



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

Construction de 120 logements ZAC BEL AIR à Avignon (84)



**Maîtrise
d'ouvrage**

Architecte

BE Technique

AMO QEB

**Contrôle
technique**

EDELIS

Daniel FANZUTTI

BIODYNAMIQUE

**BIODYNAMIQUE
V. CORDERO**

Qualiconsult

Contexte



- ✓ Le projet se trouve au sein de la **ZAC BEL AIR** (28 ha), située au Sud Est d'**Avignon** en entrée de ville dans une dent creuse de la zone d'activité avignonnaise très active
- ✓ Il s'agit du 1^{er} projet d'aménagement urbain inscrit dans la **démarche QDM** (Niveau Argent phase conception, 2017)
- ✓ Tous les projets de la **ZAC** doivent s'engager dans une **démarche BDM**
- ✓ L'opération comprend 3 ilots (A2, A5 et A6) dont le programme est assuré par un seul promoteur, EDELIS

Enjeux Durables du projet

Intégration dans la ZAC

- Respect des documents programmatiques de la ZAC
- Prise en compte de l'approche QDM du quartier
- Anticipation de l'évolution de la ZAC dans les choix de conception
- Préservation des haies végétales existantes

Maitrise de l'énergie

- Approche bioclimatique de l'architecture
- Recours au bois énergie pour 100% des besoins thermiques
- Niveau E3 de l'outil E+C-

Confort d'été passif

- Orientation N/S des bâtiments
- Orientation face au sud de la majorité des logements
- 79 % de logements traversants ou bi orientés
- Plus de 20% de pleine terre végétalisée des parcelles

Impact carbone

- Niveau C2 de l'outil E+C-
- Parkings aériens ou semi enterrés / Equilibre remblais déblais

Présentation des acteurs

MAITRISE D'OUVRAGE



AMO QEB

185 avenue Floréal
13600 La Ciotat
vanessacordero.bet@gmail.com
06 65 17 21 04

VANESSA
CORDERO
AMO Bâtiment Durable
Ingénierie Environnementale

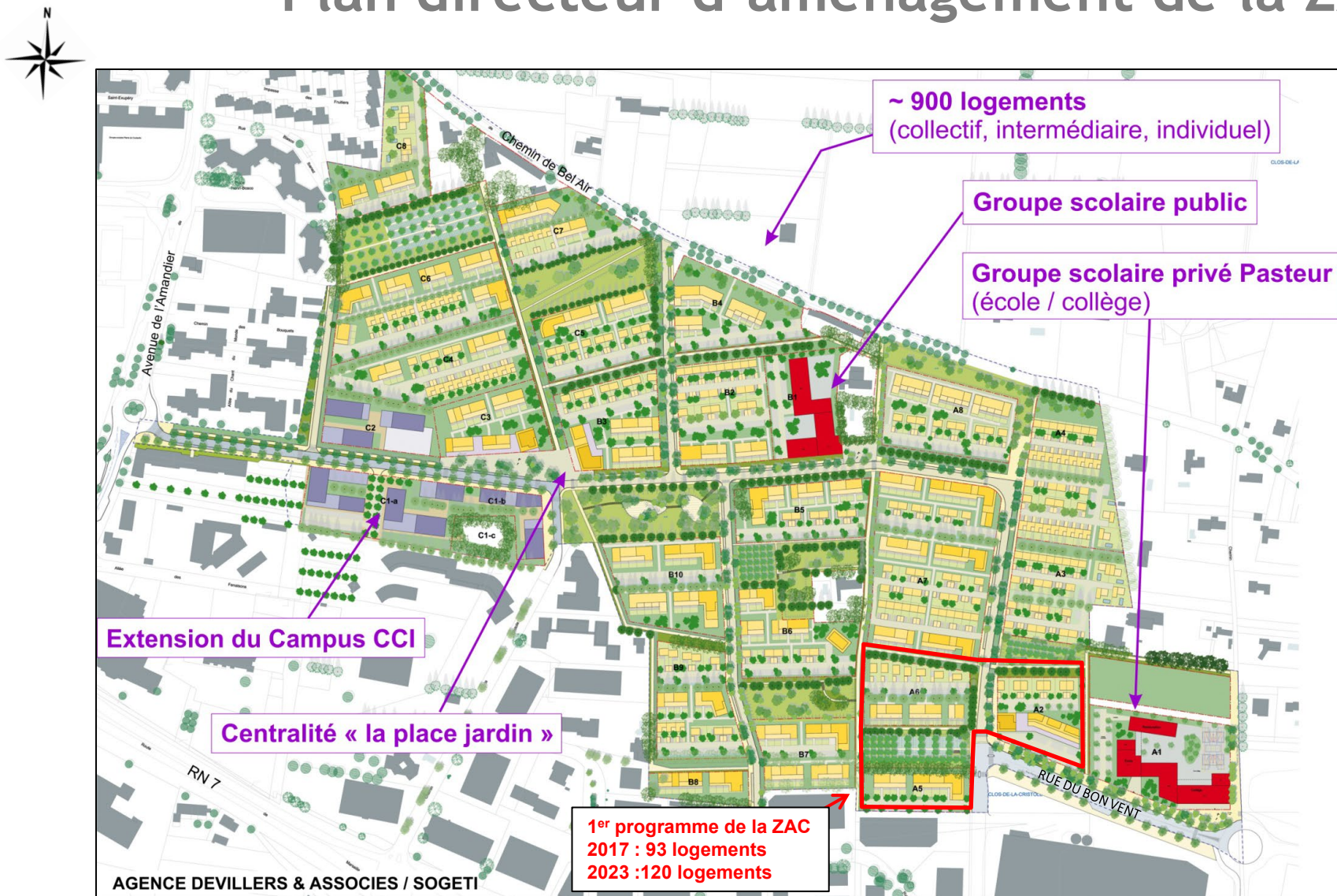
BE FLUIDES + QEB



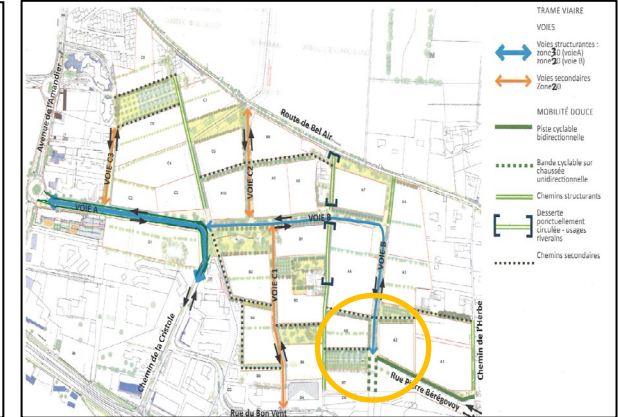
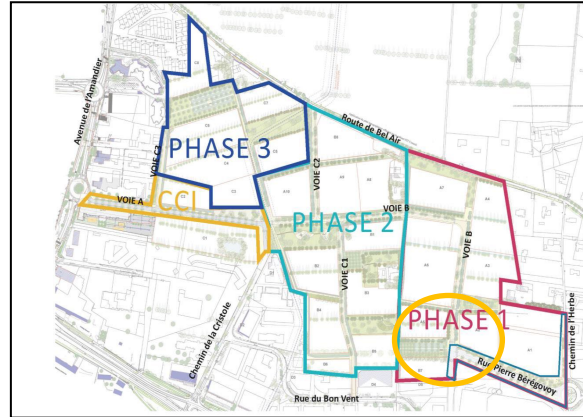
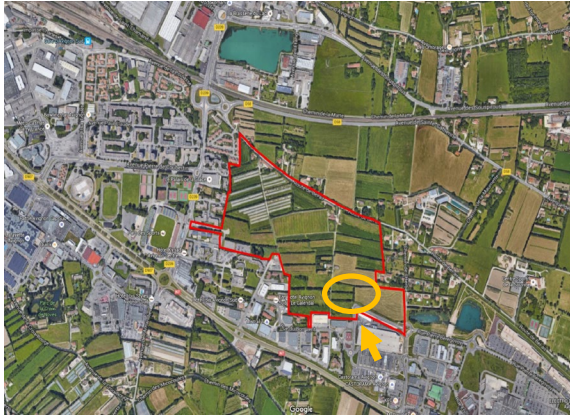
ARCHITECTE

