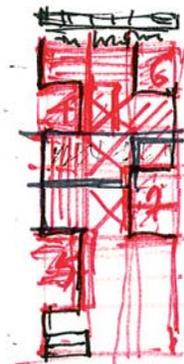
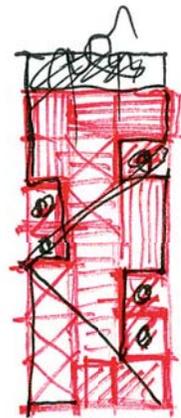
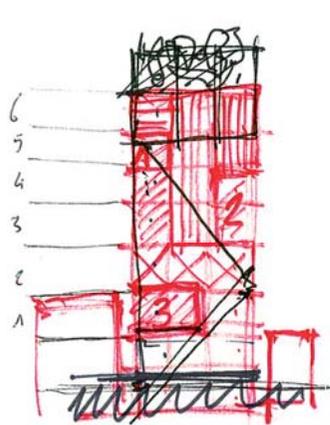


Concept tour de bureaux IGH  
Dossier de présentation

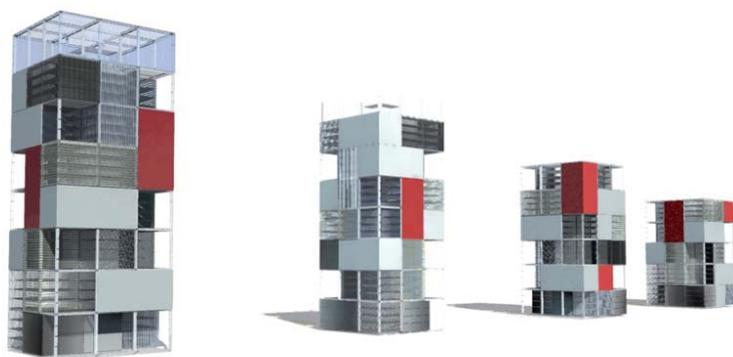
Décembre 2011

# TOTEM

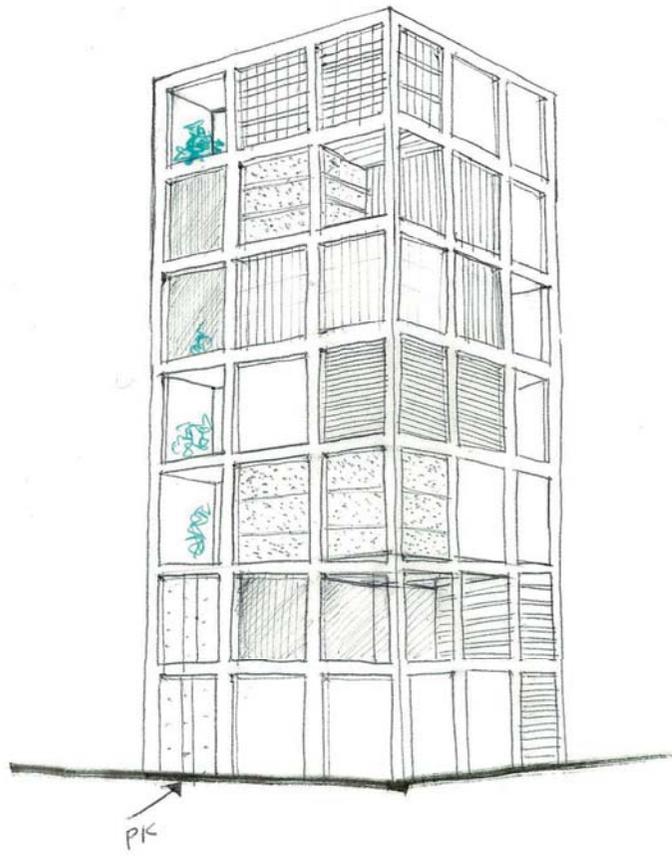
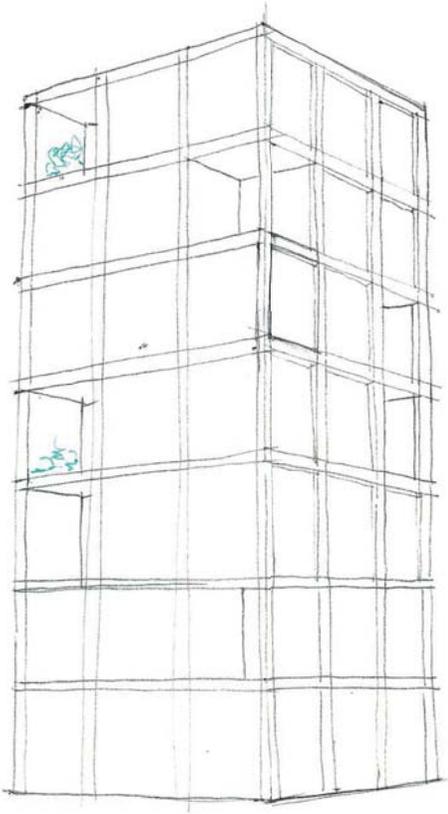




Ger Totent.



