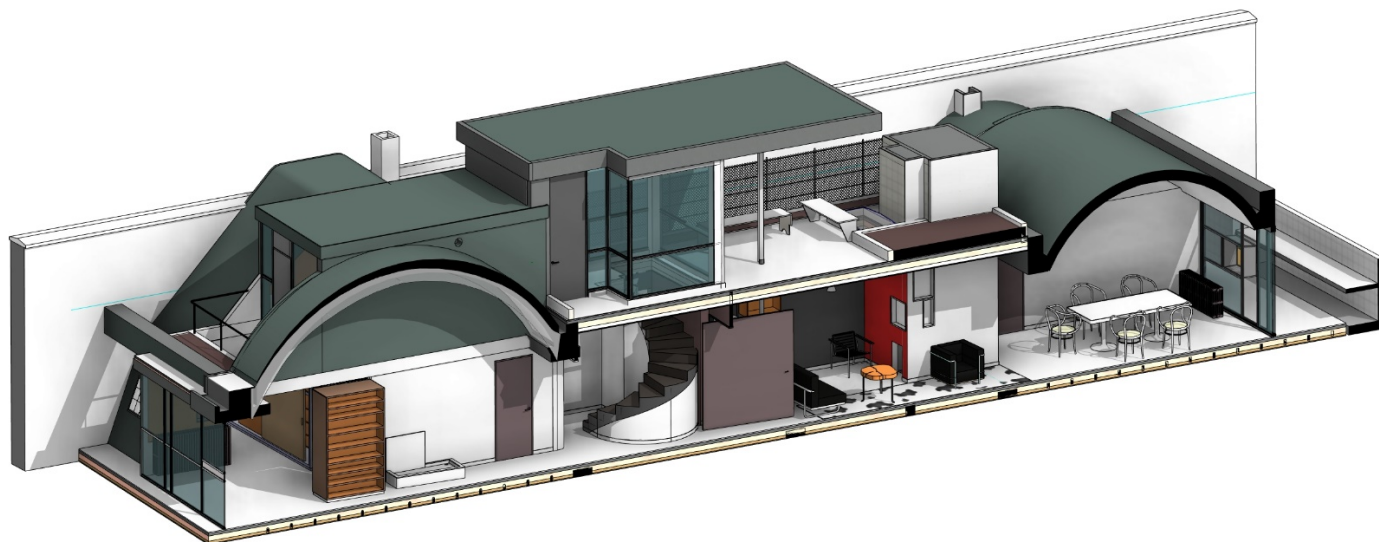
Vue de  
l'appartement  
en 1934



Vue de  
l'appartement  
en 1948



Vue de  
l'appartement  
en 1959



Vue de  
l'appartement  
en 2017



Vue de l'atelier



Vue du bureau



Vue du salon en 1934



Vue du salon en 1938



Vue du salon en 1939



Vue du salon en 1948



Vue du salon en 1965



Vue du salon en 1939

# Phase 3 : CRÉATION ET DÉVELOPPEMENT DE LA PLATEFORME PARTICIPATIVE AUTOUR DE LA MAQUETTE NUMÉRIQUE

## 01. Grandes étapes du développement

### I. Visualisation en consultation

Mise en ligne de la maquette avec possibilité de sélectionner les différents éléments de la maquette pour en afficher les informations.

### II. Visualisation en édition

Création de la plateforme participative où des utilisateurs pourront ajouter des informations sur un élément de la maquette après validation par la Fondation ou A-BIME.

### III. Version mobile

Rendre la plateforme utilisable sur un mobile ou sur une tablette (reste à réaliser à ce jour)

## 02. Spécifications fonctionnelles

### I. Visualisation en consultation

Liste des fonctionnalités :

1. Visualisation en ligne de la maquette 3D
2. Base de données de la maquette
3. Affichage des informations liées à la sélection d'un élément
4. Création du curseur de dates

Ci-dessous le modèle de l'interface graphique :



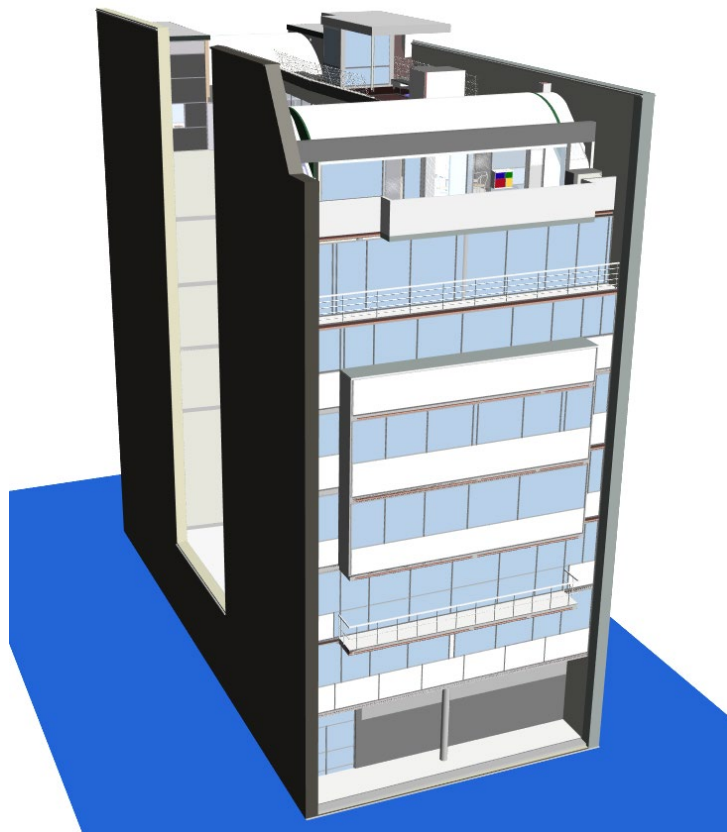
## I.1 Visualisation en ligne de la maquette 3D

Le fichier contenant la maquette de l'Atelier Appartement Le Corbusier est initialement en format .rvt du logiciel Revit. Il est possible dans ce dernier d'exporter la maquette au format .ifc (Industry Foundation Classes, fichier standardisé orienté objet utilisé par l'industrie du bâtiment pour échanger et partager des informations entre logiciels).

Actuellement, il y a une perte d'informations lors de la conversion Revit vers IFC, mais il semble qu'il est possible de limiter la perte en structurant bien les différentes classes lors de la création de la maquette.

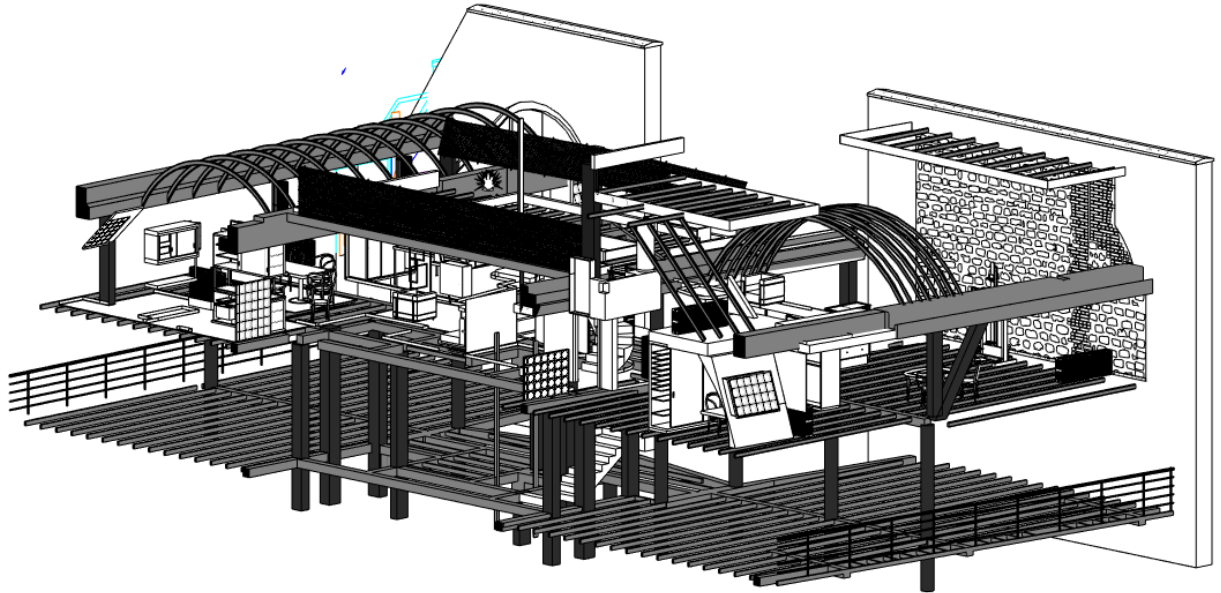
La maquette devra être visible sur un hébergeur web (à définir plus tard).

- Lors du chargement de la page, la maquette sera visible avec une vue d'ensemble :

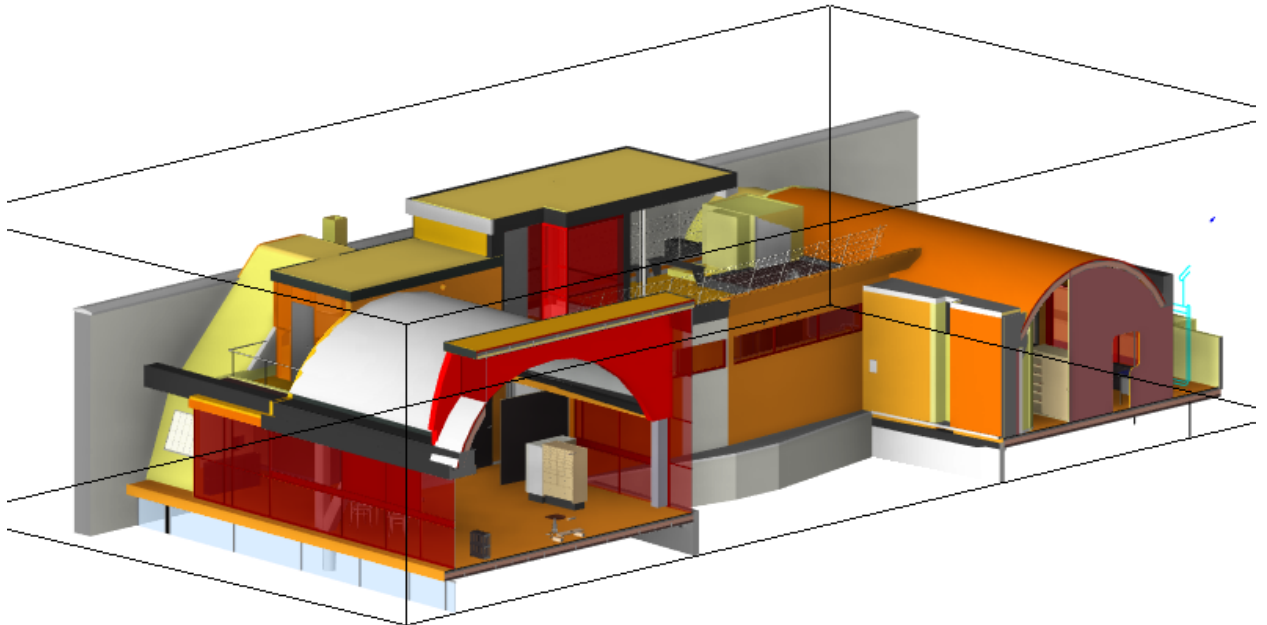


- La maquette peut effectuer une rotation en maintenant le clic gauche de la souris. La molette permet de zoomer sur la maquette.
- Le curseur temporel permet d'afficher la maquette à la date souhaitée. Les dates correspondent aux années où des modifications ont été apportées à l'appartement. Les éléments modifiés apparaissent tels qu'ils étaient à la date sélectionnée.
- Lors du clic sur le bouton "Structure", seules la structure de l'immeuble apparaît :