Daniel FANZUTTI

Plan directeur d'aménagement de la ZAC

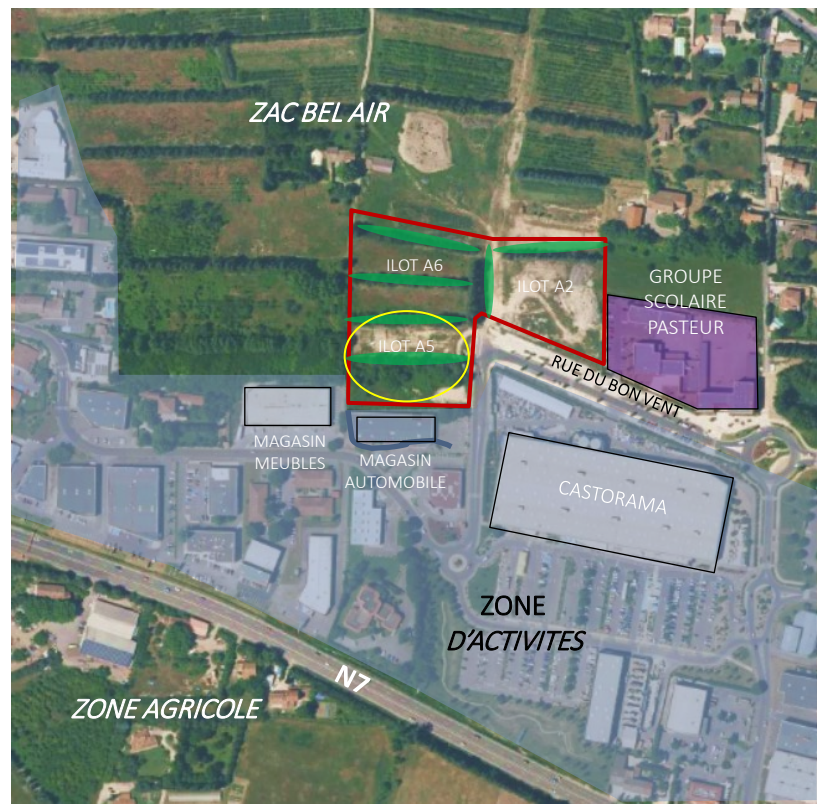


Le phasage de la ZAC



- ✓ Le projet de ZAC a démarré en 2017 lors de la création du référentiel QDM
- ✓ L'assiette du projet est située dans le périmètre de la phase 1 d'aménagement de la ZAC
- ✓ Il s'agit d'un des premiers programmes de la ZAC avec le groupe scolaire Pasteur
- ✓ Espaces publics : à l'heure actuelle, seul le tronçon de la rue du Bon Vent passant devant le groupe scolaire Pasteur a été aménagé dans les environs du site
- ✓ Le projet est en avance sur les aménagements « QDM » à venir. Il se valorisera avec.

Le terrain et son voisinage actuel



- ✓ Terrain plat en friche en limite SE de la ZAC, en lisière de la zone d'activités
- ✓ Présence de haies de cyprès liées aux patrimoine historique et paysager à conserver
- ✓ Equipements et services à proximité (groupe scolaire, aires sportives, commerces, ...)
- ✓ L'ilot A5 est impacté par les nuisances sonores provenant de la N7, classée en catégorie 2
- ✓ Desserte par les transports en commun (bus) et tramway (à venir)



Concept de « chambre » à habiter



Rangées de cyprès existantes



Groupe scolaire Pasteur (neuf)



Rue du Bon vent (tronçon réaménagé)

Le projet



ILOT A2

3 ILOTS : A2, A5 et A6

8 555 m² SdP

120 logements dont :

- 64 en accession libre
- 30 en investissement locatif (dispositif Pinel)
- 11 en BRS (bâtiment G – Ilot A5)
- 15 en PLAI / PLUS (bâtiment H – Ilot A5)

43 T2 / 47 T3 / 2 T3 Duplex / 11 T4 Duplex

- 11 maisons superposées (bâtiments I1, I2)
- 7 petits collectifs (bâtiments C, D, E, F, J, K et L)
- 4 moyens collectifs (bâtiments A, B, G et H)

Equipements hors projet non confirmés sur l'Ilot A2 :

- Des locaux d'activités en pied d'immeuble du bâtiment A
- 1 crèche

Le projet



Plans Ilot A2 : bâtiments A et B



Bâtiment A

Bâtiment B

FACADE SUD



Commerces en pied d'immeuble

Parking au RdC avec façade métallique ajourée

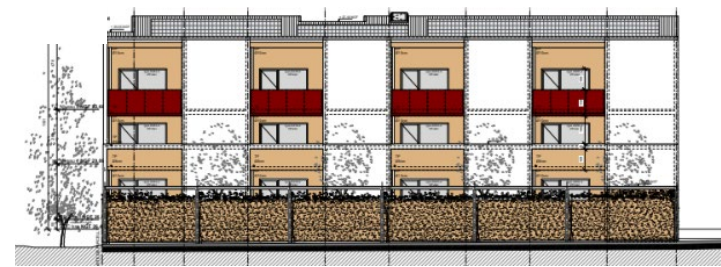
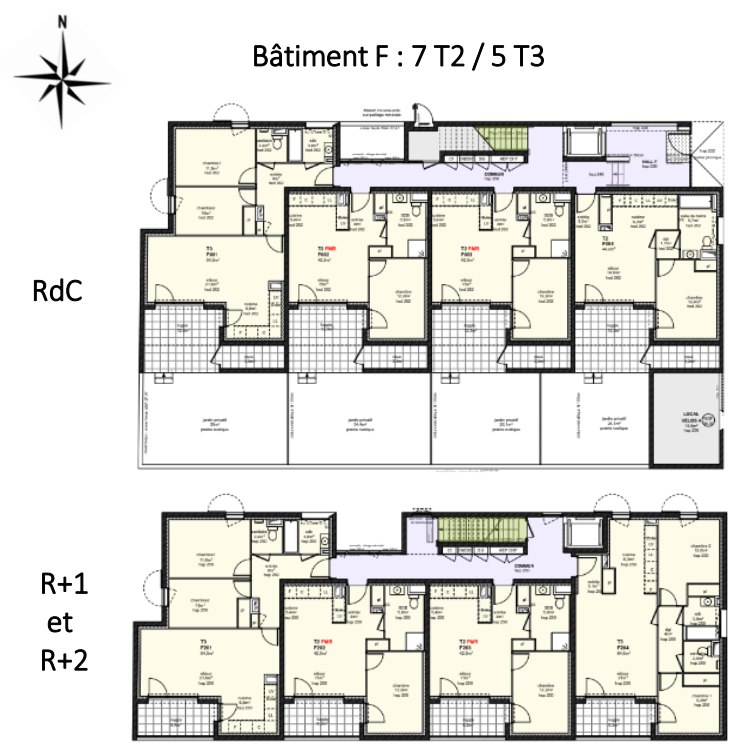
FACADE NORD



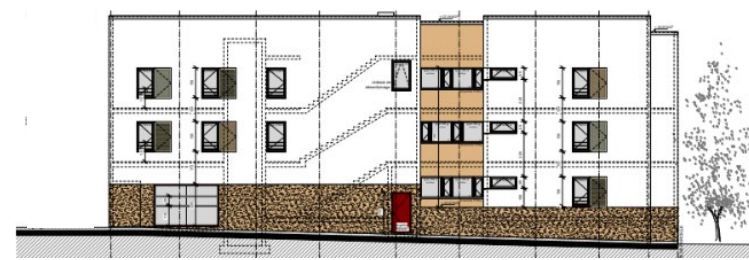
Paliers desserte étages éclairés et ventilés naturellement

Volets battants bois dans les chambres

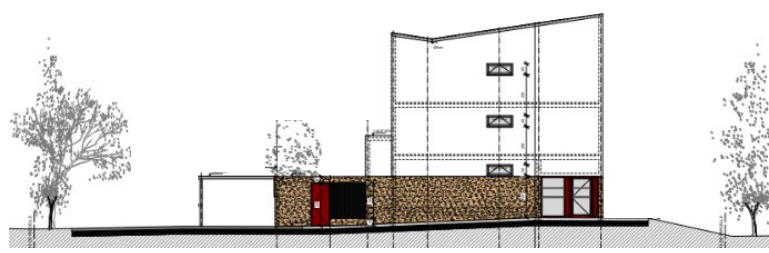
Plans Ilot A5 : Bat F



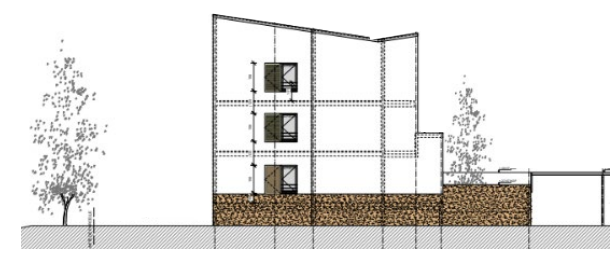
Façade Sud – séjours avec loggias



Façade Nord – chambres vers jardin public protégées des nuisances acoustiques



Façade Est – fenêtres à soufflet dans les SdB



Façade Ouest – Chambres avec des volets persiennés

Plans Ilot A6 : maisons accolées

(Bat I1 et I2)

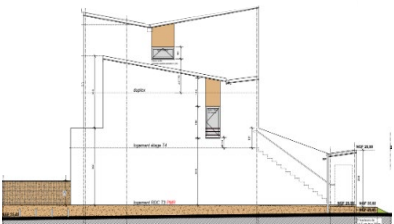
Façade Nord – accès aux logements depuis les venelles du quartier



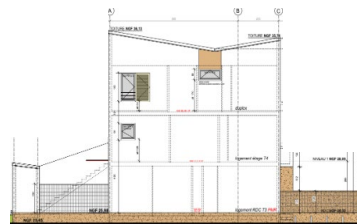
Façade Sud en cœur d’îlot



Façade Est



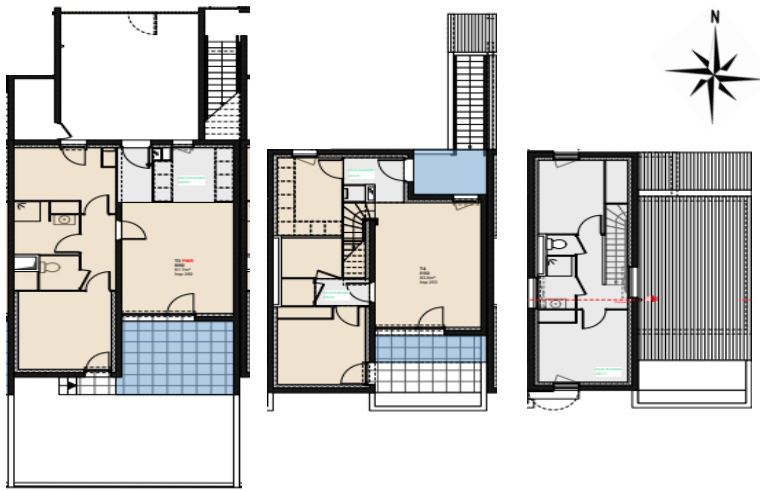
Façade Ouest



RdC

R+1

R+2

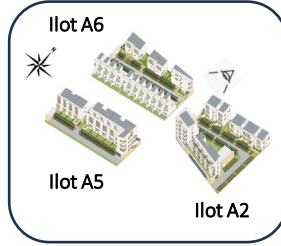
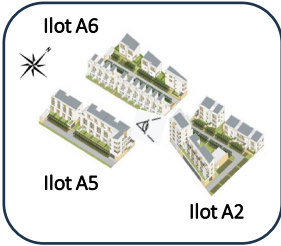