<b>Préambule</b>	<b>5</b>
<b>1. Programmation</b>	<b>9</b>
<b>2. Configuration du noyau et des étages</b>	<b>17</b>
<b>3. Conception structurelle</b>	<b>27</b>
<b>4. Haute Qualité Environnementale</b>	<b>35</b>
<b>5. Conception durable</b>	<b>45</b>
<b>6. Sécurité</b>	<b>61</b>
<b>7. Façades</b>	<b>67</b>
<b>8. Ambiances</b>	<b>77</b>
<b>9. Faisabilités</b>	<b>85</b>
<b>10. Intégration urbaine</b>	<b>91</b>
Bécon	
Bobigny	
Le Bourget	





## Le Grand Paris s'invente

Pour l'immense majorité des franciliens, il n'est encore qu'un projet ou, insaisissable, essentiellement car sa mise en œuvre a buté sur de nombreux blocages et se résume pour beaucoup à un simple plan de transports.

Mais cette construction métropolitaine est bel et bien lancée. Désormais, le véritable enjeu est de faire partager et sentir aux grands parisiens de quelle manière ce projet peut vaincre toutes les facettes de leur cadre de vie.

Le Grand Paris est l'occasion de développer une nouvelle conception du déplacement, plus juste, plus équilibrée, et aussi plus poétique. Mais il est aussi une occasion de repenser les usages pour penser des projets plus rationnels, et faire émerger de véritables lieux d'intensité et de partage partout sur le territoire métropolitain. Il est une opportunité de repenser l'aménagement des territoires pour sortir de la logique rationaliste du zoning et valoriser des morceaux de villes mixtes au sein desquels une nouvelle relation entre logements et activités serait possible.

Les gares du métro seront des espaces d'impulsion clés de cette nouvelle façon de faire ville au XXI<sup>e</sup> siècle. À l'occasion de ces gares, l'idée est venue d'imaginer un immeuble de bureaux dont l'accès ne soit pas restreint à l'usage de la voiture individuelle. Au sein de la métropole durable de l'après-Kyoto, où la multimodalité permet d'adapter les déplacements au plus près des besoins de chacun, ces espaces de bureaux sont pensés pour fonctionner en lien avec le futur système de transport collectif, mais également en mettant à disposition des voitures électriques mutualisables.

Cette nouvelle approche des usages en matière de conception d'espaces tertiaires ne peut être indépendante de la question de la forme. L'esthétique du bâtiment est porteuse de sens, elle doit porter la dimension symbolique de notre projet. C'est pourquoi cette exigence de compacité, garante de l'intensité du futur lieu, s'exprime de façon verticale. Les bureaux s'élèvent le long d'une tour urbaine, agréable à fréquenter, à l'opposé des tours impersonnelles et accablantes qui caractérisent certaines programmes de logements ou de bureaux.

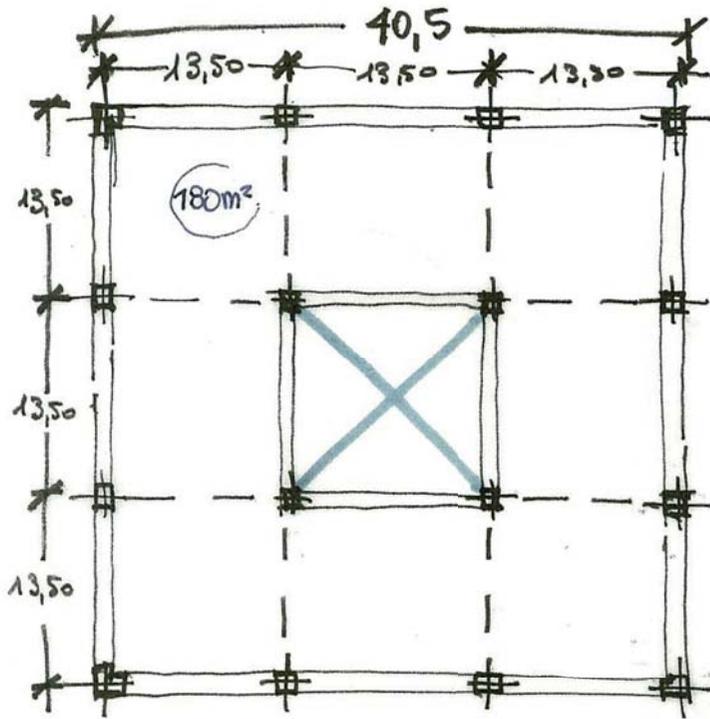
Plus soucieuse de la relation à son environnement urbain que de puissance, cette tour est un TOTEM. Elle symbolise le vivre ensemble dans un lieu d'activités. Sa forme est le produit d'une réflexion sur ses usages plus que d'une conception visant à produire de l'architecture-objet. C'est la volonté de créer un lieu générateur d'intensité, une centralité fédératrice, qui a conduit à intégrer des programmes complémentaires dans les parties basses du bâtiment en lien avec la rue [une résidence étudiante, des commerces dont une brasserie qui remplacera le restaurant inter-entreprises habituel et participera à l'animation du lieu]. Notre idée est qu'une bonne tour est une tour dont le ciel monte avec. Nous avons donc fabriqué des lieux de travail systématiquement accompagnés de jardins. La structure se décompose ainsi en plusieurs modules de quatre étages chacun, tous dotés d'un jardin suspendu accessible aux usagers de la tour.