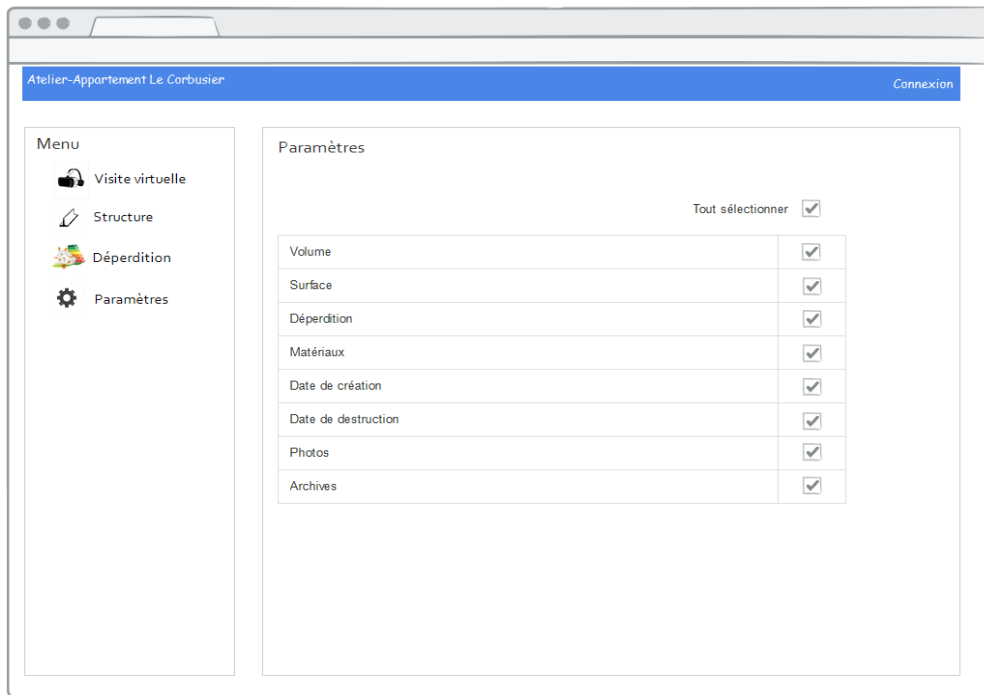




- Lors du clic sur le bouton “Déperdition”, la carte thermique du bâtiment apparaît :



- Le bouton “Paramètres” permet d’ouvrir une fenêtre où l’utilisateur peut choisir les informations à afficher lors de la sélection d’un élément :



N.B. Dans l'image ci-dessus, les champs indiqués ne sont pas définitifs

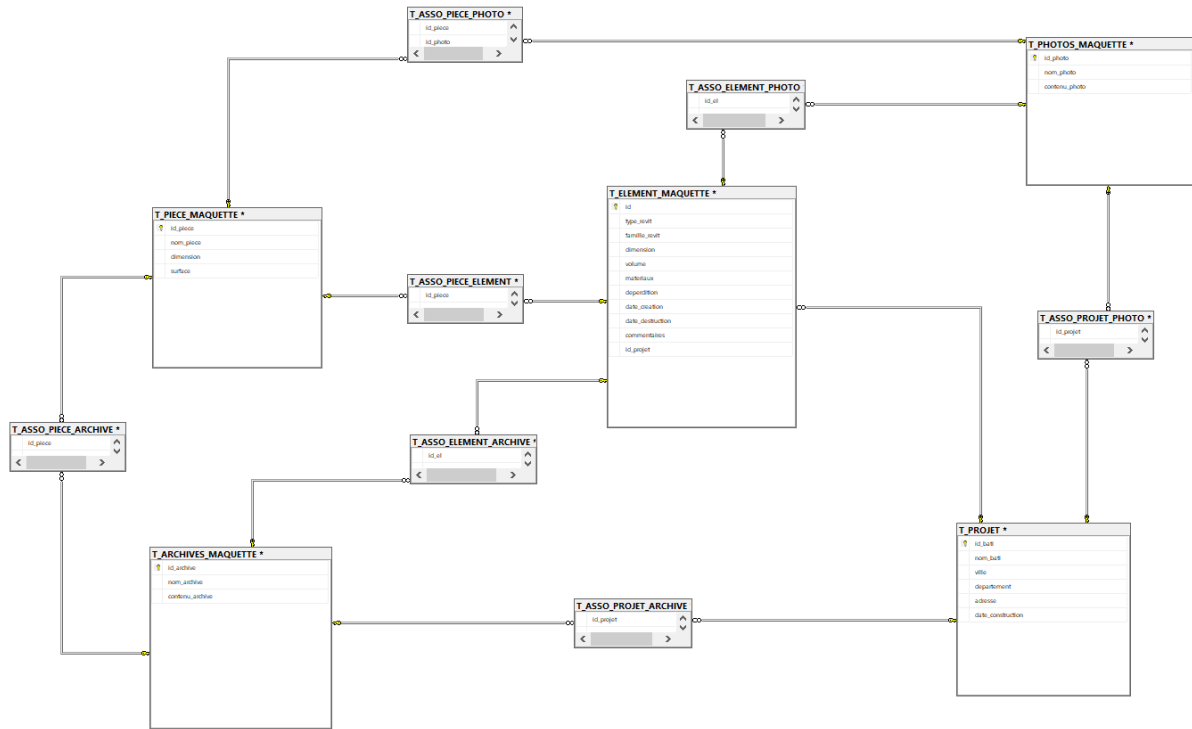
Toutes les données sont initialement sélectionnées.

- Au clic sur le bouton "Visite virtuelle", il est possible de se balader dans la maquette : des flèches indiquent les directions possibles :
- Au clic sur la flèche, le champ de vision se déplace au niveau où se trouvait la flèche. Il est possible de visualiser la pièce à 360° à l'aide du clic gauche maintenu de la souris.
- Il faut faire en sorte de ne pas pouvoir traverser les objets (surtout les murs, plafonds et sols).



## 1.2 Base de données de la maquette

Voici le diagramme de classe de la base de données (technologie à définir) :



Les informations de T\_ELEMENT\_MAQUETTE et de T\_PIECE\_MAQUETTE proviennent d'un export de Revit vers la base. Les tables T\_PROJET, T\_PHOTOS\_MAQUETTE et T\_ARCHIVES\_MAQUETTE sont remplies manuellement.

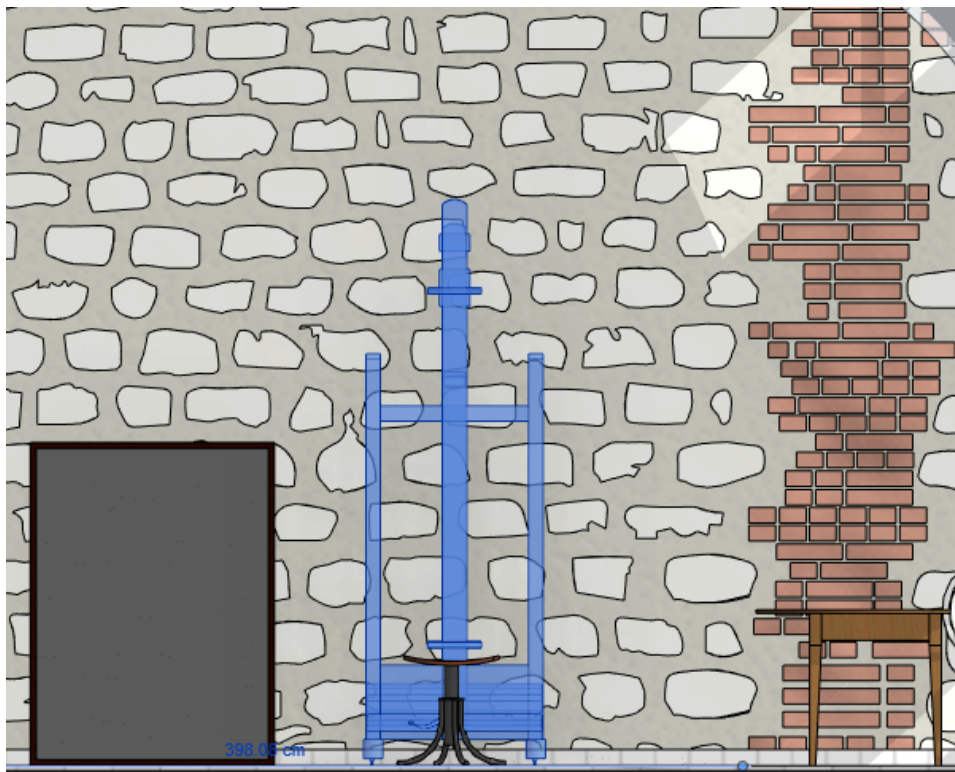
Pour les prochains projets, n'ayant pas encore de maquette créée une autre base de données sera utilisée où les données seront insérées en amont de la création de la maquette par différentes personnes travaillant sur le projet (architecte, archéologue, historien de l'art, ingénieur, etc...).

Le développement de l'interface ainsi que la création de cette base seront faits ultérieurement.

## 1.3 Affichage des informations liées à la sélection d'un élément de la maquette

Au clic sur un élément de la maquette (par exemple un mur), des informations concernant l'élément s'affichent sur la section de droite de la page.

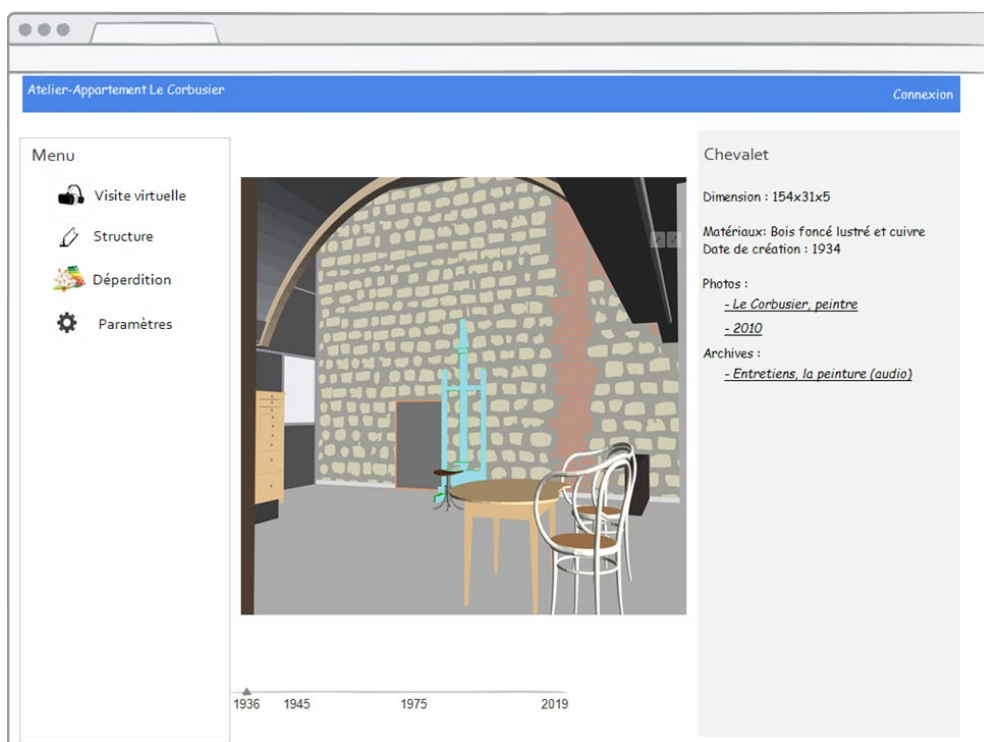
Pour sélectionner un élément, il suffit de cliquer du gauche sur une partie de l'élément. L'ensemble de l'élément est alors sélectionné. La sélection est visible par une coloration bleue ciel transparente :