4+7 maisons accolées se composant chacune de :

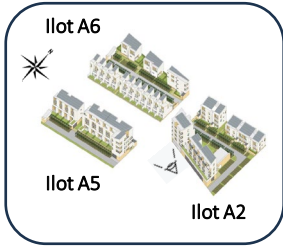
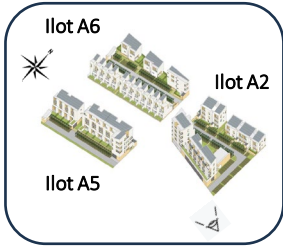
- ✓ 1 T3 PMR au RdC
- ✓ 1 T4 en duplex au R+1 et R+2



Le projet



Le projet



Coûts

COÛT PRÉVISIONNEL TRAVAUX*

13 M€ H.T.

HONORAIRES MOE

1,4 M€ H.T.

AUTRES TRAVAUX

- VRD

0,9 M€

RATIOS*

1520 € H.T. / m² de sdg

108 k€ H.T. / logement

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

Fiche d'identité

Typologie

Logements collectifs

Surface

8555 m² SDP

Altitude

80 m

Zone clim.

H2

Classement
bruit

- BR1
- Catégorie CE1

RT 2012
Bbio (neuf)

- Entre 35 et 48

Energie
primaire

- Entre 45 et 66 kWh_{ep}/m²

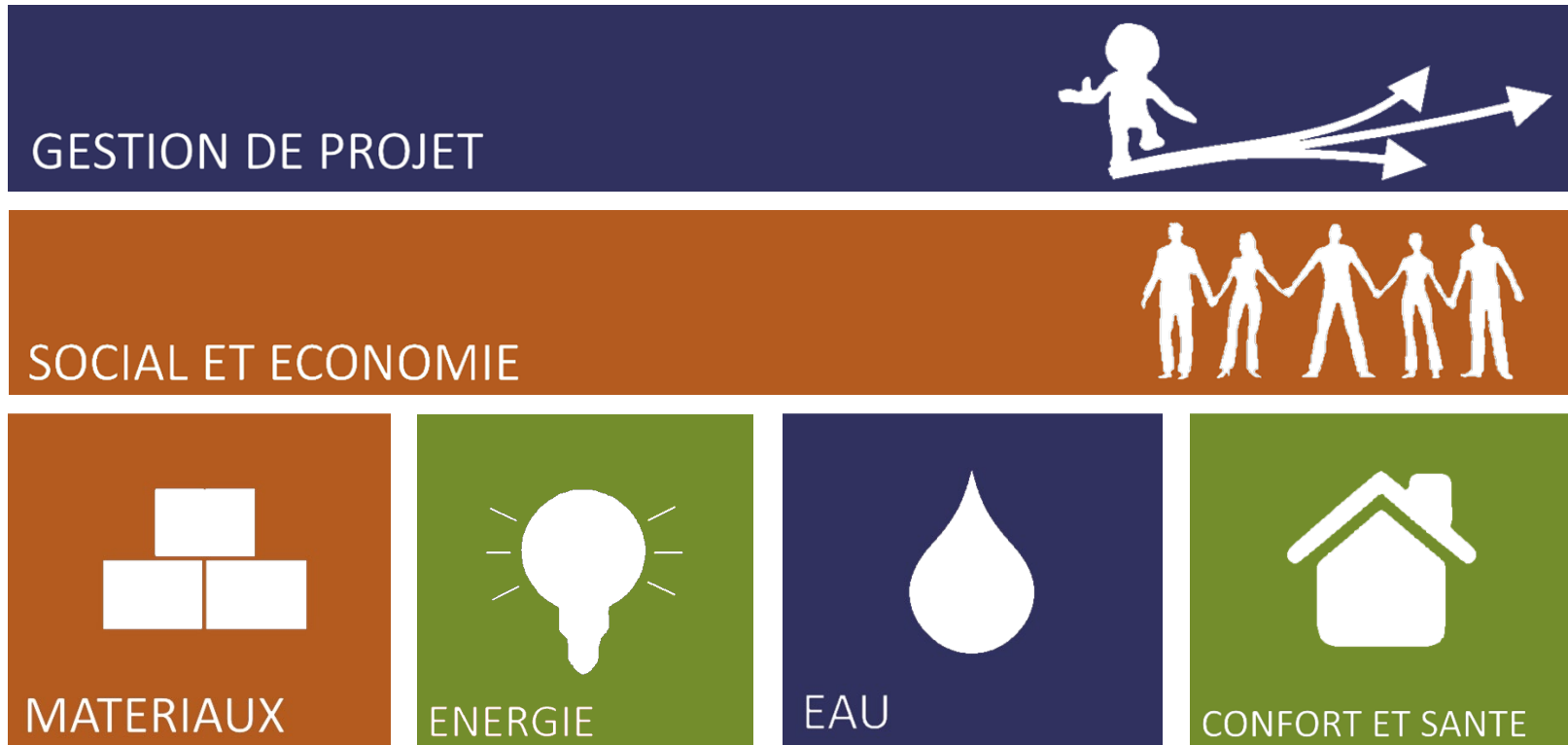
Production
locale
d'énergie

Chaufferie biomasse

Planning
travaux

- Début : octobre 2023
- Fin : septembre 2025
- Délai : 24 mois

Le projet au travers des thèmes BDM



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Gestion de projet

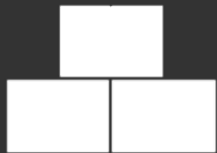
- ✓ Intégration de la démarche BDM niveau Bronze dès la phase programme
- ✓ Réalisation d'un bilan énergétique prévisionnel (STD + pré calcul RT) pour le choix de production énergétique du projet
- ✓ Mise en œuvre d'un **Chantier Propre** avec un **volet de respect de la biodiversité**



GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU

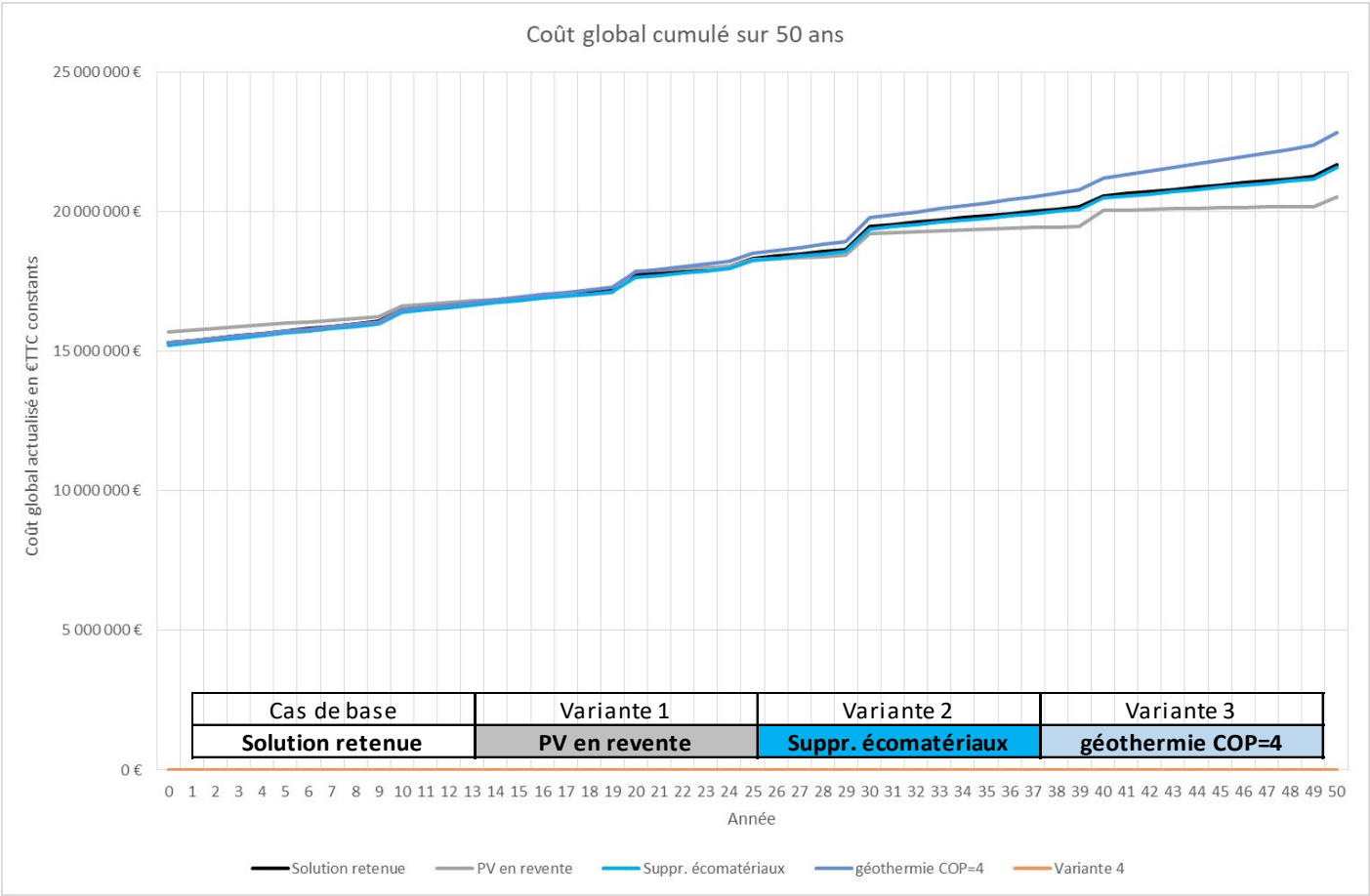


CONFORT ET SANTE

Social et économie

- ✓ **Typologies diversifiées de logements** : maisons superposées, petits collectifs et moyens collectifs
- ✓ 12% de logements sociaux et 9% de BRS
- ✓ **Présence d'équipements (hors projet)** : surfaces commerciales + crèche
- ✓ Niveau Carbone C2
- ✓ Entreprises travaux locales
- ✓ Guide utilisateurs (éco gestes)

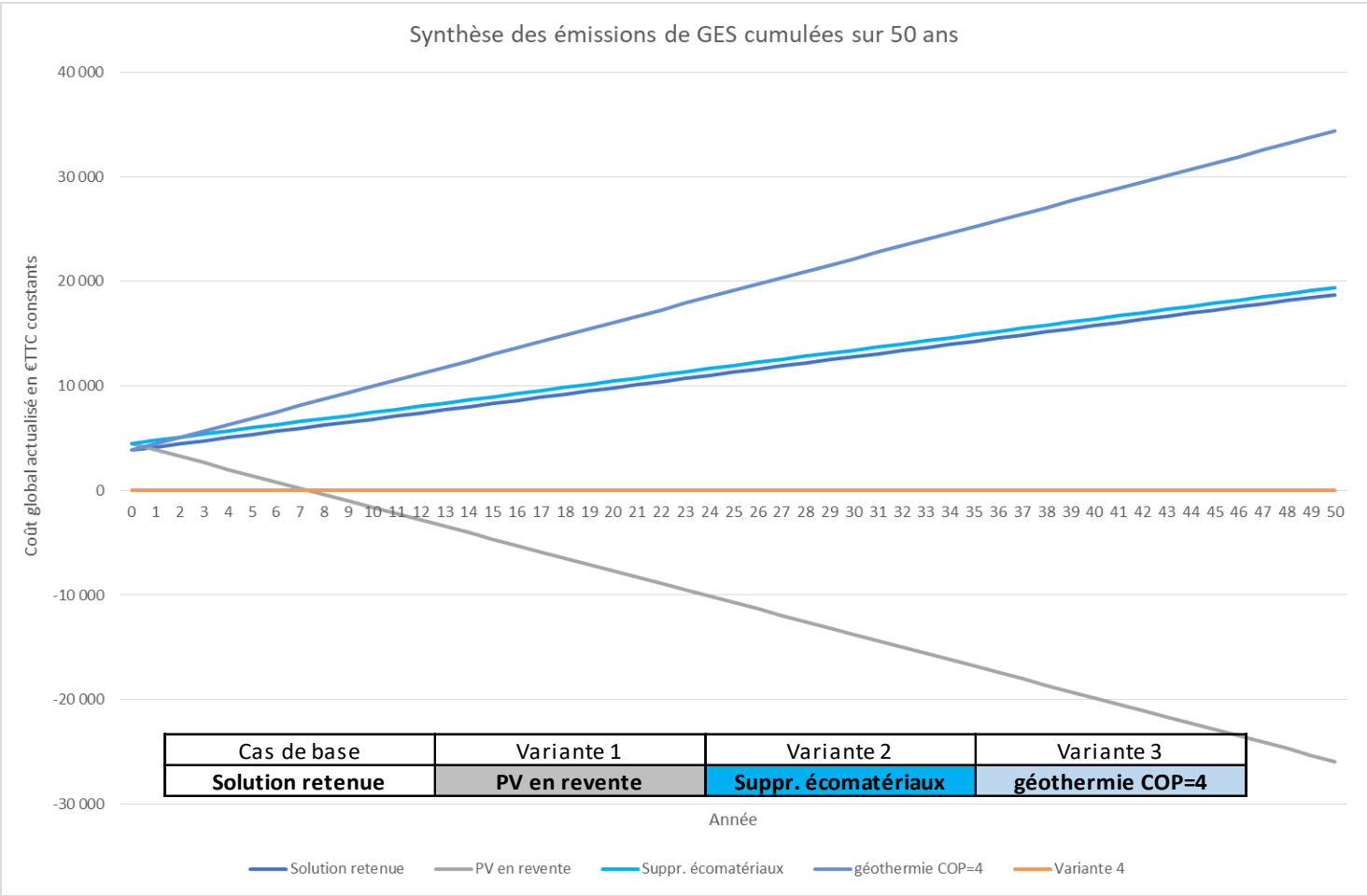
Bilan en Coût global - €



Peu d'impact économique selon les variantes étudiées

Chaudière + réseau de chaleur hors budget

Bilan en Coût global - GES



L'ajout de PV aurait eu un impact majeur sur le bilan carbone

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



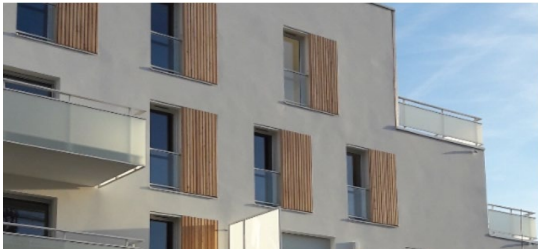
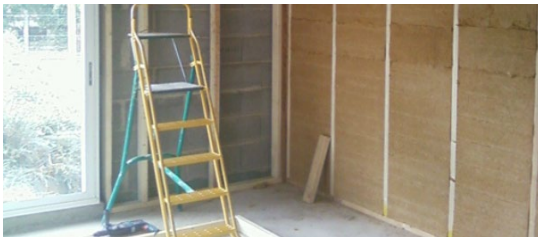
CONFORT ET SANTE

Matériaux

			R (m².K/W)
MURS EXTERIEURS	Mur béton (160 mm)	}	3,4
	ITI laine de bois 120 mm + lame d'air + BA13		
TOITURE SUR RAMPANTS	Bac acier sur charpente bois	}	7,34
	Laine de roche (250 mm) + BA13		
TOITURE TERRASSE INACCESSIBLE	Dalle béton (160 mm) non isolée	}	0
	Uniquement sur des locaux non chauffés		
PLANCHER (sur parking ou VS)	Dalle béton (160 à 250 mm)	}	3,3
	Polystyrène (100 mm) + mortier + carrelage		

Rupteurs thermiques : $\Psi \leq 0.26 \text{ W/m.K}$

Eco Matériaux



- ✓ Bétons d'origine locale (*à confirmer en phase travaux*)
- ✓ 100% des toitures en **charpente bois**
- ✓ **Laine de bois** en isolation verticale dans tous les bâtiments
- ✓ **Volets bois massif coulissants dans les chambres** de tous les bâtiments
- ✓ **Equilibre remblais / déblais** (100% des places de parking extérieures ou semi enterrées)
- ✓ **Peintures intérieures éco labellisées**
- ✓ Places de parking extérieures en **revêtement perméable**

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



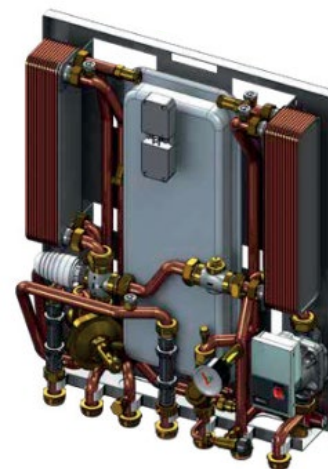
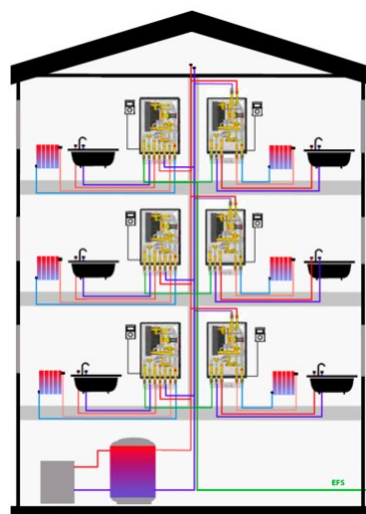
EAU



CONFORT ET SANTE

Energie : Production de chaud

- ✓ Une unique **chaufferie centralisée à granulés bois** avec un réseau de chaleur distribuant les 3 îlots
- ✓ Localisation de la chaufferie au RdC du bâtiment H de l'îlot A5
- ✓ Opération sortie du projet et confiée à un tiers investisseur : AGRONERGY, spécialisé en EnR
- ✓ Production d'ECS sur réseau de chaleur primaire via des *modules thermiques d'appartement (MTA)*, assurant les fonctions de régulation et de comptage individuel d'EFS, d'ECS et de chauffage