En définitive, c'est la combinaison de ces cubes de bureaux et de jardins aléatoirement répartis qui a fait surgir une gare de type totémique, dans laquelle la combinaison verticale ou horizontale des jardins fabrique ce que chacun ressent quand il fréquente les gares de l'art primitif, chez les mayas, les pré-hellénistiques...

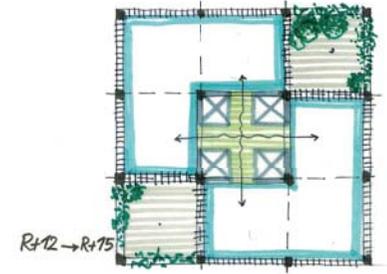
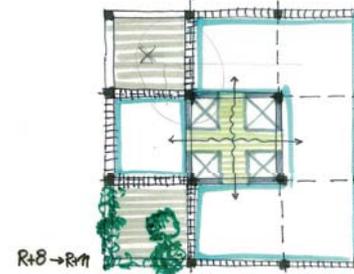
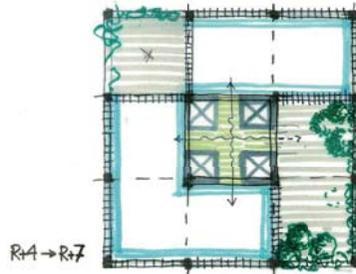
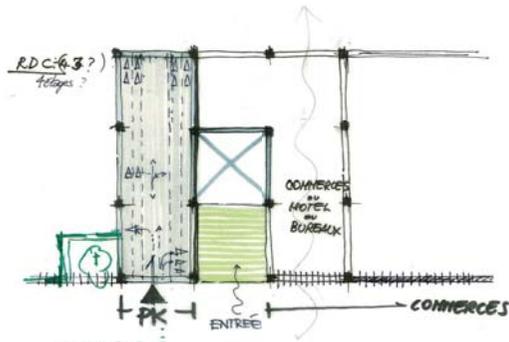
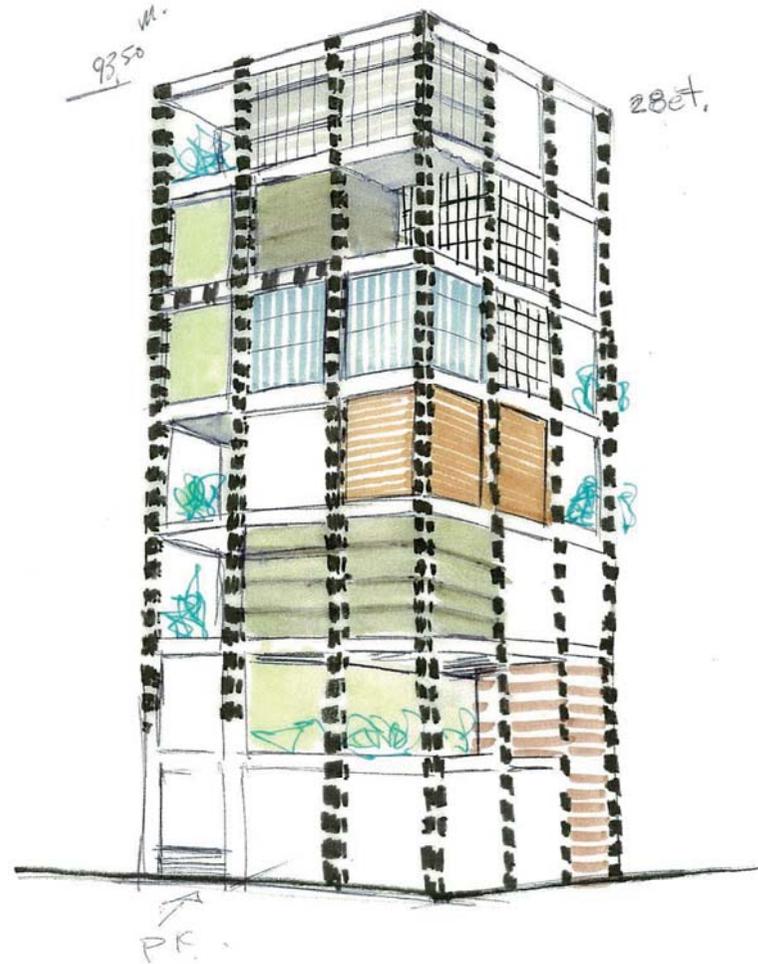
La disposition de ces cubes végétalisés en contraste avec les modules de bureaux dessinent alors des gares depuis les quatre façades, où un sourire, un nez sont stylisés. Notre Totem propose donc une solution poétique à l'exigence d'intensité urbaine et de révolution des espaces de travail.