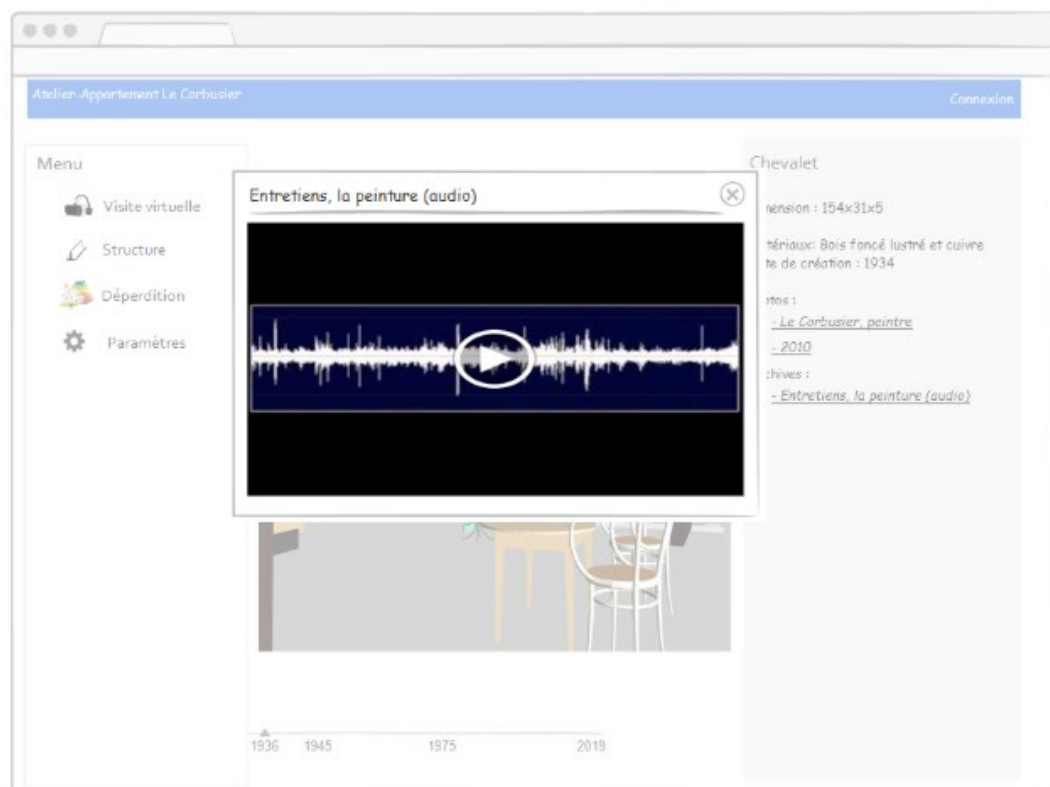
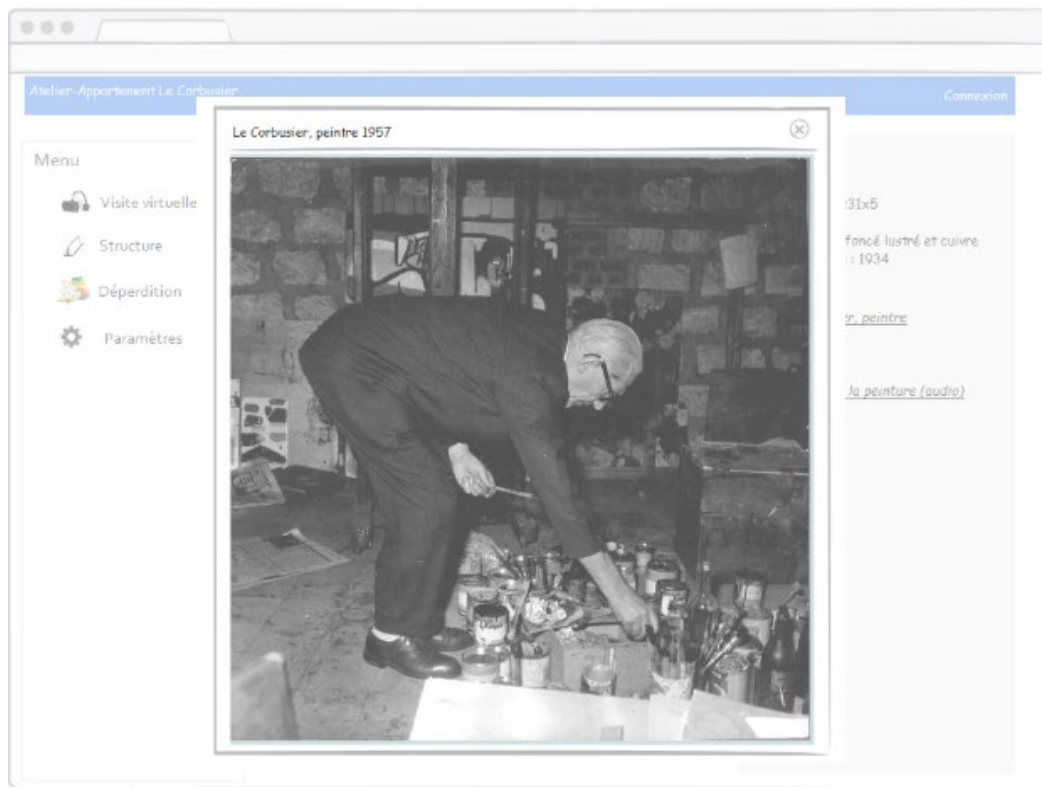
Les informations affichées sont celles enregistrées dans la base de données.

Pour les documents liés à un élément (archives, photos), le titre du document est affiché et il est possible de cliquer dessus pour faire apparaître le document dans une pop-up.

Interface graphique :



Au clic sur un lien pour visualiser une photo ou une archive :



Pour un enregistrement audio il est possible de réduire la fenêtre pour que l'utilisateur puisse visualiser la maquette tout en écoutant l'enregistrement. S'il clique sur un autre élément de la maquette, les informations s'afficheront toujours à gauche (comportement normal). S'il clique sur un lien d'archive, la fenêtre d'enregistrement audio se fermera avant que la nouvelle s'ouvre.

#### I.4 Curseur de dates

Certains éléments ont été modifiés par l'architecte durant sa vie. Le curseur de date permet de voir les évolutions de ses éléments.

Les dates affichées correspondent aux dates de construction et de destruction de chaque élément de la maquette, ainsi que la date actuelle.

Exemple : Si seul le chevalet a été modifié entre 1936 et 1945, alors lorsque le curseur passe d'une date à l'autre, seul le chevalet est modifié conformément à son état à la date sélectionnée (peut-être qu'il faudra recharger entièrement la maquette).

Le curseur est initialement placé à la date actuelle (curseur placé tout à droite).

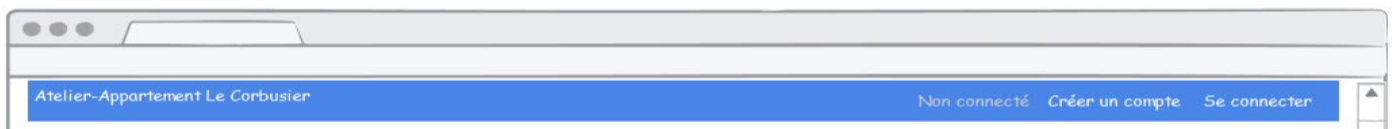
## II. Visualisation en édition

Liste des fonctionnalités :

1. Inscription à la plateforme
2. Connexion à la plateforme
3. Mode édition
4. Validation de la modification

Modèle de l'interface graphique :

Voici le modèle de la zone de connexion



### II.1. Inscription à la plateforme

Lors du premier chargement de la page, l'utilisateur est non connecté. Il peut soit créer un compte, soit, s'il est déjà inscrit, se connecter.

Au clic sur le bouton "Créer un compte", la page suivante apparaît :

Atelier-Appartement Le Corbusier Non connecté Créer un compte Se connecter

Menu

- Visite virtuelle
- Structure
- Déperdition
- Paramètres

Créer un compte

Nom d'utilisateur  
Entrez votre nom d'utilisateur

Mot de passe  
Entrez un mot de passe

Confirmer le mot de passe  
Entrez à nouveau le mot de passe

Adresse de courriel  
Entrez votre adresse de courriel

Créez votre compte

Pour pouvoir créer le compte l'utilisateur doit respecter les règles suivantes :

- Tous les champs sont obligatoires.  
Dans le cas contraire l'info bulle suivante apparaît au niveau du champ non renseigné :
- Le nom d'utilisateur ne doit pas déjà exister.

Nom d'utilisateur  
Entrez votre nom d'utilisateur

Mot de passe  
Entrez un mot de passe

! Veillez renseigner ce champ.

Si le nom d'utilisateur existe déjà, le texte suivant apparaît en rouge sous la zone de texte :

#### Nom d'utilisateur

Entrez votre nom d'utilisateur

Le nom d'utilisateur saisi est déjà utilisé. Veuillez choisir un nom différent.

#### Mot de passe

Entrez un mot de passe

- Le mot de passe et sa confirmation doivent être identiques. Ils sont cachés et son enregistrement est scripté en base de données.  
Dans le cas contraire, la création de compte ne se fait pas et le message suivant apparaît :

#### Nom d'utilisateur

Entrez votre nom d'utilisateur

#### Mot de passe

Entrez un mot de passe

#### Confirmer le mot de passe

Entrez à nouveau le mot de passe

Les mots de passe que vous avez saisi ne correspondent pas.

#### Adresse de courriel

Entrez votre adresse de courriel

- L'adresse de courriel doit être valide.  
Dans le cas contraire, le message suivant apparaît :

#### Adresse de courriel

Entrez votre adresse de courriel

L'adresse de courriel saisie n'est pas valide.

Une fois l'inscription validée, un mail de validation est envoyé à l'adresse de courriel indiquée.

(Mail de confirmation à rédiger)

Une fois l'utilisateur inscrit, son nom d'utilisateur apparaît à la place du champ "Non connecté", le bouton "Se connecter" devient "Se déconnecter", et le message éphémère "Inscription réussie !" apparaît :



**Inscription réussie !**

La page principale se charge (Voir [Connection à la plateforme](#))

## II.2. Connection à la plateforme

En cliquant sur le bouton “Se connecter”, la fenêtre suivante apparaît :

The screenshot shows a web browser window displaying the login page for 'Atelier-Appartement Le Corbusier'. The page has a blue header with the site name on the left and 'Non connecté', 'Créer un compte', and 'Se connecter' on the right. A left sidebar menu includes 'Visite virtuelle', 'Structure', 'Déperdition', and 'Paramètres'. The main content area, titled 'Connexion', contains two input fields: 'Nom d'utilisateur' with the placeholder 'Entrez votre nom d'utilisateur' and 'Mot de passe' with the placeholder 'Entrez votre mot de passe'. Below these fields is a blue 'Se connecter' button and a link for 'Mot de passe oublié ?'.

Pour pouvoir se connecter, l'utilisateur doit entrer la bonne combinaison de son nom d'utilisateur et de son mot de passe. Ce dernier est caché.

Si une mauvaise combinaison est rentrée la connexion ne se fait pas et le message suivant s'affiche :

## Connexion

Le nom d'utilisateur ou le mot de passe est incorrect. Veuillez essayer à nouveau.

Nom d'utilisateur

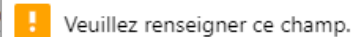
Mot de passe

**Se connecter**

[Mot de passe oublié ?](#)

Une infobulle apparaît si l'utilisateur essaye de se connecter en laissant un champ vide :

Nom d'utilisateur

Mot de passe  Veuillez renseigner ce champ.

**Se connecter**

[Mot de passe oublié ?](#)

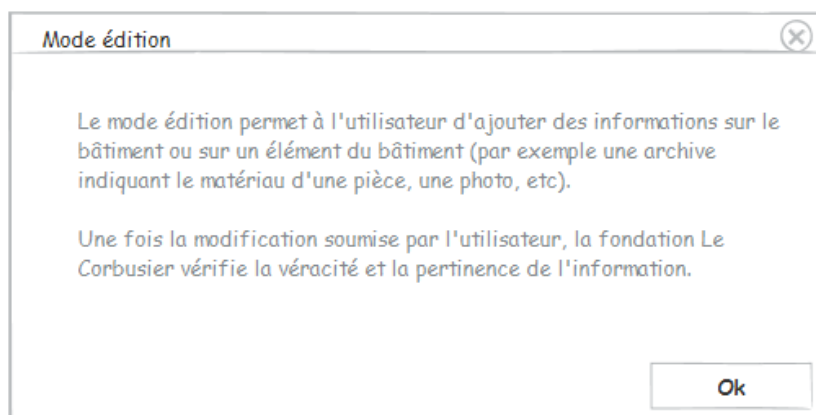
Si la combinaison Nom d'utilisateur/Mot de passe est la bonne, l'utilisateur est connecté : son nom d'utilisateur apparaît à la place du champ "Non connecté", le bouton "Se connecter" devient "Se déconnecter", le message éphémère "Vous êtes connectés." apparaît, et la page principale se charge avec l'apparition d'un bouton "Plus" :



### II.3. Mode édition

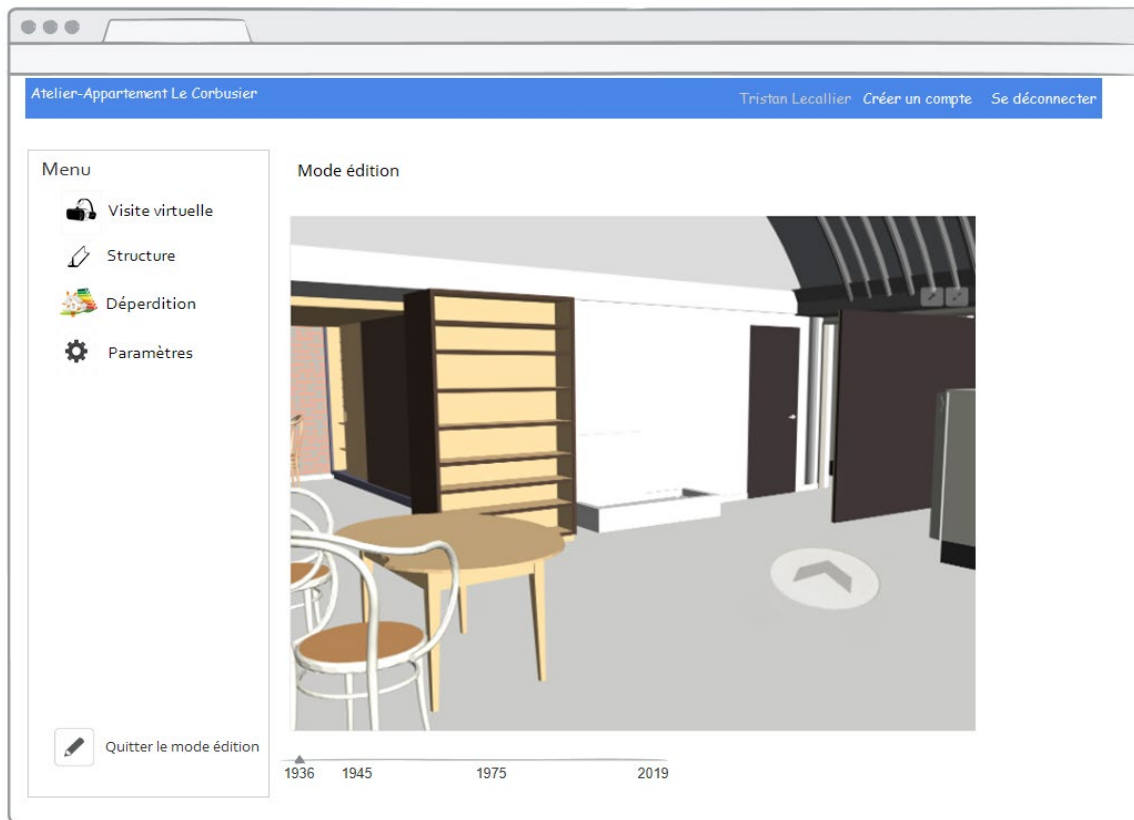
Pour que l'utilisateur passe en mode édition, il doit cliquer sur le bouton "Mode édition". Lorsque l'utilisateur se met en "mode édition" pour la première fois une pop-up explicative s'affiche :