Energie

CHAUFFAGE



- Chaufferie granulés bois centralisée pour les trois îlots
- Emission par radiateur eau

REFROIDISSEMENT



- NON

ECLAIRAGE



Eclairage LED

Communs :

- P installée < 7 W/m²
- Détection de présence

VENTILATION



- Ventilation hygro B simple flux (individuelle / collective selon les bâtiments)

ECS



Via module thermique d'appartement (MTA), sur réseau de chaleur primaire

PRODUCTION D'ENERGIE



- PV toiture envisagé en revente totale, à l'étude

Suivi des consommations énergétiques

- ✓ **Comptage d'eau froide, d'ECS et de chauffage** sur les modules thermiques par appartement (MTA)
- ✓ **Application CLEA : Le carnet d'Information du logement de l'association Qualitel**
Suivi des consommations d'énergies en temps réel réparties en 5 postes : ECS, chauffage, prises électriques, refroidissement et autres

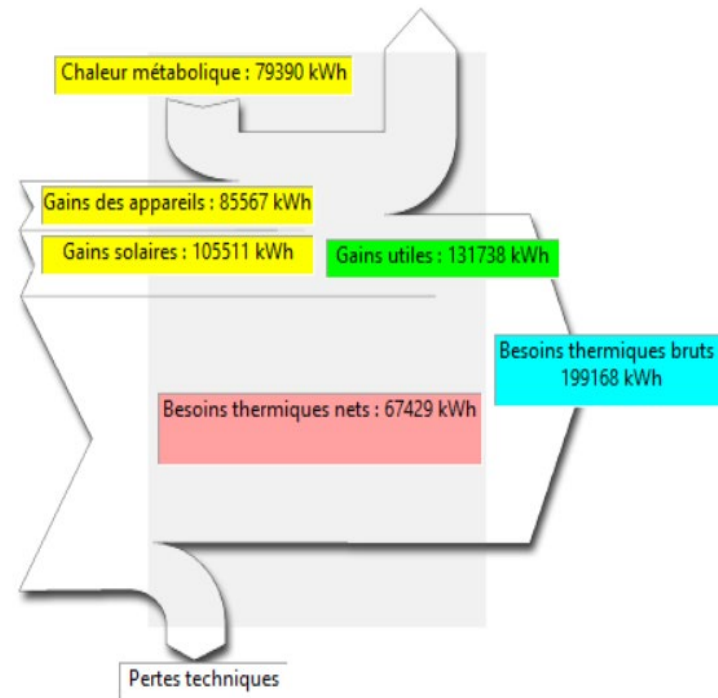


Résultats RT 2012

	Bbio / Bbio max	Cep / Cep max (kWhep/m².an)
B A06-03 droite BG	✓ 48.0 / 48.0	✓ 66.1 / 77.2
Z Zone 7	48.0 / 48.0	66.1 / 77.2
G Groupe 7	48.0 / 48.0	66.1 / 77.2
B A06-03 droite BD	✓ 42.9 / 48.0	✓ 73.6 / 77.6
Z Zone 11	42.9 / 48.0	73.6 / 77.6
G Groupe 11	42.9 / 48.0	73.6 / 77.6
B A02-04 gauche BG	✓ 34.8 / 48.0	✓ 45.5 / 73.8
Z Zone 8	34.8 / 48.0	45.5 / 73.8
G Groupe 8	34.8 / 48.0	45.5 / 73.8
B A02-04 gauche BD	✓ 37.5 / 48.0	✓ 46.8 / 69.4
Z Zone 12	37.5 / 48.0	46.8 / 69.4
G Groupe 12	37.5 / 48.0	46.8 / 69.4
B A02-04 droite LC BG	✓ 38.7 / 48.0	✓ 49.1 / 73.8
Z Zone 9	38.7 / 48.0	49.1 / 73.8
G Groupe 9	38.7 / 48.0	49.1 / 73.8

Besoins thermiques STD

Exemple sur Ilots A2 et A5



Les besoins thermiques sont d'environ 1/3 des besoins bruts

**2/3 DES BESOINS DE CHAUFFAGE COUVERTS PAR LES
APPORTS GRATUITS**

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Eaux Pluviales

3 ouvrages d'infiltration en Structure Alvéolaire Ultra Légère (SAUL) situés sous les voies de desserte internes de chaque Ilot, dimensionnés sur une **occurrence trentennale**



- Ilot A2 : 190 m3
- Ilot A5 : 114 m3
- Ilot A6 : 165 m3



Surverses dirigées en gravitaire vers les jardins publics attenants aménagés pour accueillir des pluies d'occurrence centennale



- Accompagnateurs : A. Dutreix / V. Cordero

GESTION DE PROJET



SOCIAL ET ECONOMIE



MATERIAUX



ENERGIE



EAU



CONFORT ET SANTE

Confort et Santé : surfaces vitrées

Menuiseries extérieures

Châssis PVC Argon 16 mm

Uw : 1,4 W/m²K

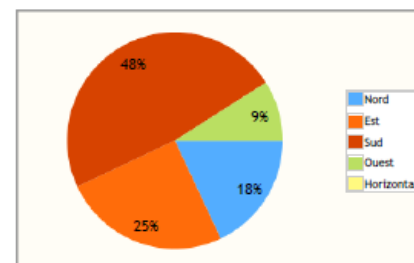
Sw : 40%

Nature des occultations:

Volets roulants dans les séjours et volet coulissants pleins bois dans les chambres

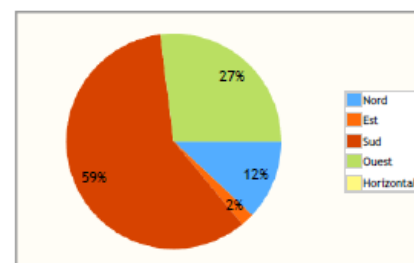
Majorité de baies plein Sud (*données calcul RT 2012*)

	Valeurs	Ratio/S _{RT}
S _{RT}	2 173,1 m ²	1
SHAB ou SU _{RT}	1 711,5 m ²	0,79
Toitures	544,4 m ²	0,25
Murs	1 517,4 m ²	0,7
Baies vitrées	301,4 m ²	0,14
Planchers bas	538,8 m ²	0,25
Total des parois déperditives	2 901,9 m ²	1,34
Total des parois ext. hors plancher bas	2 363,1 m ²	1,09
Ponts thermiques	2 371,8 m	1,09



Bâtiments G-H

	Valeurs	Ratio/S _{RT}
S _{RT}	758,6 m ²	1
SHAB ou SU _{RT}	618,2 m ²	0,82
Toitures	225,3 m ²	0,3
Murs	556,6 m ²	0,73
Baies vitrées	106,6 m ²	0,14
Planchers bas	221,8 m ²	0,29
Total des parois déperditives	1 110,4 m ²	1,46
Total des parois ext. hors plancher bas	888,5 m ²	1,17
Ponts thermiques	963,9 m	1,27



Bâtiment F

Conception bioclimatique

PROFITER DES APPORTS GRATUITS D'HIVER

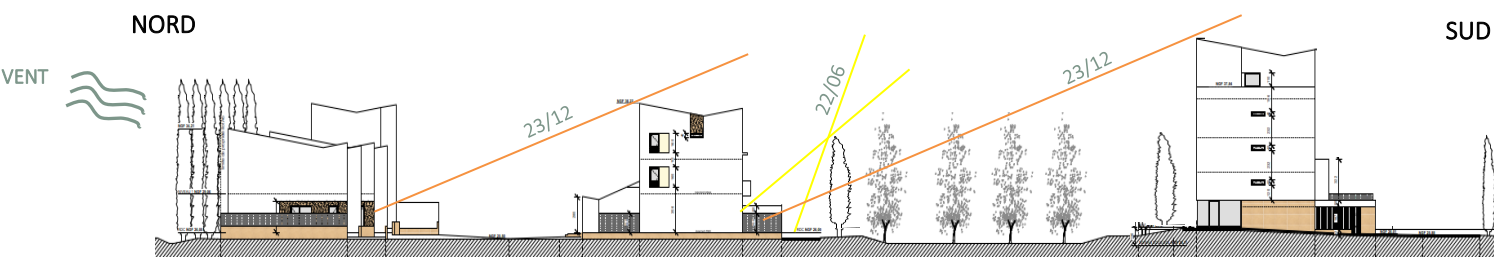
Orientation N / S des bâtiments
Majorité des **séjours** au Sud

Atténuation des effets du Mistral par les haies de cyprès adultes conservées

DIMINUER LES APPORTS D'ETE

Balcons / loggias dans les séjours avec des VR
Volets bois coulissants dans les **chambres**

Protection solaire **végétale** en fin de journée par les haies des cyprès conservées



DECHARGER LE BATIMENT

- Inertie dans les **dalles** et refends en béton lourd
- Majorité des **séjours** à double orientation
- Combles en toiture inversée asymétrique
- Possibilité de **ventilation naturelle** des paliers
- Parkings couverts ventilés naturellement
- Végétalisation et perméabilité des sols extérieurs

DISPOSITION AERAUQUE DES LOGEMENTS

	Nombre de logement	% de logements
TRAVERSANT	71	59%
BI-ORIENTÉ	24	20%
MONO-ORIENTÉ	25	21%