# Préambule

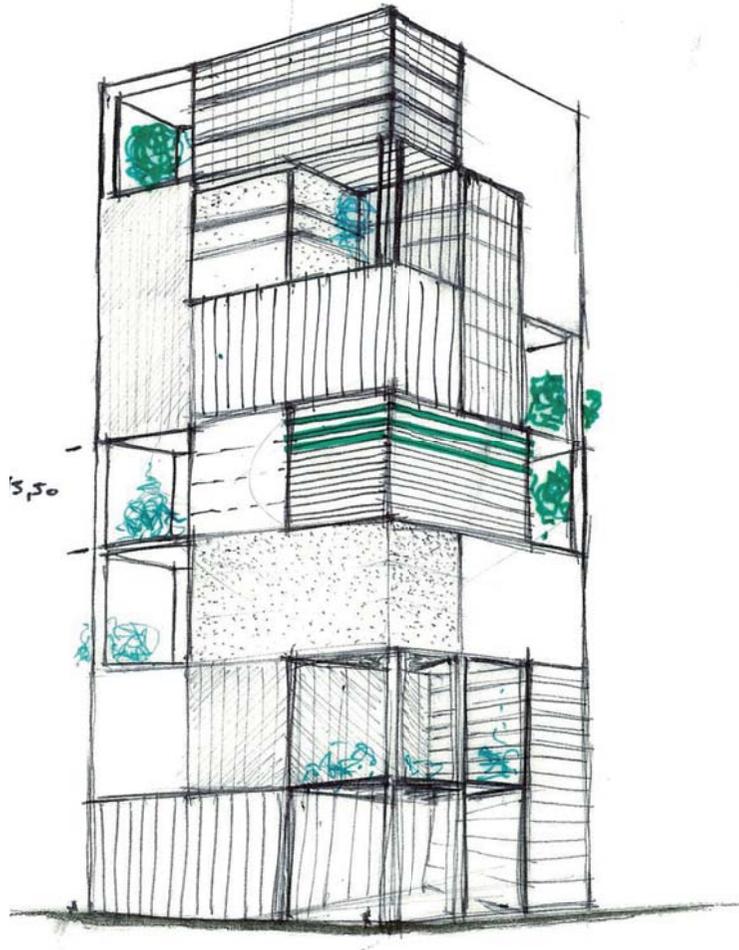
## TRAME



- $40,5 \times 40,5 = 1640 \text{ m}^2$  STOB/étage.
- hauteur + 2 = 1700 m<sup>2</sup>
- hauteur + 3 = 920 m<sup>2</sup>



# Préambule



## La philosophie du concept :

- Marquer, par un signal architectural fort, la nouvelle infrastructure du Grand Paris
- Créer des pôles de rencontres et d'échanges, vecteurs de mixité urbaine, à proximité des nouvelles gares
- Proposer une nouvelle offre tertiaire adaptable et confortable, dans des territoires en développement

## Une programmation adaptable avec une base de :

- Bureaux modulables [de 26 000 à 33 000 m<sup>2</sup>]
- Commerces [de 1500 à 2000 m<sup>2</sup>]
- Des espaces dédiés soit à la vie associative des quartiers, soit à des services collectifs de type centres d'accueil, MJC, etc. [de 500 à 1500 m<sup>2</sup>]
- Stationnement automatisé d'environ 150 places [2000 m<sup>2</sup> HOB environ]
- Suivant les opportunités d'intégration urbaine, des produits complémentaires [de 3000 à 7000 m<sup>2</sup> environ] : hôtel, résidence hôtelière ou étudiants, voire logements.