Une fois la pop-up validée, l'utilisateur se trouve en mode édition : Le bouton "Mode édition" devient "Quitter le

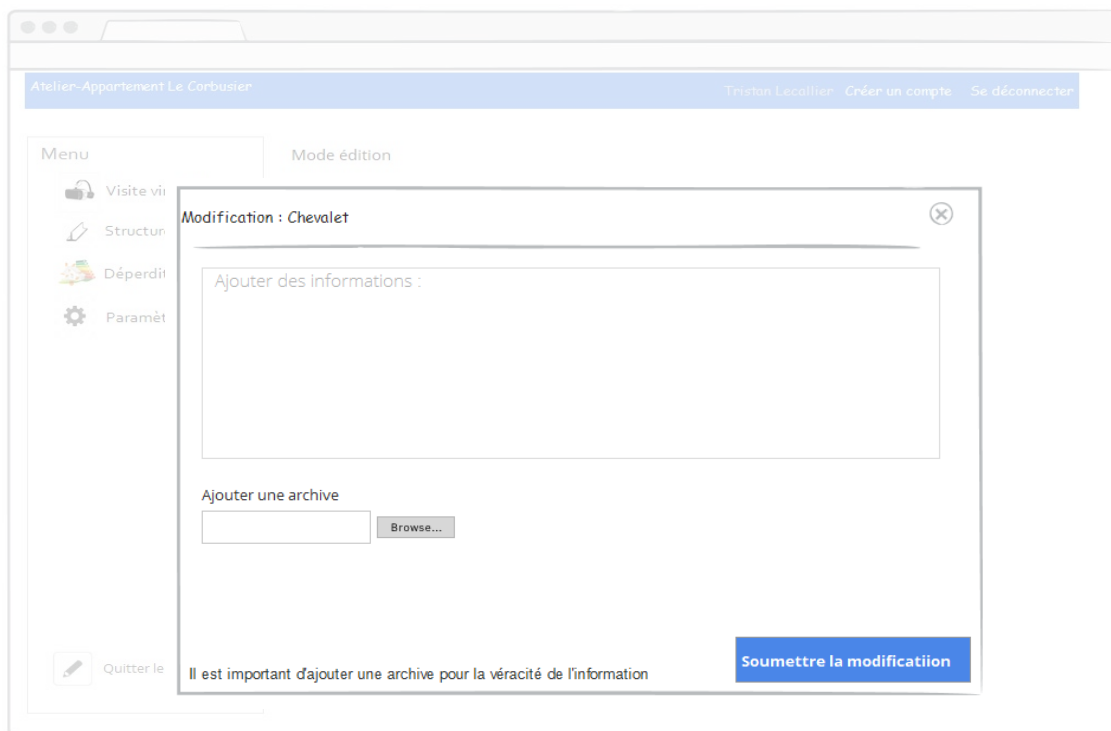


mode édition", la maquette se trouve en vue "visite virtuelle". Pour sortir de la visite virtuelle et avoir une vue d'ensemble de la maquette, l'utilisateur peut utiliser la roulette de la souris.

Ci-dessous le modèle graphique en mode édition :



Lorsque l'utilisateur est en mode édition, il peut se déplacer dans la maquette, puis sélectionner l'élément voulu. La fenêtre suivante apparaît pour ajouter les informations concernant l'élément sélectionné :

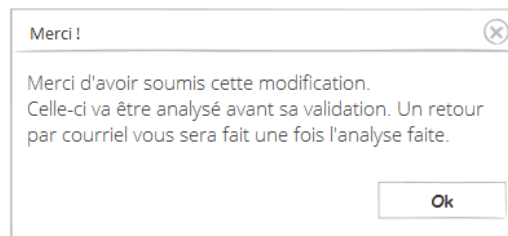


Il est possible d'importer plusieurs archives.

Le nom de l'élément sélectionné apparaît après les ":" du titre de la fenêtre (par exemple ci-dessus, l'élément étudié est le chevalet).

Le champ "Ajouter des informations" est obligatoire.

Au clic sur le bouton "Soumettre la modification" la pop-up suivante ci-dessous s'affiche, un mail contenant les modifications est envoyé aux modérateurs de la plateforme (à définir) pour validation.



Voici le mail de confirmation que reçoit le modérateur :

Le modérateur a le choix de valider la modification ou la refuser suivant le résultat de son analyse.

Dans les deux cas un mail de retour est envoyé à l'utilisateur.

Si le résultat est négatif, le mail s'envoie.

Si le résultat est positif, le mail indiquant que la modification a été retenue est envoyé, puis le modérateur doit insérer la modification dans la base de données.

(REFLECHIR A COMMENT)

### 03. Bilan technologique du projet et « verrous » restant à surmonter

#### III.1 Choix du format de fichier pour sa en ligne

La maquette numérique de l'atelier-appartement Le Corbusier a été réalisée à l'aide du logiciel Revit. Le format d'enregistrement de la maquette est un format propre au logiciel Revit : le format .rvt. Mais il est possible d'exporter cette maquette dans différents formats comme le .obj, qui est le format très utilisé dans le web pour afficher des objets 3D, ou le format .ifc, le format universel utilisé par le BIM.

Le projet implique de mettre en ligne la maquette de l'atelier-appartement mais cette maquette n'est pas seulement visuelle, elle est une représentation graphique de données. Le format .obj ne peut donc pas être utilisé, malgré sa relative facilité à intégrer une page web.

Il ne reste donc plus que le format .rvt ou .ifc.

Revit a son propre viewer en ligne mais celui-ci a des fonctionnalités limitées et ne peut pas être modifié, le projet ne peut donc pas être réalisé avec ce viewer. Il ne reste donc que le format .ifc à exploiter. Il existe sur le marché plusieurs viewers en ligne de fichiers .ifc. Certains sont open source, tout comme le code source, qui est donc accessible.

Nous avons pu ainsi étudier les différentes possibilités techniques qui s'offraient à nous.

Pour permettre d'afficher en ligne la maquette, il faut un serveur pour stocker les géométries et la base de données, qui gèrent les projets, les utilisateurs. Deux possibilités s'offraient alors à nous : soit de configurer notre propre serveur pour stocker les géométries du fichier .ifc.

Mais cette étape aurait été très longue à réaliser.

La deuxième possibilité était d'utiliser un serveur spécifique au stockage de données au format .ifc, open source, déjà mis en place : BimServer (le code source est récupérable à l'adresse suivante : (<https://github.com/opensourceBIM/BIMserver>)). Ce serveur est exploitable dans un but commercial, à condition de ne pas modifier son code source, comme le stipule la licence GNU à laquelle il est soumis. Nous avons décidé d'utiliser BimServer pour stocker la maquette numérique. Il sera nécessaire d'avoir un autre serveur à disposition qui stockera les données non gérées par BimServer, pour ne pas le modifier.

Il existe plusieurs viewer IFC open source, qui utilise BimServer. Mais ils sont soumis à la licence GNU, qui ne permet pas leur modification dans un but commercial. Le choix a donc été de créer notre propre viewer qui se basera sur BimServer.

Le viewer ainsi que BimServer doivent être hébergés pour fonctionner. Dans un premier temps, nous avons déployé BimServer et un viewer open source en local, c'est à dire sur l'ordinateur, pour prendre en main l'outil. Mais un déploiement en local d'un outil permet seulement à la personne en possession de l'ordinateur de l'utiliser. Pour le rendre accessible en ligne, il faut déployer les outils sur un serveur web.

Là encore deux possibilités s'offraient à nous : soit d'utiliser un serveur physique, soit d'héberger nos outils sur un serveur prestataire. Le premier choix est le plus sûr, mais gérer la configuration d'un tel serveur est un métier à part entière et nous n'avons pas les capacités nécessaires pour le faire.

Nous avons donc choisi un serveur prestataire, de la société OVH, qui a l'avantage d'être relativement simple à configurer, et élastique : il est possible d'augmenter la consommation en ressources du serveur. Une fois le serveur web configuré, nous avons déployé dessus BimServer.

La création de la plateforme web, du moins son visuel, pouvait commencer.

### III.2 Les étapes importantes de la conception de la plateforme

#### **Gestion des utilisateurs de la plateforme :**

Développement de l'interface de gestion des utilisateurs (création, modification, suppression) qui se connecteront pour pouvoir accéder à un projet.

#### **Gestion des projets sur la plateforme :**

Développement de l'interface qui servira à gérer les projets (création, modification, suppression). Cette étape sera surtout utile quand plusieurs projets seront en ligne sur la plateforme.

#### **Afficher la maquette sur la plateforme :**

Cette dernière est une des étapes les plus compliquées de la conception de la plateforme.

Dans un premier temps nous nous sommes inspirés de viewer existant. Nous avons donc réalisé notre viewer grâce à la technologie ThreeJS, le viewer récupérant la maquette au format GLTF dans BimServer. Néanmoins ce n'était pas viable car le serveur mettait beaucoup de temps à générer le modèle, qu'il fallait ensuite télécharger et charger avec ThreeJS.

Cette solution a donc été abandonnée. Nous avons décidé d'utiliser des technologies plus natives, pour gagner en performance, en récupérant les géométries stockées dans BimServer au format JSON, et de les rassembler pour former la maquette 3D nativement en WebGL, une technologie qui interagit directement avec la carte graphique de l'ordinateur.

Cette étape réalisée, il est ainsi possible de visualiser la maquette en ligne, au format ifc.

Aucun travail sur le design de la plateforme n'a pour le moment été fait, notre approche étant ciblée seulement sur l'aspect fonctionnel de la plateforme.

#### **Afficher les données liées à un élément de la maquette**

La maquette a pour but d'être interactive : chaque élément de la maquette contient des informations qui seront affichées via la plateforme. Certaines informations sont stockées dans le format IFC de la maquette.

Actuellement, notre travail se concentre sur ce point : l'extraction des informations stockées dans BimServer.

En parallèle une base de données a été créée pour stocker les autres données exclues de la maquette lors de sa conception (par exemple des archives). Mais la liaison entre cette base et les éléments de la maquette en ligne n'a pas encore été faite.

Celle-ci risque de s'avérer longue et difficile : chaque élément de la maquette devant être relié avec la bonne donnée. Une fois les données accessibles, il faudra les afficher sur la plateforme, lorsque l'utilisateur souhaite les voir.

### **III.3 ce qu'il reste à faire :**

#### **Améliorer l'interface maquette/utilisateur :**

Pour que l'utilisateur puisse visiter la maquette de l'appartement-atelier, il est nécessaire de développer un mode de caméra subjective, qui permet à l'utilisateur de se déplacer dans la maquette comme une visite virtuelle.

#### **Créer l'interface de la plateforme :**

Dans cette étape, l'objectif est de rendre ergonomique la plateforme pour que les utilisateurs n'aient pas de difficultés à la visiter. L'objectif est de la rendre simple, intuitive et agréable.

A cette étape-là, la plateforme sera bien fonctionnelle.

#### **Création du mode interactif**

La plateforme a pour vocation d'être interactive.

Un mode édition doit être créé pour que l'utilisateur puisse apporter des modifications. Celles-ci doivent être analysées par un modérateur qui valide ou non la proposition.

Dans cette étape, la question est de savoir s'il est possible et s'il faut modifier directement en ligne la maquette.

Actuellement aucune solution n'a été trouvée pour modifier directement la maquette en ligne, sans passer par Revit, et donc sans recharger sur la plateforme la maquette. Mais cela permettrait de ne pas créer de décalage entre ce qui est visible en ligne et ce qui est contenue dans la maquette.

#### **Problème d'affichage**

Un problème d'affichage demeure et n'a été que partiellement résolu : entre le format .rvt et .ifc, il y a une perte d'informations, notamment graphique, lors de l'export de Revit vers un format .ifc.

Ces pertes s'estomperont avec les différentes mises à jours à la fois du logiciel et du format .ifc. Il est également possible de diminuer ces pertes d'informations lors de la conception de la maquette en respectant certaines règles de correspondance entre Revit et ifc.