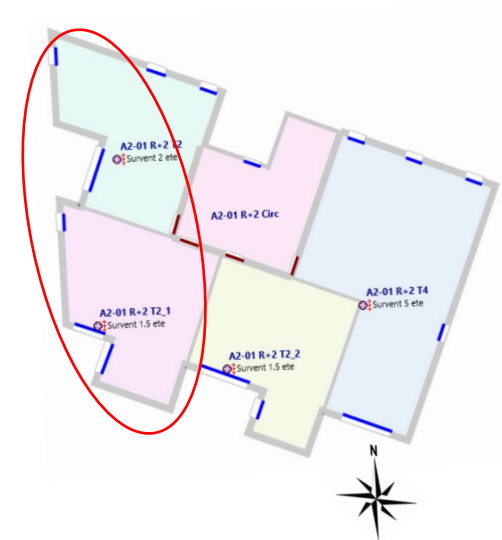
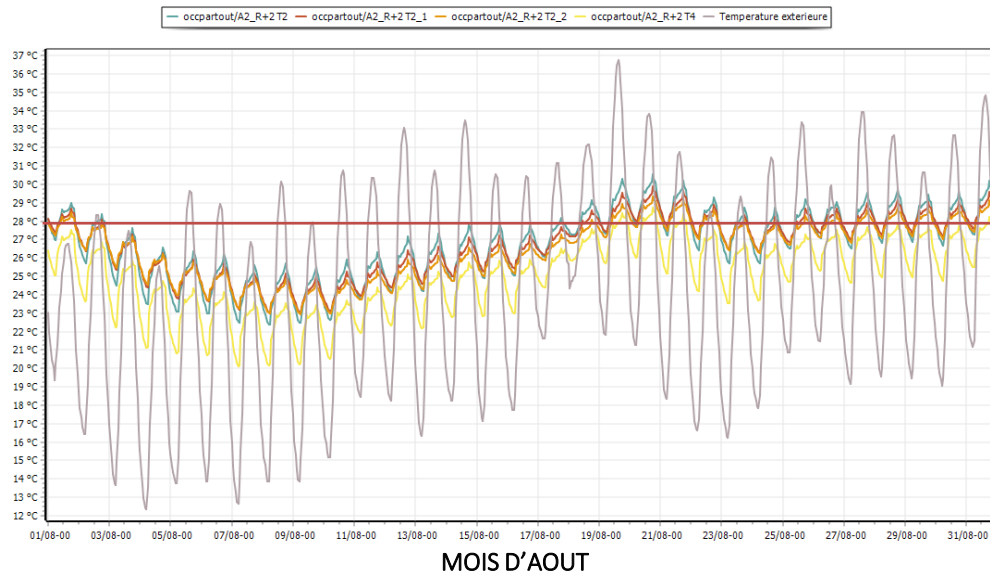
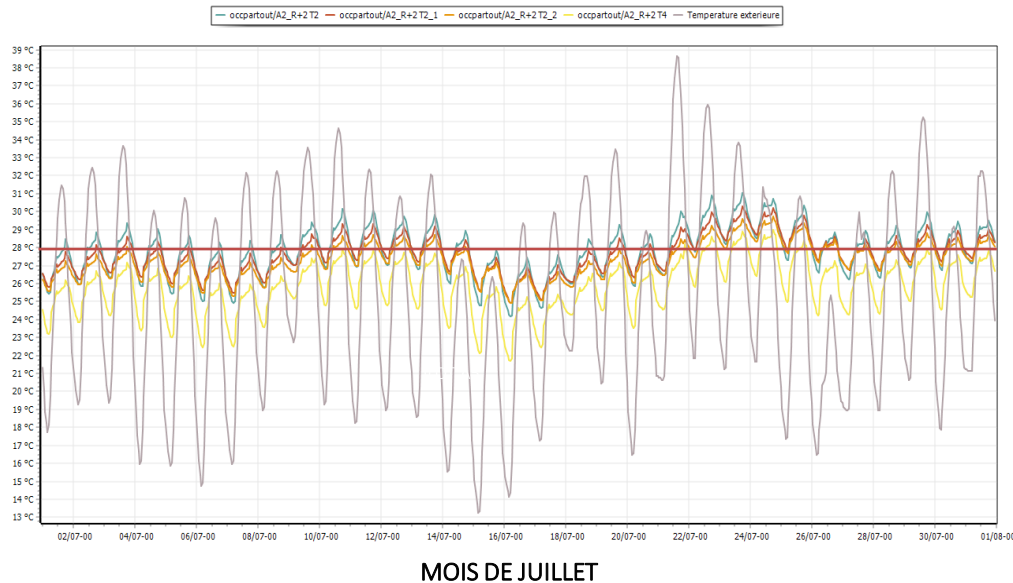
La majorité des logements mono orientés sont des T2 orientés Sud

Confort d'été : STD

Exemple sur llot A2

Simulation sur les logements les plus défavorisés en période caniculaire :

Logements T2 situés dans le pignon OUEST du bâtiment A



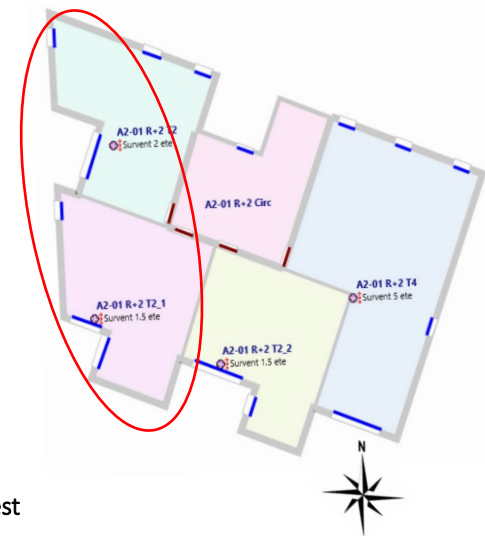
Amortissement bioclimatique des logements satisfaisant : $\Delta T_{\max} : 3^{\circ}\text{C}$

Confort d'été : STD

Exemple sur llot A2

Simulation sur les **logements les plus défavorisés en période caniculaire** :

- ✓ Logements T2 situés dans le **pignon OUEST** du bâtiment A
- ✓ **Comportement des usagers mal maîtrisé**
- ✓ Si occupation à 100%, occultation à 75% en journée



Zone	Occultation 75%		Occultation 100%	
	Nbre heure > 28°C	T max	Nbre heure > 28°C	T max
A2_R+2 T2	698,00	31,00	397,00	30,10
A2_R+2 T2_1	557,00	30,30	235,00	29,50
A2_R+2 T2_2	393,00	29,70	146,00	29,20
A2_R+2 T4	61,00	29,00	25,00	28,60

T2 bi orienté Ouest

T2 bi orienté Ouest

T2 mono orienté Sud

T4 traversant N/S

23% des logements du projet présentent cette configuration défavorable :

- ✓ 21 T2 mono orientés Sud
- ✓ 6 T2 bi orientés Ouest

=> Environ 80% des logements présentent des conditions favorables pour le confort d'été passif, même en période caniculaire

Confort acoustique - Chambres

Îlot 5 situé dans la bande réglementaire de nuisance de la N7, protégé partiellement par le bâti existant =>

Localisation des chambres sur les façades les moins exposées au bruit (façade Nord principalement)



Prise en compte de l'évolution du trafic sur la rue du Bon Vent et la rue Pierre Miquel =>

Augmentation des valeurs d'isolation pour les chambres donnant sur ces façades

ILOT A6



ILOT A2

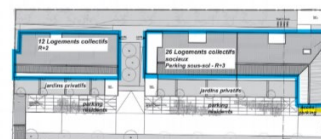


$D_{nT,A,tr} \geq 30 \text{ dB}$

$D_{nT,A,tr} \geq 32 \text{ dB}^*$

*pour les chambres donnant sur ces façades

ILOT A5



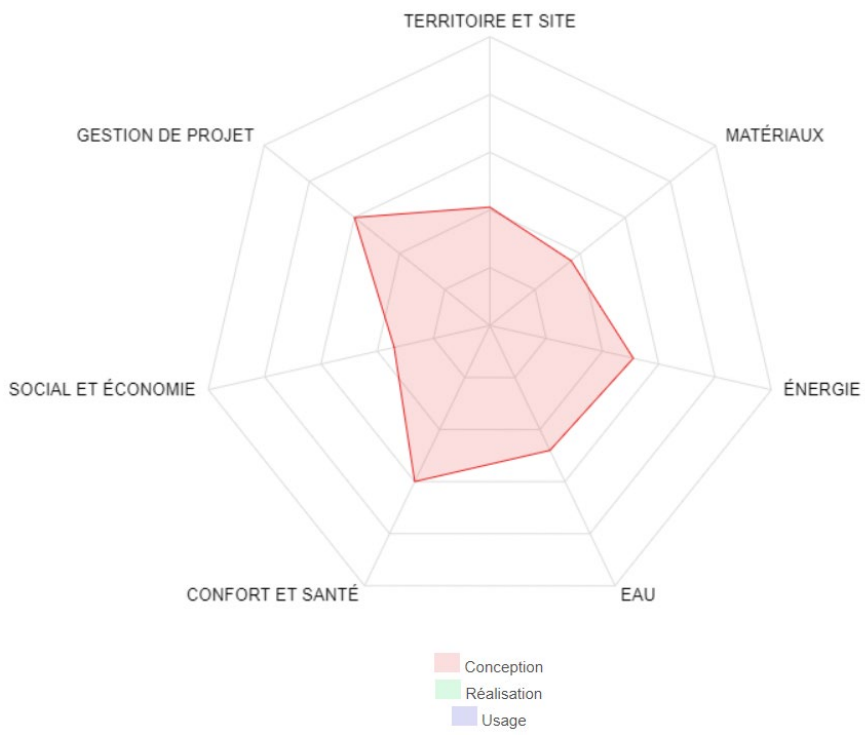
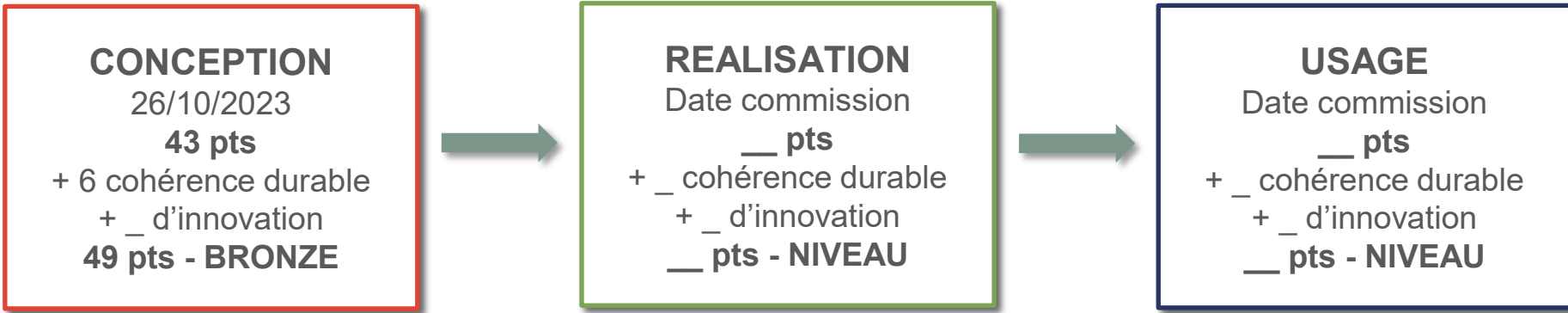
Pour conclure