- Soit un total d'environ 36 500 m<sup>2</sup> HON.

## Une modularité de conception et d'usage:

- Une emprise au sol faible pour tenir compte de la rareté du foncier, d'où un concept d'IGH.
- Une architecture évolutive, au coût adapté, afin de pouvoir la décliner en fonction des implantations, du marché et des investisseurs.
- Une minimisation des niveaux d'infrastructure.
- L'intégration de parkings automatisés, dimensionnés pour des véhicules de taille réduite, disponibles pour les usagers via un système de location à la demande.

- Une attractivité des lieux par l'intégration de supports de communication de grandes surfaces, permettant d'informer, mais aussi de faire partager des événements

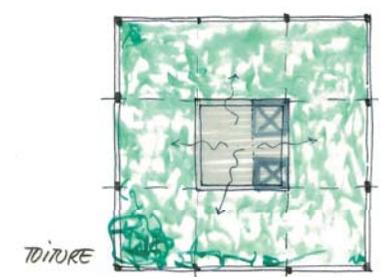
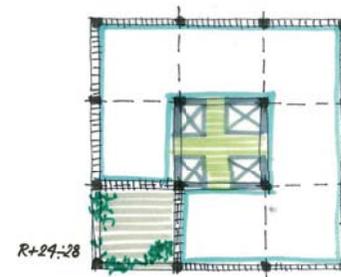
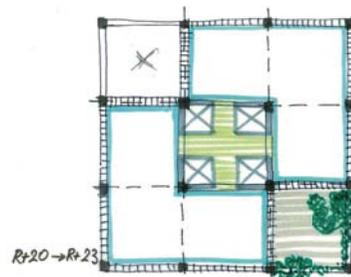
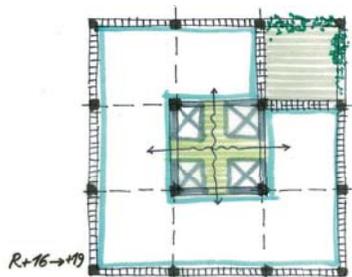
## Un concept modulable et urbain

**Un concept structural rationnel et optimisé :** un cube de 13,5 m d'arête [10 trames de 1,35m] avec une base de 3x3 cubes et une élévation de 7 cubes, chaque cube développant un potentiel de 4 planchers de 180 m<sup>2</sup> HON, soit 28 niveaux.

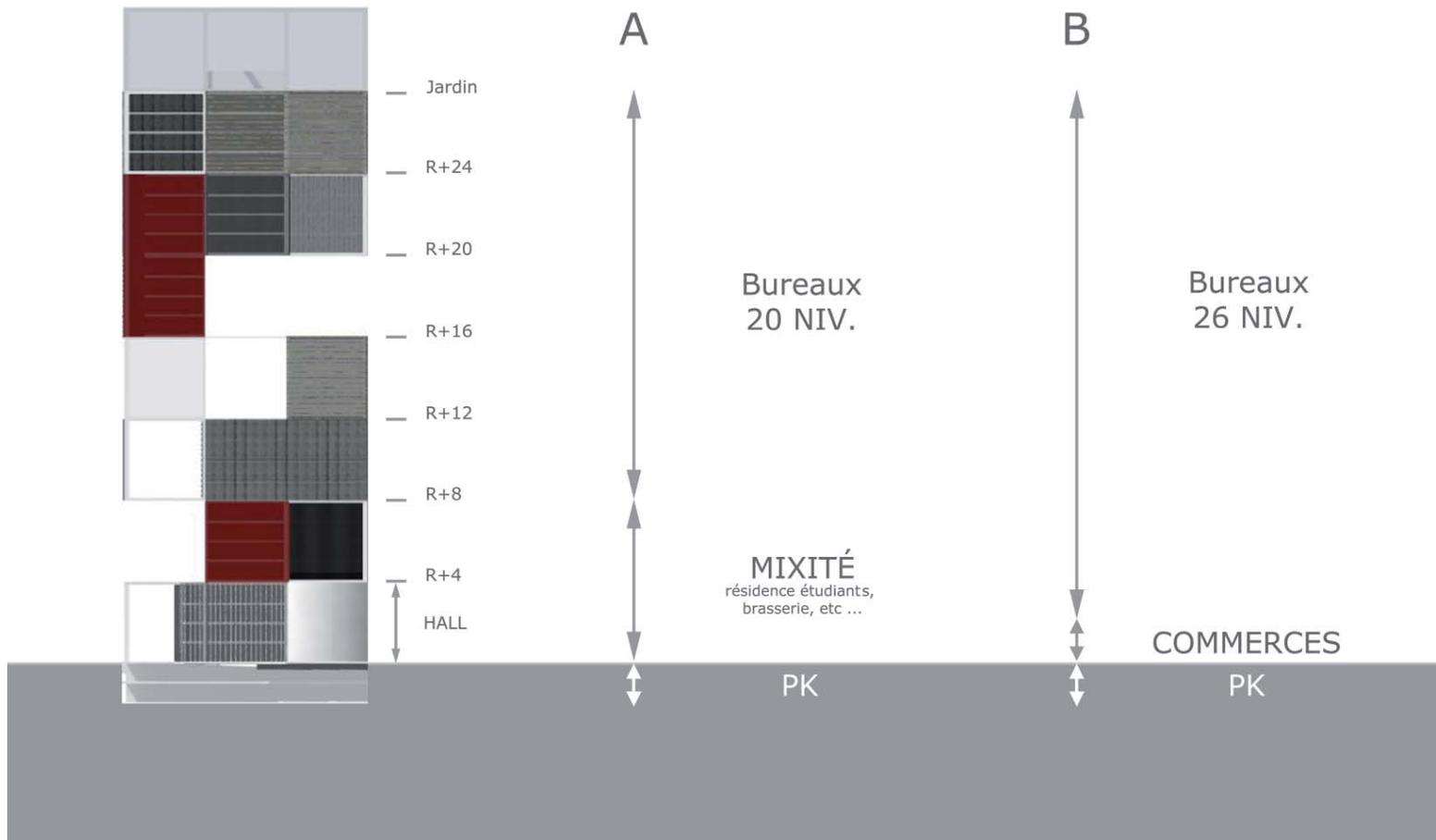
Les grandes portées des plateaux permettent de créer des espaces flexibles et autorisent donc toutes les configurations d'aménagement possibles (bureaux open spaces ou cloisonnés).