## BUDGET RÉALISÉ SUR 2018/2019

En termes financiers, le budget des frais engagés a été de 75.000 € supérieur au budget prévisionnel initial qui était de 100.080€.

La principale raison de cette augmentation tient dans le fait que les différents développements de la plateforme et la mise en ligne de la maquette numérique se sont heurtés à des difficultés majeures d'ordre technique. Un certain nombre de « verrous technologiques » ont dû être résolus, ce qui a nécessité à la fois des temps de développement plus importants et le recrutement d'ingénieurs informatiques spécialisés, qui n'était pas envisagé au départ.

Au niveau des ressources, la BPI n'a pas donné de suite à notre dossier de subvention- Innov'up.

Par ailleurs, la Fondation Le Corbusier qui devait financer ce projet à hauteur de 40.000€ n'a pas pu abonder à ce financement : Sa contribution a été essentiellement « humaine » grâce à sa participation à la définition et au contenu de la plateforme.

CHARGES	MONTANT	PRODUITS	MONTANT
<b>CHARGES DIRECTES</b>		<b>RESSOURCES DIRECTES</b>	
<b>60 – Achats</b>	500 €	<b>70 – Vente de produits finis, de marchandises, prestations de services</b>	
Prestations de services		<b>74 – Subventions d'exploitation<sup>1</sup></b>	83 190 €
Achats matières et fournitures		État : préciser le(s) ministère(s), direction(s) ou service(s) déconcentrés sollicité(s)	
Autres fournitures - petit matériel	500 €	Subvention AAP SNI 2017	30 000 €
<b>61 – Services extérieurs</b>	6 000 €	-	
Locations		Région(s) :	
Licence mensuelle logiciel spécifiques	6 000 €		
Entretien et réparation		-	
Assurance		-	
Documentation		Département(s) :	
Autres		-	
<b>62 – Autres services extérieurs</b>	26 200 €	-	
Rémunérations intermédiaires et honoraires		-	
Propriété industrielle: honoraires & recherches associées		-	
Publicité, publication		-	
Déplacements, missions		Communes(s) :	
Frais généraux - forfait évalué à 20% des charges de personnel	26 200 €		
Services bancaires, autres		-	
Autres		Organismes sociaux (détailler) :	
<b>63 – Impôts et taxes</b>	0 €	-	
Impôts et taxes sur rémunération		Fonds européens :	
Autres impôts et taxes		-	
<b>64 – Charges de personnel</b>	131 000 €	-	
Rémunération des personnels + Charges sociales			
Didier Groux, Expert bâti ancien - Chef de projet	10 500 €		
Mathieu Bruez, Ingénieur des Mines, responsable technologique	15 000 €		
Informaticien / Gestion de projet	48 000 €	Autres établissements publics / Ministère de la recherche / DGFiP	
Informaticien / modélisation BIM	19 000 €		
Informaticien / Développement spécialisé 3d	36 000 €	<b>Label JEI / Crédit Impôt Recherche</b>	53 190 €
Stagiaires (école des Mines, école architecture...)	2 500 €		
Autres charges de personnel		Aides privées	
<b>65 – Autres charges de gestion courante</b>		<b>75 – Autres produits de gestion courante</b>	0 €
<b>66 – Charges financières</b>		Dont cotisations, dons manuels ou legs	
<b>67 – Charges exceptionnelles</b>		<b>76 – Produits financiers</b>	
<b>68 – Dotation aux amortissements matériel informatique</b>		<b>78 – Reprises sur amortissements et provisions</b>	
<b>69- Impôt sur les bénéfices, Participation des salariés</b>	6 000 €	<b>79- Transfert de charges</b>	
<b>CHARGES INDIRECTES REPARTIES AFFECTEES AU PROJET</b>	0 €	<b>RESSOURCES PROPRES AFFECTEES AU PROJET</b>	0 €
Utilisation du matériel informatique A-BIME - Investissements récupérables sur la durée du programme au prorata des investissements réalisés (10%)		<b>Fondation Le Corbusier</b>	0 €
<b>Frais financier</b>		A-BIME / Autofinancement - Programme R&D	92 510 €
Autres			
<b>TOTAL DES CHARGES</b>	<b>175 700 €</b>	<b>TOTAL DES PRODUITS</b>	<b>175 700 €</b>



Compte tenu de ces difficultés, A-BIME avait le choix d'arrêter purement et simplement ce projet faute de financement.

Compte tenu de l'intérêt des différents développements déjà engagés, A-BIME a fait le choix de les poursuivre en les intégrant dans son programme de R&D et en les autofinçant.

A-BIME ayant le label JEI, une partie des frais engagés, en particulier les frais de personnel, est éligible au Crédit Impôt Recherche (CIR) et a pu ainsi être remboursé. Cet apport a contribué à hauteur 53.190€ au financement. Les charges restantes ont été autofinancées par A-BIME sur ses fonds propres.

## ANNEXES

Annexe 1 – Rescrit JEI / A-BIME

Annexe 2 - GEORES Milan 2019 / 2nd INTERNATIONAL CONFERENCE OF GEOMATICS AND RESTORATION.  
*LE CORBUSIER'S APARTMENT-STUDIO : 3D MODEL DATA OF PRELIMINARY RESEARCH FOR THE RESTORATION*



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Paris, le 11 avril 2018

**DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES**

**DRFIP D'ILE-DE-FRANCE ET DU DÉPARTEMENT DE PARIS  
PÔLE FISCAL PARISIEN 2**

**DIVISION DU CONTENTIEUX DES PROFESSIONNELS**

11 rue de la Banque  
75075 PARIS Cedex 02

MÉL. : marie-anne.kerroux@dgfip.finances.gouv.fr

**POUR NOUS JOINDRE :**

Affaire suivie par Marie-Anne KERROUX

Téléphone : 01 49 26 23 80

Réf : n° 2018 - 22

**SAS A-BIME**  
**Par son représentant légal**

**148 rue de l'Université**  
**75007 - PARIS**

Objet : votre demande de statut jeune entreprise innovante (JEI)

Monsieur,

Par courrier reçu le 10/01/2018, complété par courriel du 22/01/2018, vous avez saisi la division du contentieux des professionnels du pôle fiscal parisien 2 d'une demande de rescrit formulée dans le cadre de la procédure prévue à l'article L 80 B 4° du Livre des Procédures Fiscales (LPF), concernant l'éligibilité de la SAS A-BIME au dispositif prévu à l'article 44 sexies 0A du Code général des impôts en faveur des jeunes entreprises innovantes (JEI) pour les exercices clos les 31/05/2016, 31/05/2017 et 31/12/2017.

**Concernant les exercices clos les 31/05/2016 et 31/05/2017 :**

**Pour ces 2 exercices, votre demande n'entre pas dans le cadre de la procédure de rescrit prévue à l'article L.80 B - 4° du Livre des procédures fiscales.**

En effet, la prise de position de l'administration effectuée au titre du rescrit Jeune Entreprise Innovante en vertu de l'article précité, doit être exprimée antérieurement à la date d'expiration du délai de souscription de la déclaration de résultats.

Ce délai de déclaration expirait trois mois après la clôture de l'exercice, soit le 31/08/2016 pour l'exercice clos le 31/05/2016, et le 31/08/2017 pour l'exercice clos le 31/05/2017.

Votre demande a été déposée après cette date.

Pour ces deux exercices, la réponse n'est donc pas formulée au titre de l'article L. 80 B - 4° du LPF, mais considérée comme une simple réponse à une demande de renseignements.

  
**MINISTÈRE DE L'ACTION  
ET DES COMPTES PUBLICS**

1/4

## 1. Vous m'avez communiqué les éléments suivants à l'appui de votre demande :

Vous avez décrit le projet de recherche de la SAS A-BIME dans le questionnaire reçu le 10/01/2018 (complété par courriel du 22/01/2018).

Vous indiquez que la société, qui a été créée le 23/06/2015, est âgée de moins de huit ans, et vous avez précisé les éléments du bilan pour les exercices clos les 31/05/2016, 31/05/2017 et 31/12/2017.

Selon le questionnaire (complété par courriel du 22/01/2018), l'effectif moyen employé par votre société est de 3 salariés pour chacun des trois exercices.

Le chiffre d'affaires est de 178 000 € pour l'exercice 2015/2016, 224 000 € pour l'exercice clos le 31/08/2017, et de 110 000 € (prévisionnel) pour l'exercice clos le 31/12/2017.

Pour l'exercice 2015/2016, le montant des dépenses de recherche et développement est de 178 000 € et le montant des charges totales de l'entreprise est de 239 000 €. Le ratio est de 74,47 %.

Pour l'exercice clos le 31/05/2017, le montant des dépenses de recherche et développement est de 296 000 € et le montant des charges totales de l'entreprise est de 329 000 €. Le ratio est de 89,96 %.

Pour l'exercice clos le 31/12/2017, le montant prévisionnel des dépenses de recherche et développement est de 120 000 € et le montant des charges totales de l'entreprise est chiffré à 180 000 €. Le ratio est de 66,66 %.

Le capital de la société est détenu par :

- Didier GROUX pour 40 %
- Marie-Cécile GROUX pour 32 %
- Mathieu BRUEZ pour 8 %
- LB HOLDING pour 20 %.

Vous précisez dans le questionnaire que la création de la SAS A-BIME ne résulte pas d'une concentration, d'une restructuration, d'une extension d'activités préexistantes ou d'une reprise d'activité.

## 2 . Votre demande de confirmation :

Vous souhaitez avoir confirmation de l'administration fiscale que la SAS A-BIME peut être qualifiée de jeune entreprise innovante au sens de l'article 44 sexies 0-A du Code Général des Impôts (CGI) au titre des exercices clos les 31/05/2016, 31/05/2017 et 31/12/2017.

## 3. La situation décrite met en jeu les dispositions suivantes :

L'article 44 sexies 0-A du Code Général des Impôts dispose que « Une entreprise est qualifiée de jeune entreprise innovante réalisant des projets de recherche et de développement lorsque, à la clôture de l'exercice, elle remplit simultanément les conditions suivantes :

1° elle est une petite ou moyenne entreprise, c'est-à-dire employant moins de 250 personnes, et qui a soit réalisé un chiffre d'affaires inférieur à 50 millions d'euros au cours de l'exercice, ramené ou porté le cas échéant à douze mois, soit un total du bilan inférieur à 43 millions d'euros. L'effectif de l'entreprise est apprécié par référence au nombre moyen de salariés employés au cours de cet exercice ;

2° elle est créée depuis moins de huit ans ;

3° a. elle a réalisé des dépenses de recherche, définies aux a à g du II de l'article 244 quater B, représentant au moins 15 % des charges fiscalement déductibles au titre de cet exercice, à l'exclusion des charges engagées auprès d'autres jeunes entreprises innovantes réalisant des projets de recherche et de développement ;

b. ou elle est dirigée ou détenue directement à hauteur de 10 % au moins, seuls ou conjointement, par des étudiants, des personnes titulaires depuis moins de cinq ans d'un diplôme conférant le grade de master ou d'un doctorat, ou des personnes affectées à des activités d'enseignement ou de recherche, et elle a pour activité principale la valorisation de travaux de recherche auxquels ces dirigeants ou ces associés ont participé, au cours de leur scolarité ou dans l'exercice de leurs fonctions, au sein d'un établissement d'enseignement supérieur habilité à délivrer un diplôme conférant au moins le grade de

2/4

*master. Les conditions dans lesquelles est organisée cette valorisation sont fixées dans une convention conclue entre l'entreprise et l'établissement d'enseignement supérieur, dont le contenu et les modalités sont précisés par décret en Conseil d'Etat. Ce décret définit notamment la nature des travaux de recherche qui font l'objet de la convention, les prestations dont peut bénéficier l'entreprise et les modalités de rémunération de l'établissement d'enseignement supérieur ;*

*4° son capital est détenu de manière continue à 50 % au moins :*

*a. par des personnes physiques ;*

*b. ou par une société répondant aux mêmes conditions dont le capital est détenu pour 50 % au moins par des personnes physiques ;*

*c. ou par des sociétés de capital-risque, des fonds communs de placement à risques, des fonds professionnels spécialisés relevant de l'article L. 214-37 du code monétaire et financier dans sa rédaction antérieure à l'ordonnance n° 2013-676 du 25 juillet 2013 modifiant le cadre juridique de la gestion d'actifs, des fonds professionnels de capital-investissement, des sociétés de libre partenariat, des sociétés de développement régional, des sociétés financières d'innovation ou des sociétés unipersonnelles d'investissement à risque à la condition qu'il n'existe pas de lien de dépendance au sens des deuxième à quatrième alinéas du 12 de l'article 39 entre la société en cause et ces dernières sociétés ou ces fonds ;*

*d. ou par des fondations ou associations reconnues d'utilité publique à caractère scientifique, ou par une société qualifiée elle-même de jeune entreprise innovante réalisant des projets de recherche et de développement ;*

*e. ou par des établissements publics de recherche et d'enseignement ou leurs filiales ;*

*5° elle n'est pas créée dans le cadre d'une concentration, d'une restructuration d'une extension d'activités préexistantes ou d'une reprise de telles activités au sens du III de l'article 44 sexies. »*

#### **4. Au vu des éléments portés à ma connaissance, la confirmation souhaitée peut vous être apportée :**

Les conditions tenant à l'âge de la société (moins de 8 ans), à sa taille ( nombre de salariés employés, chiffre d'affaires), à l'engagement d'un montant minimal de dépenses de recherche, aux conditions de détention de capital et au caractère réellement nouveau de l'activité de votre entreprise sont remplies.