- ✓ 1^{er} projet immobilier sur le quartier QDM
- ✓ Réseau de chaleur bois couvrant 100% des besoins thermiques
- ✓ Isolation biosourcée pour les murs

- ✓ Opportunité à travailler pour une installation PV



Vue d'ensemble au regard de la Démarche BDM

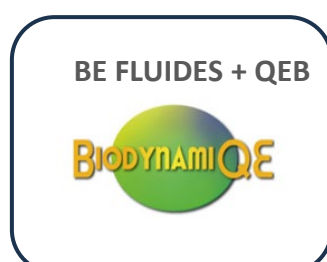


Les acteurs du projet

MAITRISE D'OUVRAGE



MAITRISE D'ŒUVRE ET ETUDES



Programme initial

93 logements sur **6852** m² habitables

934 m² de locaux d'activités

- **15** maisons individuelles du T3 au T5
- **30** logements individuels superposés du T3 au T4
- **48** logements collectifs du T2 au T4 dont 15 logements sociaux.

Prix de ventes entre 2600 €
et 3000 € TTC le m² habitable

Coût des travaux : environ 8 500 000 € HT.



Le plan de masse

Programmes constructifs (2023)

Notice Accession (64 Logs): 19 T2 - 24 T3 - 2 T3 Duplex - 8 T4 - 11 T4 Duplex

-Bâtiment A (13 logs) R+4 sur parking en RDC: 8 T2 - 2 T3 - 3 T4

-Bâtiment B (12 logs) R+3 sur parking en RDC: 4 T2 - 2 T3 Duplex - 3 T3 - 3 T4

-Bâtiment C (8 logs) R+2 sur VS ou terre plein: 2 T2 - 6 T3

-Bâtiment D (4 logs) R+1 sur VS ou terre plein: 4 T3

-Bâtiment E (4 logs) R+1 sur VS ou terre plein: 4 T3

-Bâtiment I1 (7 logs) R+2 sur VS ou terre plein: 3 T3 - 4 T4 Duplex

-Bâtiment I2 (10 logs) R+2 sur VS ou terre plein: 3 T3 - 7 T4 Duplex

-Bâtiment J (1 logs) R+1 sur VS ou terre plein: 1 T3

-Bâtiment K (1 logs) R+1 sur VS ou terre plein: 1 T2

-Bâtiment L (4 logs) R+1 sur VS ou terre plein: 4 T2

Notice I Selection (30 Logs): 15 T2 - 15 T3

-Bâtiment A (2 logs) R+4 sur parking en RDC: 2 T2

-Bâtiment C (1 logs) R+2 sur VS ou terre plein: 1 T2

-Bâtiment D (2 logs) R+1 sur VS ou terre plein: 2 T2

-Bâtiment F (12 logs) R+2 sur VS ou terre plein: 7 T2 - 5 T3

-Bâtiment I1 (1 logs) R+2 sur VS ou terre plein: 1 T3

-Bâtiment I2 (4 logs) R+2 sur VS ou terre plein: 4 T3

-Bâtiment J (3 logs) R+1 sur VS ou terre plein: 3 T3

-Bâtiment K (3 logs) R+1 sur VS ou terre plein: 1 T2 - 2 T3

-Bâtiment L (2 logs) R+1 sur VS ou terre plein: 2 T2

Notice BRS (11 Logs): 4 T2 - 2 T3 - 5 T4

-Bâtiment G (11 logs) R+3 sur N-1 sous sol: 4 T2 - 2 T3 - 5 T4

Notice ERILIA PLAI/PLUS (15 Logs): 5 T2 - 6 T3 - 4 T4

-Bâtiment H (15 logs) R+3 sur N-1 sous sol: 5 T2 - 6 T3 - 4 T4

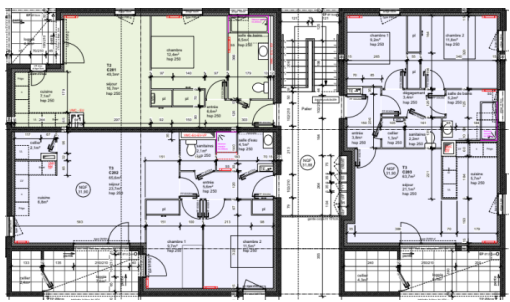
Sois un total 120 logements avec 43 T2 - 47 T3 - 2 T3 Duplex - 17 T4 - 11 T4 Duplex

Plans Ilot A2 : bâtiments C, D et E

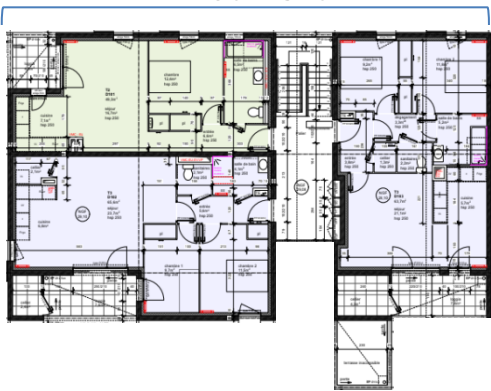
PLAN du
R+1



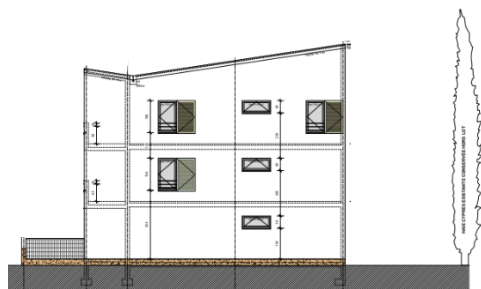
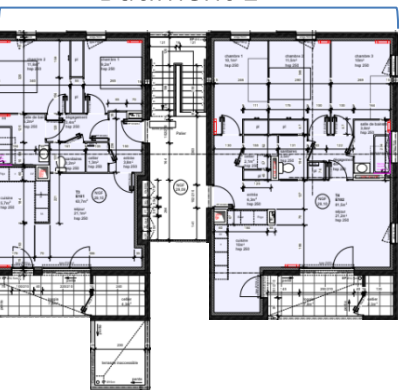
Bâtiment C



Bâtiment D



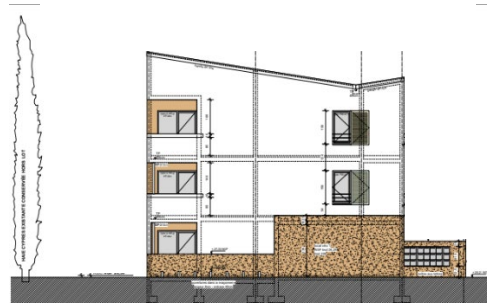
Bâtiment E



FACADE Est Bat. C



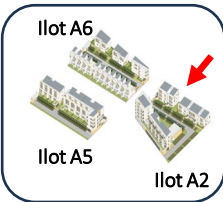
FACADE Sud Bat. C



FACADE Ouest Bat. C



FACADE Nord Bat. C

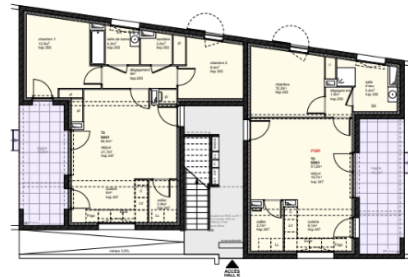


Plans Ilot A6 : Bat J, K et L

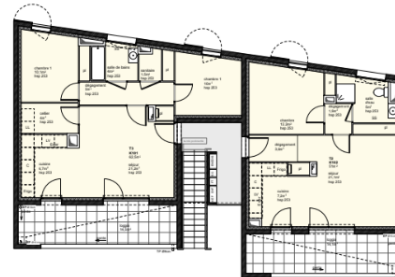
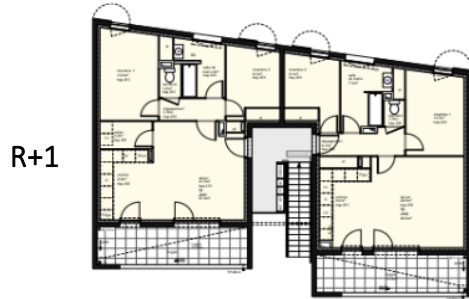
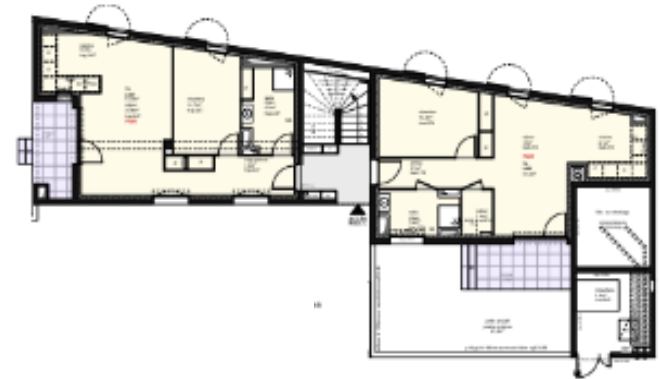
Bâtiment J – 4 T3