Des jardins s'intègrent également à chacun des modules [4 niveaux] de la tour. Ils incarnent une autre façon de concevoir les bureaux autour d'espaces partagés. Ce sont des lieux de respiration extérieurs à l'usage des occupants, dédiés aussi bien aux moments de détente qu'aux échanges professionnels. Leur alternance permet de singulariser chacune des façades de Totem.

La conception optimisée de TOTEM permet d'en maîtriser l'économie : en fonction des options constructives retenues et du site d'implantation choisi, TOTEM représente un montant de travaux compris entre 100 et 105 M€ HT.







# Programmation

# Programmation

TOUR DE BUREAUX - TOTEM	BASSE	VERSION BATTERIE HAUTE - BATTERIE
Décembre 2011		

NIVEAUX	PARKING	LOCAUX TECHNIQUES					
---------	---------	-------------------	--	--	--	--	--

INFRA	SS SOL	457,15	1159					
	RDC	162	0					
	<b>Sous Total parking et locaux techniques</b>	<b>619,15</b>	<b>1159</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

NIVEAUX	HALL -ACCUEIL	COMMERCES VELOS LIVRAISON	SU NOYAU	SU TOTALE	SHON	EFFECTIF
---------	---------------	---------------------------	----------	-----------	------	----------

Nb de chambres

ACCUEIL COMMERCES	RDC	425,69	739,75	132,06	1297,5	1611,7		
	R+1	0	0	131,74	131,74	172,93		
	<b>Sous Total Accueil-Commerces</b>	<b>425,69</b>	<b>739,75</b>	<b>263,8</b>	<b>1429,24</b>	<b>1784,63</b>		