Le projet de recherche de la SAS A-BIME décrit dans le questionnaire reçu le 10/01/2018 (complété par courriel du 22/01/2018) a été communiqué par mes services pour expertise à la Délégation Régionale à la Recherche et à la Technologie (DRRT) d'Ile de France qui, après expertise dont je partage les conclusions, a émis un avis favorable le 02/04/2018 (copie jointe).

En conclusion, au vu des éléments susmentionnés, la situation évoquée me permet de considérer qu'elle entre dans le champ des dispositions dont vous sollicitez le bénéfice. **Votre société peut donc bénéficier du statut de jeune entreprise innovante au titre des exercices clos les 31/05/2016, 31/05/2017 et 31/12/2017.**

Toutefois, cette réponse ne vaut pas prise de position formelle au sens des articles L. 80 A et L. 80 B du Livre des procédures fiscales pour les exercices clos les 31/05/2016 et 31/05/2017.

#### **5. J'appelle votre attention sur le fait que cette réponse ne pourra pas être invoquée :**

- dès lors que les éléments portés à ma connaissance seraient incomplets ou inexacts ;
- ou en cas de modification ultérieure de la situation présentée dans votre demande ;
- ou en cas de modification ultérieure de la législation ou de la doctrine ;
- dans le cadre d'une autre situation, même analogue, ou par un autre contribuable non visé dans la demande.

Si vous entendez contester le sens ou la portée de cette réponse, vous disposez d'un délai de 2 mois à compter de la réception de ce courrier pour m'informer de votre intention de solliciter un second examen de votre demande initiale dans les conditions prévues à l'article L 80 CB du Livre des Procédures Fiscales, à l'exception d'éléments nouveaux.

Dans cette hypothèse, je vous saurais gré de me faire savoir si vous souhaitez, vous-même ou par l'intermédiaire de votre conseil, être entendu par le collège compétent pour formuler un avis sur votre demande de second examen.

Je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

Pour le directeur régional des finances publiques de la DRFIP d'Ile de France et de PARIS  
L'Inspectrice principale des Finances Publiques



Christine TROUSSIER

## Rapport d'expertise Jeune Entreprise Innovante

### Identification du dossier

**Société :** A-BIME  
**Contexte :** Rescrit JEI  
**Expert :** Anne Laurent  
**Commanditaire de l'expertise :** MESRI - DRRT Île-de-France  
**Date de la demande d'expertise :** 08/03/2018  
**Date de l'expertise :** 02/04/2018

### Engagements de l'expert

#### Engagement de respect de l'obligation du secret professionnel

Je m'engage, conformément aux dispositions de l'article L 103 du livre des procédures fiscales, à respecter l'obligation du secret professionnel pour l'ensemble de mon activité d'expertise sur ce dossier.

#### Article L 103 du Livre des procédures fiscales :

*L'obligation du secret professionnel, telle qu'elle est définie à l'article 226-13 du Code pénal, s'applique à toutes personnes appelées à l'occasion de leurs fonctions ou attributions à intervenir dans l'assiette, le contrôle ou le contentieux des impôts, droits, taxes et redevances prévus par le code général des impôts.*

*Le secret s'étend à toutes les informations recueillies à l'occasion de ces opérations.*

*L'article 226-13 du Code pénal précise : La révélation d'une information à caractère secret par une personne qui en est dépositaire soit par son état ou sa profession, est punie d'un an d'emprisonnement et de 15 000 euros d'amende.*

#### Déclaration d'absence de conflit d'intérêt

J'atteste que sur ce dossier, je n'ai pas rencontré de conflit d'intérêt, c'est-à-dire qu'à aucun moment je ne me suis trouvé dans une situation qui ne m'aurait pas permis d'assurer ma mission avec neutralité (existences préalables de liens d'intérêts avec l'entreprise ou de relations de connaissance au sein de l'entreprise, interventions diverses réalisées dans des sociétés concurrentes) et où mon jugement professionnel aurait pu être influencé par des intérêts secondaires.

Le 02/04/2018



## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Analyse générale du dossier présenté</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>ACTIVITÉ DE LA SOCIÉTÉ</b>	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>CONDITION DE L'EXPERTISE</b>	<b>3</b>
<b>1.3</b>	<b>AVIS GLOBAL SUR L'ORGANISATION DU DOSSIER</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Analyse des travaux de R&amp;D</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>APPROCHE DE L'ENTREPRISE – LISTE DES PROJETS PRÉSENTÉS</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>ELIGIBILITÉ DU PROJET</b>	<b>3</b>
2.2.1	Résumé des objectifs du projet	3
2.2.2	Analyse du projet	3
2.2.3	Synthèse de l'avis sur l'éligibilité des travaux du projet	4
<b>3</b>	<b>Qualification des personnels</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Avis global</b>	<b>4</b>



# **1 ANALYSE GENERALE DU DOSSIER PRESENTE**

---

## **1.1 Activités de la société**

La société A-BIME propose des solutions de maquettes numériques dans le domaine du patrimoine du bâti ancien et historique. Les solutions s'inscrivent donc la mutation numérique du secteur du patrimoine du bâti, travaillant sur l'utilisation des nouveaux modèles *Building Information Modeling* (BIM).

## **1.2 Condition de l'expertise**

La présente expertise a été menée à partir du dossier fourni par l'entreprise comprenant 38 pages de dossier principal (description de la société, des dépenses et de l'équipe de recherche, description détaillée du projet de recherche) et 30 pages d'annexes (CV et diplômes du personnel déclaré sur les actions de R&D).

## **1.3 Avis global sur l'organisation du dossier**

Le dossier est complet et bien structuré.

# **2 ANALYSE DES TRAVAUX DE R&D**

---

## **2.1 Approche de l'entreprise – liste des projets présentés**

L'entreprise a une expertise avérée dans le domaine du bâti ancien et historique ainsi que dans la modélisation numérique et du modèle BIM. Le projet vise à coupler ces deux paradigmes et vise à « concevoir de nouvelles méthodes d'analyse et de gestion globale des monuments historiques et bâtiments anciens » (page 14 du document).

## **2.2 Eligibilité du projet**

### **2.2.1 Résumé des objectifs du projet**

---

Le projet vise à étendre le modèle BIM pour intégrer les spécificités du bâti ancien et historique afin de permettre de construire des maquettes répondant à l'ensemble des spécificités et incluant l'ensemble des éléments nécessaires à ce contexte.

### **2.2.2 Analyse du projet**

---

La prise en main et l'extension du modèle BIM sont cruciales dans tous les domaines liés au bâtiment. Le projet exposé ici présente des verrous bien décrits dans le dossier liés aux spécificités du bâti ancien et historique.

Le projet est donc mené pour répondre aux verrous identifiés en couplant des compétences internes et externes pour faire face aux difficultés (rappelées pages 16-17-18 du dossier) : collecte et traitement des données, définition de l'ontologie, coordination des acteurs.

Deux axes sont en particulier traités : (1) reconstruction virtuelle et documentée et (2) plateforme coopérative et contributive.

### **2.2.3 Synthèse de l'avis sur l'éligibilité des travaux du projet**

---

Le projet est bien présenté. L'analyse du contexte, de l'état de l'art, des verrous, la définition des objectifs, des compétences à la fois internes et externes à convier et des axes de travaux sont définis et analysés de manière satisfaisante. Le document présente des indicateurs pertinents de R&D (collaborations, participation à un consortium, amélioration des connaissances, etc.).

## **3 QUALIFICATION DES PERSONNELS**

---

Les ressources sont adéquates. Les personnels déclarés en interne disposent du niveau d'expertise pour mener les travaux et sont complétés de manière appropriée sur des compétences externes de laboratoires et écoles.

## **4 AVIS GLOBAL**

---

Le dossier présente de manière claire et précise les différents éléments de description du contexte des travaux, notamment la spécificité du positionnement sur le bâti ancien et historique.

Les enjeux et le contenu des travaux menés sont positionnés de manière à comprendre la projection des compétences du personnel déclaré sur ces enjeux et la complémentarité par le biais des collaborations avec des laboratoires de recherche et écoles (dans les domaines du numérique et systèmes d'information notamment pour la question de la complémentarité).

Aussi, considérant que l'entreprise réunit bien toutes les conditions pour obtenir le statut de JEI, j'émet un avis favorable à l'octroi par les services fiscaux du statut JEI.

**JDA SARL**  
**Société à Responsabilité Limitée d'Architecture au capital social de 466.000 euros**  
**Siège social : 51 rue Saint Georges – 75009 Paris**  
**517 862 074 RCS Paris**

(ci-après, la "**Société**")

**Strictement privé et confidentiel**

Madame, Monsieur,

Cette lettre (l' "**Accord de Confidentialité**") a pour objet de formaliser votre consentement et votre engagement irrévocable d'assurer la confidentialité des Informations Confidentielles, selon les termes du présent Accord de Confidentialité.

**1 Informations Confidentielles**

Dans le présent Accord de Confidentialité, "Information(s) Confidentielle(s)" signifie toutes les informations, de quelque nature qu'elles soient (notamment d'ordre technique, commercial, financier, comptable, juridique et administratif) ayant trait à la Société, ses clients, dirigeants et ses projets, et qui vous auront été communiquées, par écrit, ou oralement, ou par tout autre moyen, et toutes les analyses, compilations, études et autres documents que vous pourriez préparer et qui incorporeront ou feront référence aux informations qui vous ont été transmises.

**2 Engagements**

2.1 Vous vous engagez par la signature des présentes, sans condition, limitation ou restriction aucune, à :

2.1.1 ne pas divulguer, en tout ou partie, de quelque manière que ce soit, à toutes personnes, les Informations Confidentielles (cet engagement emportant en particulier l'interdiction de procéder à toute communication sur tout support (presse et réseaux sociaux, notamment) sans l'autorisation préalable de la Société) ; et

2.1.2 nous informer de toute violation ou non-respect des obligations imposées par l'Accord de Confidentialité dont vous auriez connaissance et fournir toute l'assistance possible pour minimiser les effets d'une telle violation ou d'un tel non-respect.

2.2 Vous vous engagez, en outre, à première demande de notre part, à détruire toutes les Informations Confidentielles que vous pourriez détenir, ainsi que toutes les copies de ces documents que vous auriez pu réaliser, et à nous adresser sans délai une lettre par laquelle vous attesterez avoir procédé à ladite destruction.

2.3 Vous vous engagez à indemniser la Société de tout dommage, préjudice ou perte de quelque nature que ce soit, résultant du non-respect de l'une quelconque des obligations mises à votre charge par le présent Accord de Confidentialité.

**3 Divers**


3.1 Le présent Accord de Confidentialité prendra effet à compter de sa date de contresignature pour une durée de 10 ans.

SD MB.



- 3.2 Le présent Accord de Confidentialité est régi par le droit français.
- 3.3 Tout différend, quel qu'en soit l'objet et le fondement, se rattachant au présent Accord de Confidentialité ou qui en serait la suite ou la conséquence sera soumis à la compétence exclusive des juridictions de la Cour d'Appel de Paris.

Si la teneur de cet Accord de Confidentialité vous convient, vous voudrez bien nous indiquer votre accord en nous retournant le présent Accord de Confidentialité dûment paraphé et signé par vos soins.



JDA  
51, rue Saint-... 75009 PARIS  
Tél. 01 44 03 00 00 : 01 45 74 13 21  
Mail : [jdirand@jda.com](mailto:jdirand@jda.com)  
SIRET 517 862 074 00021 - Code APE 7111Z  
SARL au capital de 466.000€

---

**JDA SARL**  
représentée par :  
Joseph Dirand

le 10/04/2018

---

**Société A-BIME SAS**  
représentée par :  
**Mathieu BRUEZ**  
**Co-fondateur**



MB.



# LE CORBUSIER'S APARTMENT-STUDIO : 3D MODEL DATA OF PRELIMINARY RESEARCH FOR THE RESTORATION

M. Bruez<sup>1</sup>, B. Gandini<sup>2</sup>, D. Groux<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> A-BIME : expertise modelling and information of ancient buildings - (mathieu.bruez, didier.groux)@a-bime.com

<sup>2</sup> Fondation Le Corbusier - Benedicte.Gandini@fondationlecorbusier.fr

## Commission VI, WG VI/4

**KEY WORDS:** database organisation, 3D model, preservation, knowledge phase, Le Corbusier

### ABSTRACT:

Fondation Le Corbusier and A-BIME have collaborated to collect, analyse and organize preliminary research data for the restoration of the Le Corbusier's apartment-studio in Paris using a methodology based in a 3D model. This work, developed by A-BIME since 2014, has been financed by Fondation Le Corbusier thanks to a 'Keeping it modern Grant', giving by the Getty Foundation. The aim is to have faster and easier access to various data of the building by using a clear and documented digital graphic document.