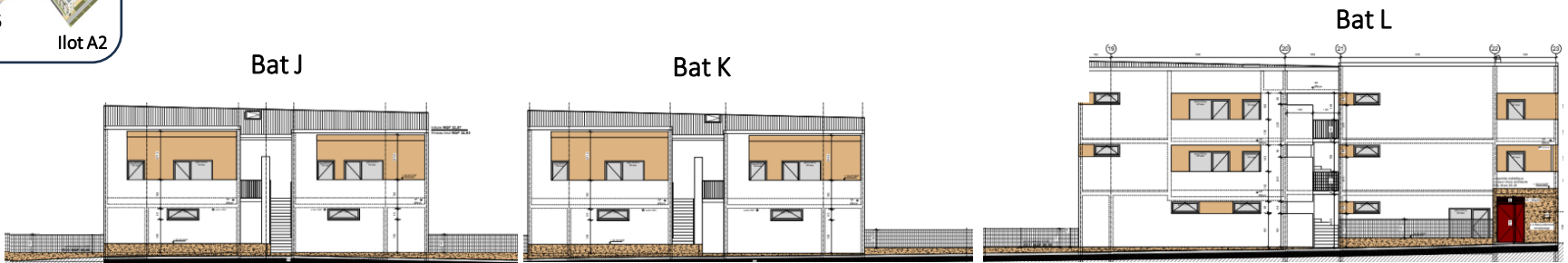
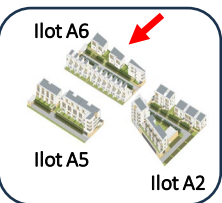
Bâtiment K – 2 T2 / 2 T3



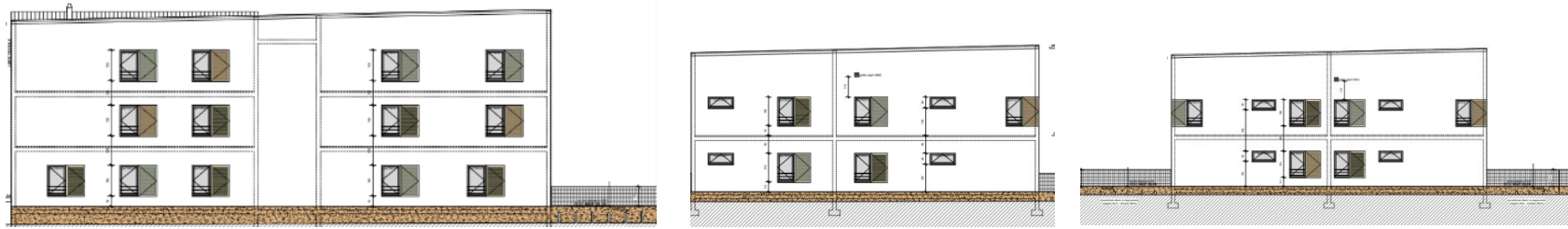
Bâtiment L – 6 T2



Plans Ilot A6 : Bat J, K et L

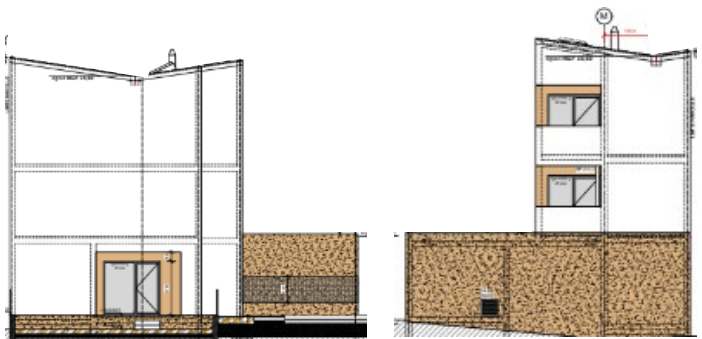


Façade Sud vers le cœur d'ilot



Façade Nord protégée du Mistral par haie de cyprès conservée

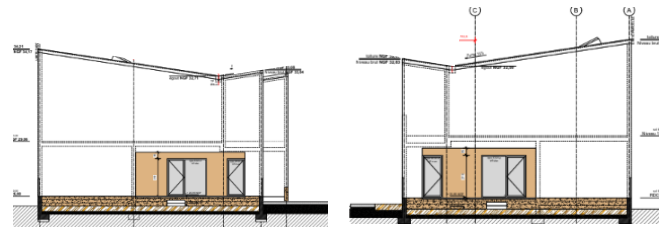
Bâtiments J et K



Façade Ouest

Façade Est protégée du Mistral

Bâtiments J et K



Façade Ouest

Façade Est

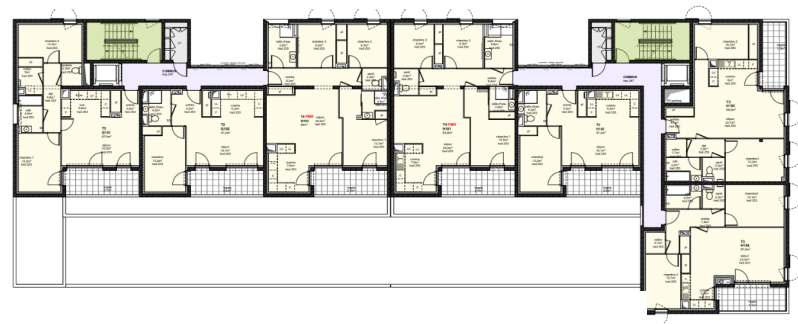
Plans Ilot A5 : Bat G et H

Bâtiment G (BRS) : 4 T2 / 2 T3

Bâtiment H (PLAI / PLUS) : 5 T2 / 6 T3



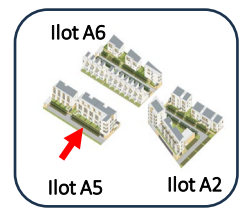
RdC



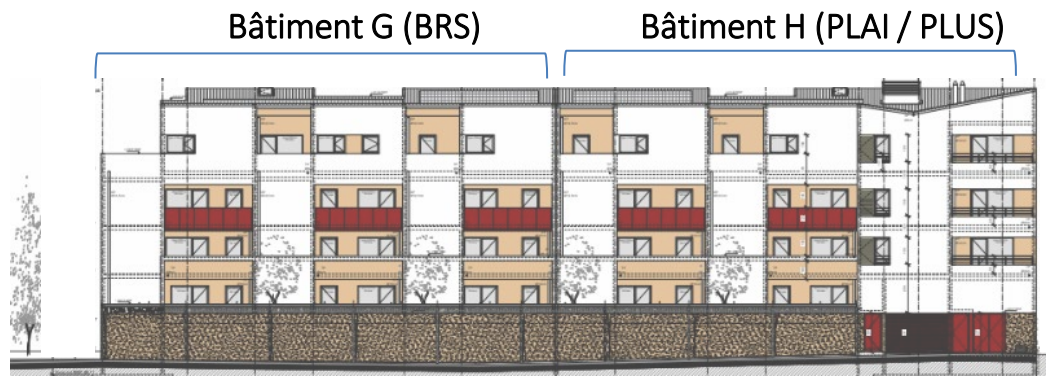
R+1 et R+2



R+3



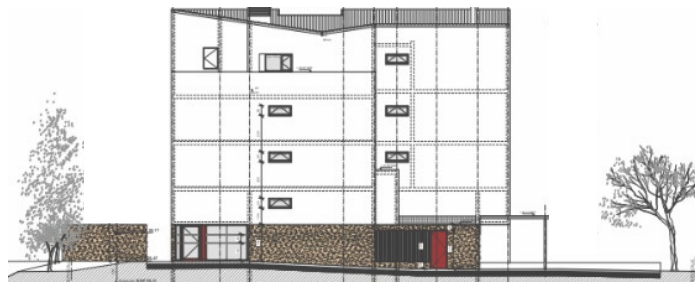
Plans Ilot A5 : Bat G et H



Façade Sud - *Paliers desserte étages éclairés et ventilés naturellement*



Façade Nord – *chambres vers jardin public protégées des nuisances acoustiques*



Façade Ouest (*très peu vitrée*) – *fenêtres à soufflet dans les SdB et les paliers communs*



Façade Est - *Chaufferie au RdC*