NIVEAUX	SU COMPARTIMENT A	SU COMPARTIMENT B	SU NOYAU	SU TOTALE	SHON	EFFECTIF		
						12m²/pers	13m²/pers	15m²/pers

BUREAUX	R+2	504,22	503,44	131,74	1139,4	1225,9	95	88	76	
	R+3	504,22	503,44	131,74	1139,4	1225,9	95	88	76	
	R+4	465,12	466,59	89	1020,71	1225,9	85	79	68	
	R+5	465,12	466,59	89	1020,71	1225,9	85	79	68	
	R+6	465,12	466,59	89	1020,71	1225,9	85	79	68	
	R+7	465,12	466,59	89	1020,71	1225,9	85	79	68	
	R+8	531,75	529,4	114,5	1175,65	1238,7	98	90	78	
	R+9	531,75	529,4	114,5	1175,65	1238,7	98	90	78	
	R+10	531,75	529,4	114,5	1175,65	1238,7	98	90	78	
	R+11	531,75	529,4	114,5	1175,65	1238,7	98	90	78	
	R+12	530,52	529,84	114,5	1174,86	1238,7	98	90	78	
	R+13	530,52	529,84	114,5	1174,86	1238,7	98	90	78	
	R+14	530,52	529,84	114,5	1174,86	1238,7	98	90	78	
	R+15	530,52	529,84	114,5	1174,86	1238,7	98	90	78	
	R+16	609,95	617,73	114,5	1342,18	1404,04	112	103	89	
	R+17	609,95	617,73	114,5	1342,18	1431,64	112	103	89	
	R+18	626,08	631,52	116	1373,6	1431,64	114	106	92	
	R+19	626,08	631,52	116	1373,6	1431,64	114	106	92	
	R+20	540,56	550,53	116	1207,09	1266,3	101	93	80	
	R+21	540,56	550,53	116	1207,09	1266,3	101	93	80	
	R+22	540,56	550,53	116	1207,09	1266,3	101	93	80	
	R+23	540,56	550,53	116	1207,09	1266,3	101	93	80	
	R+24	633,87	623,75	116	1373,62	1431,74	114	106	92	
	R+25	633,87	623,75	116	1373,62	1431,74	114	106	92	
	R+26	633,87	623,75	116	1373,62	1431,74	114	106	92	
	R+27	633,87	623,75	116	1373,62	1431,74	114	106	92	
	R+28									
	<b>Sous Total Bureaux</b>		<b>14287,78</b>	<b>14305,82</b>	<b>2924,48</b>	<b>31518,08</b>	<b>33756,12</b>	<b>2627</b>	<b>2424</b>	<b>2101</b>

<b>TOTAL</b>	<b>14713,47</b>	<b>15045,57</b>	<b>3188,28</b>	<b>32947,32</b>	<b>35540,75</b>	<b>2627</b>	<b>2424</b>	<b>2101</b>
--------------	-----------------	-----------------	----------------	-----------------	-----------------	-------------	-------------	-------------