For each step, the archives provided by the architect and the companies have been studied to understand and know the nature and quality of materials, technical arrangements and their on-site implementation. A study on technical installations and isolation as be provided as well by investigation in the apartment. By switching between the documents and the images, the know-how increases along with the development of the 3D model; the architectural elements have been drawn and modelled from the archive data and from the survey and diagnostic phase.

The numerical construction, based on precast elements, follows the pioneering efforts of specialized architects with the BIM (Building Information Model) technology. Thanks to the .IFC format the model has been imported in several software in order to proceed structural and hydrothermal simulations. The results have been used as guidelines by the Fondation Le Corbusier to forecast the consequences of restoration choices.

## 1. INTRODUCTION

### 1.1 Le Corbusier's apartment-studio

Le Corbusier's studio-apartment occupies the last two floors of the Molitor apartment block, located at 24, rue Nungesser et Coli. Designed and built between 1931 and 1934 by Le Corbusier and Pierre Jeanneret, his cousin and associate, the building called "24 N.C." is situated in the 16th arrondissement at the border between Paris and Boulogne. As a project for a rental building, it offered the architect the opportunity to test the validity of his urban proposals.

Radically renewing the Haussmann typology, the apartment block was built for a private developer. For Le Corbusier this was the beginning of a demonstration that his Radiant City project could provide the city dweller with air, light and greenery. Not overlooked, it benefited from fully glazed facades, constituting a radical novelty and contrasting with the surrounding buildings. Similarly, its reinforced concrete frame structure allowed the "free plan" to be implemented. As a result, the apartments, numbering two or three per floor, were delivered with just the sanitary facilities, each occupier being free to partition his apartment as he pleased. Modern comfort included both personal and service lifts, central heating, a laundry and drying room, cellars and garages in the basement and servants' rooms on the ground floor.

The architect was 44 years old when he received the commission for the Nungesser-et-Coli building. As a leader in the Modern Movement's battle against conventional architecture, the early 1930s were for him a time of great productivity since he had already received numerous commissions and was engaged in a number of urban planning projects.

In order to build his own apartment, Le Corbusier negotiated possession of the 7th and 8th floors, undertaking to build the roof of the property at his own expense. He had just married Yvonne Gallis, whom he met in 1922, and was living with her in an old, cluttered apartment in Saint-Germain-des-Prés. Le Corbusier wanted a family living environment for Yvonne and himself, the housekeeper and the dog Pinceau, as well as space for his painting and writing activities. He used the entire width of the building plot, an area of 240 m<sup>2</sup> on two levels, to lay out the four main spaces making up the studio, the apartment, the guest room and the roof garden. All are exceptionally bright thanks to the glazed façades, the windows overlooking the courtyard and the skylights, for which the architect used the full range of Saint-Gobain products, including the famous Nevada glass bricks.

The architect would inhabit this apartment studio from 1934 until his death in 1965.

Access to the apartment is via a passageway reached by a service staircase and equipped with a service lift. The seventh floor contains the entrance, living room, kitchen, and atelier. The eighth and last floor contains a guest room and access to the roof garden.

---

\* Corresponding author

The volumes of the studio-apartment were structured by the polychromy of the walls, while spatial continuity was emphasized by the grid-pattern tiles covering the floor. The main entrance is at the epicentre of the apartment's four areas. The handrail-free helical staircase leads up through a glass cube to the guest room and roof garden.

The large, pivoting wooden doors permit to open and close the various spaces of the apartment. Marked by a striking contrast between traditional architecture and modern technology, the Studio, this "atelier of patient research", extends under a curving arch 12 meters long.



Figure 1. Le Corbusier in his atelier - © FLC-ADAGP

Situated at the end of the corridor leading to the studio, the servant's room is endowed with real comfort for the time: a picture window looking onto the courtyard, electric lighting, a cupboard and even a water tap.

The living room was arranged around the casing enclosing the lift machinery and the space taken up by the service lift and the chimney. The walls were faced with panels of oak-veneered plywood and the room furnished with the *Canapé* and *Grand Confort* armchair, co-designed by Le Corbusier, Pierre Jeanneret and Charlotte Perriand. As in the rest of the apartment, works of art (by Le Corbusier himself, but also paintings by Fernand Léger or, sculptures by Jacques Lipchitz) and "poetic reaction" objects (shells, bones, pebbles) were displayed in the niches and on the picture rails. Their arrangement was frequently varied.

The kitchen communicates with the dining room. It is equipped with built-in furniture, a total innovation for the time. Two storage units structure the space and support worktops overlaid with pewter. In the area for preparing meals, the double sink receives light from a small courtyard. The walls are faced with white earthenware tiles. Stove and refrigerator are housed in their own niches. The service door opens on to a passageway leading to the servant's room. This is located on the far side of the apartment, thus preserving the couple's intimacy.

The dining room has a sweeping view of Boulogne from a large picture window, which was remodelled several times, and from a balcony-loggia. The geometrical stained-glass window was made in Reims by the artist Brigitte Simon and added in 1949. A red woollen rug, woven in Tlemcen, Algeria, sets off the marble table designed by Le Corbusier and surrounded by four Thonet armchairs.



Figure 2. After the restoration work, the living room © ANTOINE MERCUSOT/ FLC-ADAGP -

Le Corbusier was fascinated by ocean liners and used their cabins as inspiration for the layout of his marital bedroom. He invented a raised bed resting on two feet and with a headrest fitted to the wall, its height allowing the couple to admire a view of Boulogne over the "dizziness-free" balcony balustrade. Madame had a vanity and her own bathroom with a hip bath; Monsieur had his shower and wash-hand basin - toilet and bidet were shared. Clothes were stored in ingeniously designed furniture, part of a particularly elaborate piece of domestic economy.

The guest room was intended mainly for stays made in Paris by Le Corbusier's mother. It is equipped with a shower and wash-hand basin and divided up by a storage cabinet at mid-height grandly surmounted by a central heating device.

In his projects Le Corbusier conceived a green space on the rooftops of Paris, blending into the surrounding urban environment. Between the two rounded vaults at the top of the building, he laid out a roof garden offering a breathtaking view of Boulogne and Paris.



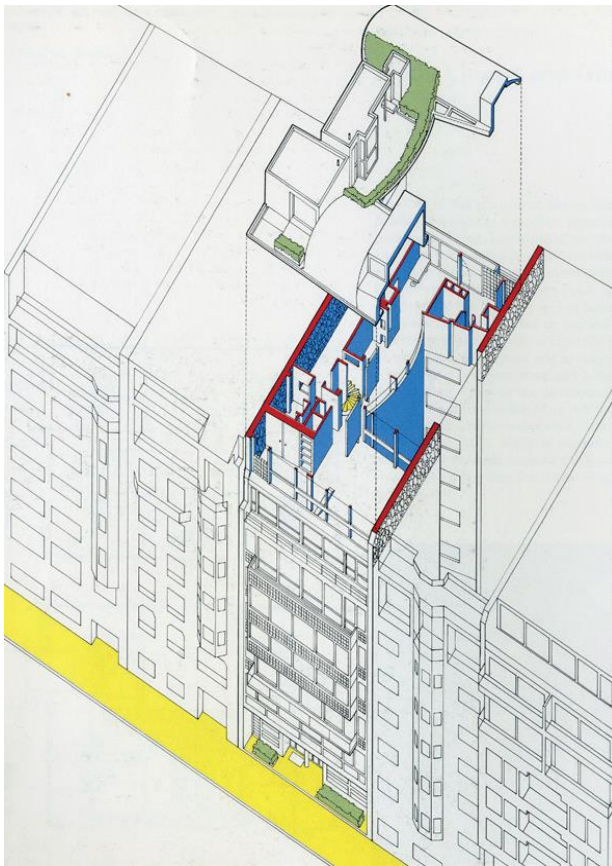


Figure 3. Sherwood, 1978

The property of the Le Corbusier Foundation, the apartment-studio, awarded the Maison des Illustres seal of approval, was listed as a historic monument in 1972, and the entire building in 2017. Since 2016, as the world's first apartment building with entirely glazed façades, it has been part of a UNESCO World Heritage Site comprising a series of 17 works by Le Corbusier.

## 1.2 The restoration works

The apartment has reopened its doors to the public in 2018, following two years of restoration works led by the Fondation Le Corbusier.

Despite its status as an icon of twentieth-century architecture, together with an aura of memory of the main architect of modernity, Le Corbusier's studio-studio has been little studied. Therefore, the Le Corbusier Foundation decided that this campaign should be an opportunity to increase the historical and material awareness of the apartment, through preliminary studies, but also by paying the greatest attention to the discoveries and observations made during the construction site. These studies also shed light on the restoration project options that have not yet been defined. The restoration work was based on historical and scientific studies carried out by Graf Franz, Marino Giulia (Graf, Marino, 2014).

Also Hubert Marie-Odile in collaboration with Carolina Hall and Julie Schroeter, Study of polychromes, wood and metal furniture, study 24 by Le Corbusier, 24 rue Nungesser et Coli, Paris 16, provisional version, May 2015.

## 2. 3D MODEL CONSTRUCTION

### 2.1 construction method

The 3D model has been built element by element according to the information found in the archives completed and verified with in situ non-destructive investigations.

### 2.2 Archive

Several archive center have been searched in order to collect has many document has possible. At the end, more than 7500 documents have been collected, documents from different nature : letters, bills, drawing, plans, ... A first Excel database has been created to store these informations, reusing some work already done by the Foundation, and adding other documents after (structural works plans, ...). A the end the database links each document with the part of the appartement it describes.

### 2.3 Research in situ (camera-georadar )

The apartment has been analyzed using infrared camera and géoradar. The first device has been used to observe the construction detail of the apartment: the exact position of the poles and the beams, the exact dimension of the bricks, ... verifying the archives information and discovering some details never seen before (the specific disposition of the bricks used to build the shower, ...).



Figure 4. © A-BIME: Infrared camera picture: structure of the bedroom wall

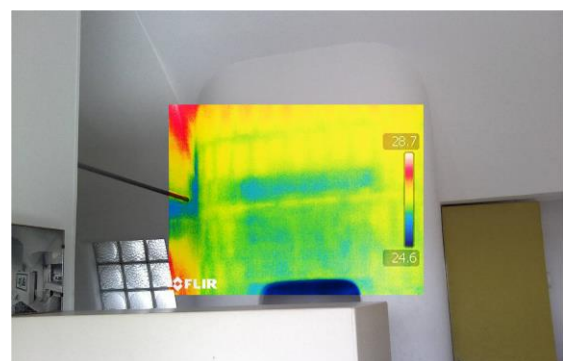


Figure 5. © A-BIME: Infrared camera picture: structure of the shower wall

The radar has then been used to collect information about the thickness of the concert element and about the iron framework.

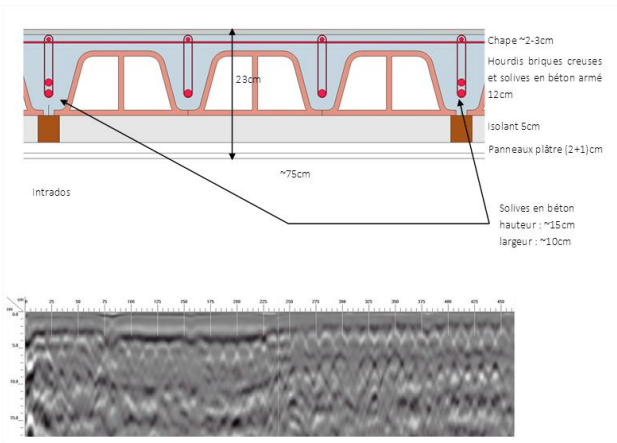


Figure 6. © A-BIME: Radargramme: structure of the vault

### 2.4 On site measurement

In addition, multiple thermal and hygrothermal sensor have been placed inside and outside of the apartment. The data have been acquired during two years and has been used to compare and calibrate the numerical simulations.

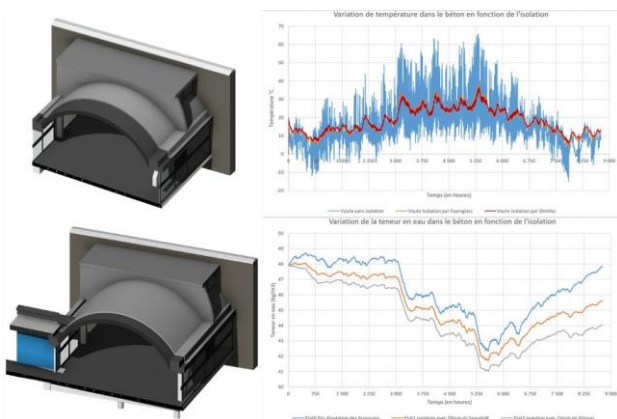


Figure 7. On-site measurement results

### 2.5 3D model construction

The model has been built with the software Revit with all the information collected before. Each element has been construed thanks to the archive's information and the onsite investigations.

The informed elements have then been placed in the 3D model thanks to a point cloud of the apartment delivering the exact position where each element must be.

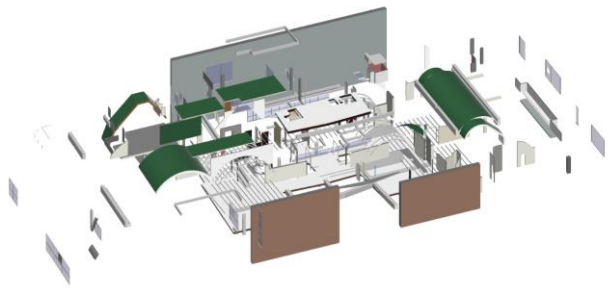
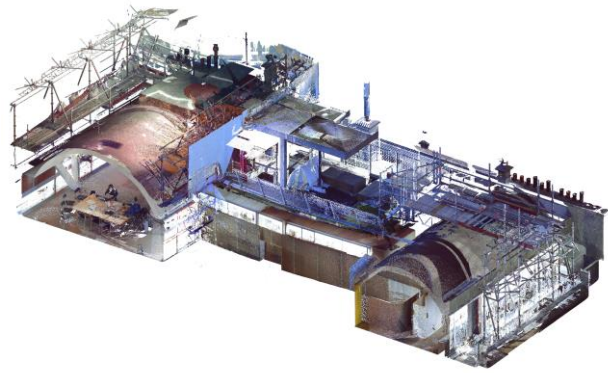


Figure 8. 3D model of the apartment

Requesting the model we verified that the amount of material used to build the numerical model is very close to the amount of materials paid by Le Corbusier for its apartment:

Brique creuse		Volume (m <sup>3</sup> )	Surface (m <sup>2</sup> )
Toit cuisine		0.8	7.4
Plancher bas 8e Chambrbe amis		2.91	24.49
Toit Sejour		5.84	53.53
Toit atelier		4.64	42.92
Toit Chambre		0.94	8.71
Toit Chambre amis		1.93	17.72
Toit terrasse		3.63	32.99
Toit Edicule		2.34	21.26
<b>Total</b>		<b>23.02</b>	<b>209.02</b>
Solomite		Volume (m <sup>3</sup> )	Surface (m <sup>2</sup> )
Plafond plat Chambre		0.24	3.48
Plancher bas 8e Chambrbe amis		1.85	26.49
Mur Ouest Edicule		0.16	2.24
Toit Chambre amis		1.24	17.72
Mur Sud Chambre amis		0.41	5.83
Toit terrasse		2.31	32.99
Toit Edicule Ascenseur		0.19	2.72
Toit Edicule		1.49	21.26
Toit Atelier plat		1.07	15.34
Toit Chambre amis plat		0.92	13.14
Plafond ascenseur commun		0.18	2.61
Mur Nord Chambre amis		0.81	11.54
<b>Total</b>		<b>10.88</b>	<b>155.36</b>

Figure 9. Parallel between materials paid by Le Corbusier and quantities exported from the 3D model

### 3. UTILISATION MODEL 3D

#### 3.1 IFC format creation

IFC format (Industry Foundation Classes) is an open object-oriented file format used for BIM (Building Information Modeling) based projects. It allows interoperability between different software. So, it is possible to export digital MockUp built thanks to the software Revit (which has a specific format: rvt) in an IFC format. For each object, it contains its geometry and different information such as the materials, the construction date, etc...

However, loss of data is possible during the exportation from .rvt file to .ifc file. That's why, during the building of the digital MockUp in Revit, it is very important to make precise correspondence between the categories used in Revit and the classes IFC in order to limit this loss. The software has the tools needed to define this correspondence. Some searches are made to erase the loss of data.

Thanks to the ifc format, it is possible to put on the internet the digital MockUp which is a graphical representation of data.

#### 3.2 Archive documents database

IFC format allows an exportation of data to database. This database will store different data from building to all the elements of a room. It will also contain all the historical archives used to the building of the MockUp.

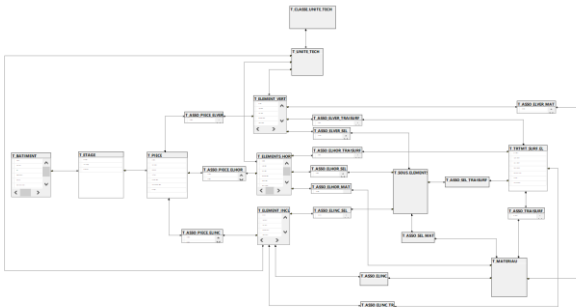


Figure 10 . Actual UML Diagram of the database

In the future, the database will also be filled by a software which will be used by different contributors of a project (from the archaeologist to the structures and materials engineer for instance).

#### 3.3 Numerical simulation

Thanks to the .IFC format the model has been analysed with several software in order to provide different type of simulation to guide the restoration choices.

##### Structural simulations

Simulations have been made in order to verify the stability of the concrete vaults

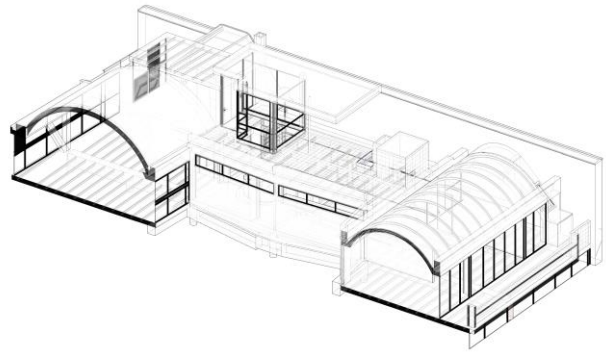


Figure 11. Numerical structure model

##### Thermal simulation

These simulations have been made in order to verify if an insulating layer on the vaults will be useful to reduce the summer inside temperature.

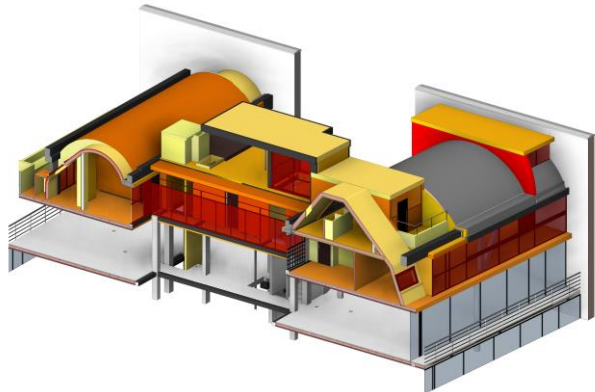


Figure 12 Numerical model with thermal heat loss represent with a scale of red

##### Hydrothermal simulations

Several hydro thermal simulations have been made in order to understand the impact of an insulation layer on the concrete preservation.

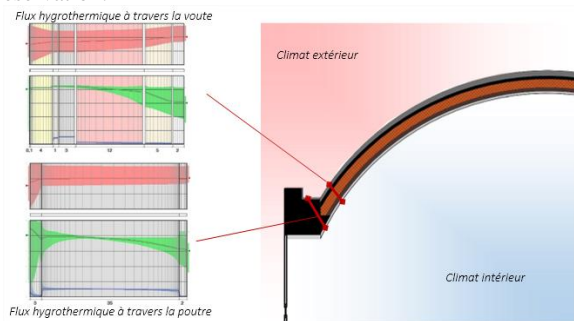


Figure 13. Hydro thermal 2D simulation to study the protection of the concrete layer

**Light simulation**

The model has also been used to create a light simulation resulting in a map of the apartment with the average natural illumination in a year. This cartography indicates areas where the works of art will not be damaged by sun beams.

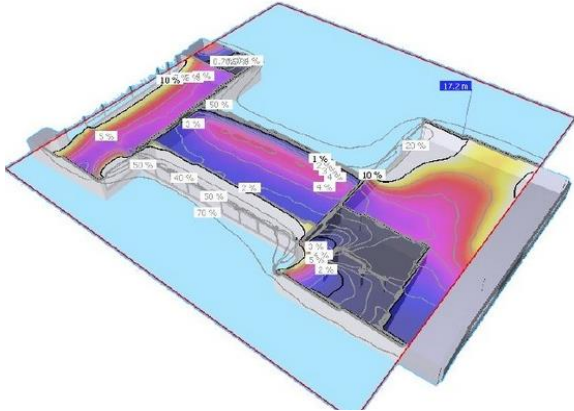


Figure 14. Cartography of natural illumination of the appartement

**3.4 Cultural mediation**

By linking the MockUp and the database in a web project, it will be possible for people to interact with the MockUp : different data of an element of the building will be accessible online, such as photos, archive about the selected element, etc...

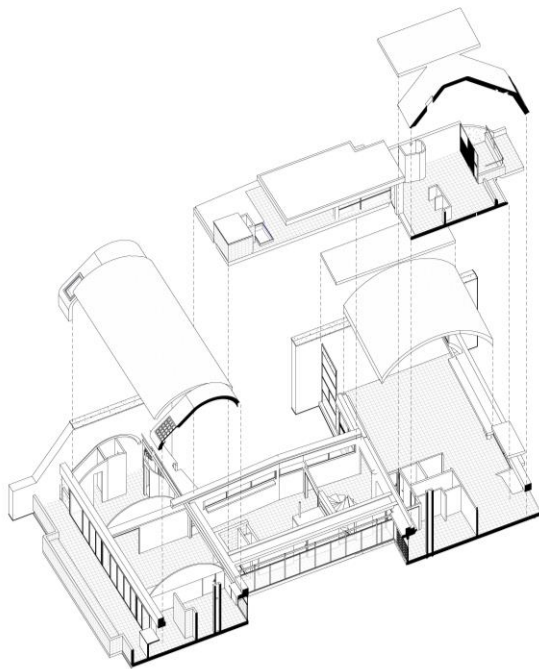


Figure 15. 3D model used to explain the different part of the appartement

The different states of the building through time (for instance Le Corbusier made some change in his apartment during his life)

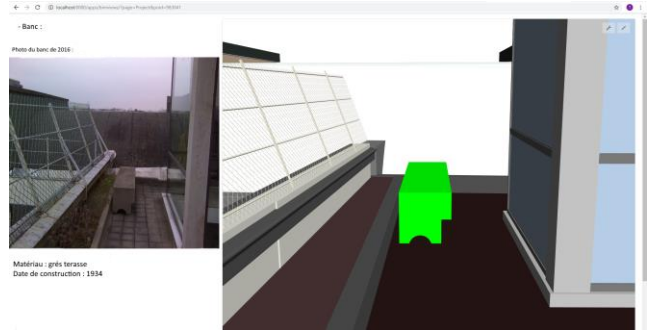


Figure 16. By clicking on the bench, information about it appear.

The second stage of the cultural mediation project is to create a collaborative platform between the MockUp and visitors: For instance, if someone has an information about on element of the building which does not appear on the MockUp, he will be able to add the information. It will allow to have the best knowledge possible of the building.

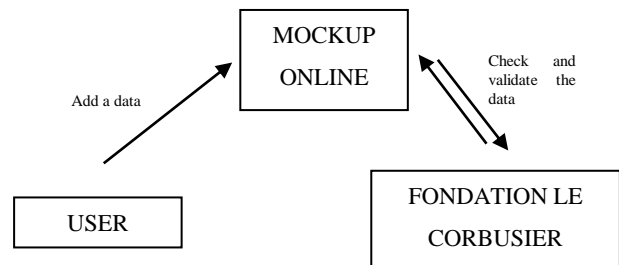


Figure17. Schematic diagram of the collaborative platform

## REFERENCES

Franz G., Marino G., 2014. The studio apartment of Le Corbusier, 24 NC, Study of heritage and recommendations 1931-2014, Laboratory of Techniques and Safeguard of Modern Architecture, EPFLENACTSAM.

Sherwood R., 1978. Modern housing prototypes , Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, and London, pp.83-86.

Jacquot K., Messaoudi T., De Luca, L., 2015. Knowledge-based approach for the 3D modeling of masonry structures. Proceedings of 2nd IEEE / Eurographics International Congress on Digital Heritage (2015), Vol. 2, Assessment of Methodologies and Tools in DH2015.

R. Volk, J. Stengel, F. Schultmann, "Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs", Autom. Constr., vol. 38, pp. 109-127, Mar. 2014.

Neveü A., 2016. Comment mettre en oeuvre le carnet numérique de suivi et d'entretien du logement ? Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature-Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages. Rapport 2016.

Livre Blanc 2014. Maquette numérique et gestion patrimoniale. Préparer la révolution numérique de l'industrie immobilière, Caisse des dépôts et consignation.

Historic England 2017. BIM for Heritage: Developing a Historic Building Information Model. Swindon. Historic England.

Baik, Ahmad & Alitany, Ayman & Boehm, Jan & Robson, Stuart, 2014. Jeddah Historical Building Information Modelling "JHBIM" – Object Library. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. II-5. 41-47. 10.5194/isprsannals-II-5-41-2014.