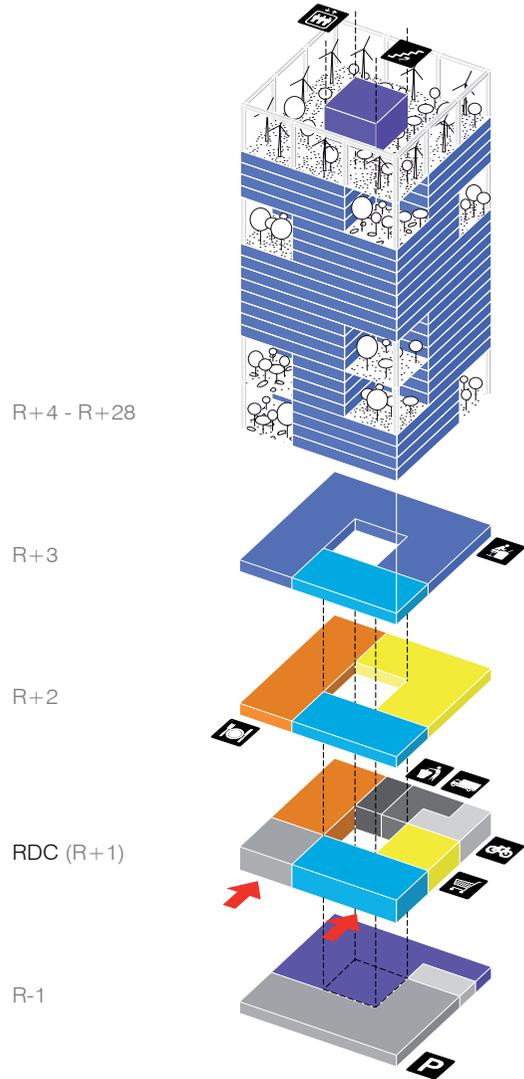
↳ Tableaux de surfaces

TOUR DE BUREAUX - TOTEM VERSION TWIN								
Décembre 2011								
NIVEAUX	PARKING	LOCAUX TECHNIQUES						
SS SOL	457,15	1159						
RDC	162	0						
<b>Sous Total parking et locaux techniques</b>	<b>619,15</b>	<b>1159</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				
NIVEAUX	HALL-ACCUEIL	COMMERCES VELOS LIVRAISON	SU NOYAU	SU TOTALE	SHON	EFFECTIF		
RDC	441,19	744,99	124,04	1310,22	1618,4			
R+1	0	0	165,83	165,83	292,6			
<b>Sous Total Accueil-Commerces</b>	<b>441,19</b>	<b>744,99</b>	<b>289,87</b>	<b>1476,05</b>	<b>1911</b>			
NIVEAUX	SU COMPARTIMENT A	SU COMPARTIMENT B	SU NOYAU	SU TOTALE	SHON	EFFECTIF		
						12m²/pers	13m²/pers	15m²/pers
R+2	511,73	515,67	161,76	1189,16	1252,6	99	91	79
R+3	511,73	515,67	125,56	1152,96	1252,6	96	89	77
R+4	476,21	473,37	115	1064,58	1129,3	89	82	71
R+5	476,21	473,37	115	1064,58	1129,3	89	82	71
R+6	476,21	473,37	115	1064,58	1129,3	89	82	71
R+7	476,21	473,37	115	1064,58	1129,3	89	82	71
R+8	541,95	542,43	115	1199,38	1265,4	100	92	80
R+9	541,95	542,43	115	1199,38	1265,4	100	92	80
R+10	541,95	542,43	115	1199,38	1265,4	100	92	80
R+11	541,95	542,43	115	1199,38	1265,4	100	92	80
R+12	542,86	542,86	115	1200,72	1265,4	100	92	80
R+13	542,86	542,86	115	1200,72	1265,4	100	92	80
R+14	542,86	542,86	115	1200,72	1265,4	100	92	80
R+15	542,86	542,86	115	1200,72	1265,4	100	92	80
R+16	624,62	626,33	115	1365,95	1430,74	114	105	91
R+17	624,62	626,33	115	1365,95	1430,74	114	105	91
R+18	624,62	626,33	115	1365,95	1430,74	114	105	91
R+19	624,62	626,33	115	1365,95	1430,74	114	105	91
R+20	542,51	542,51	115	1200,02	1265,4	100	92	80
R+21	542,51	542,51	115	1200,02	1265,4	100	92	80
R+22	542,51	542,51	115	1200,02	1265,4	100	92	80
R+23	542,51	542,51	115	1200,02	1265,4	100	92	80
R+24	626,33	624,62	115	1365,95	1430,74	114	105	91
R+25	626,33	624,62	115	1365,95	1430,74	114	105	91
R+26	626,33	624,62	115	1365,95	1430,74	114	105	91
R+27	626,33	624,62	115	1365,95	1430,74	114	105	91
R+28								
<b>Sous Total Bureaux</b>	<b>14441,38</b>	<b>14439,82</b>	<b>3047,32</b>	<b>31928,52</b>	<b>33653,12</b>	<b>2661</b>	<b>2456</b>	<b>2129</b>
<b>TOTAL</b>	<b>14882,57</b>	<b>15184,81</b>	<b>3337,19</b>	<b>33404,57</b>	<b>35564,12</b>	<b>2661</b>	<b>2456</b>	<b>2129</b>

↳ Tableaux de surfaces

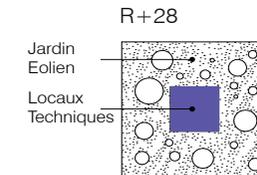
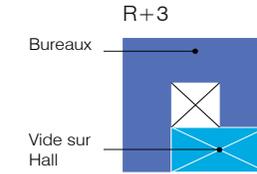
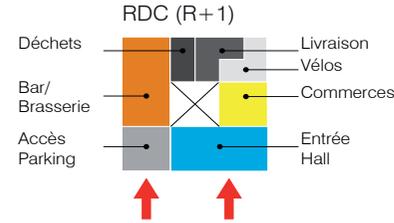
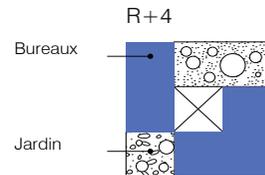
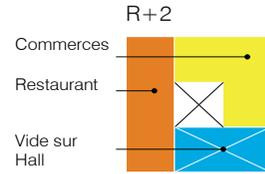
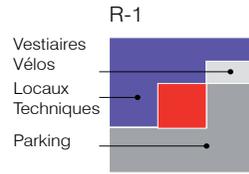
# Programmation

## AXONOMETRIE



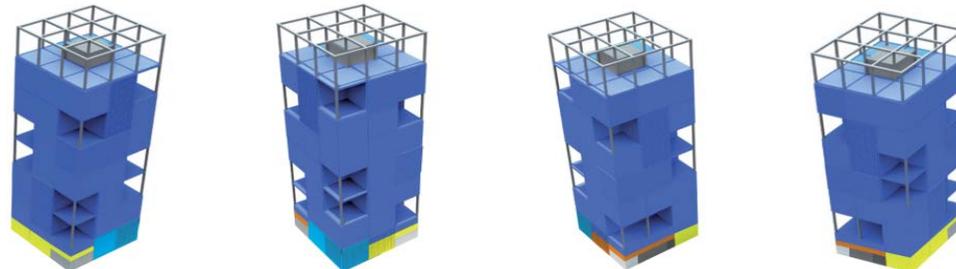
## PLANS

182 m<sup>2</sup>



## PROGRAMMATION TOTEM

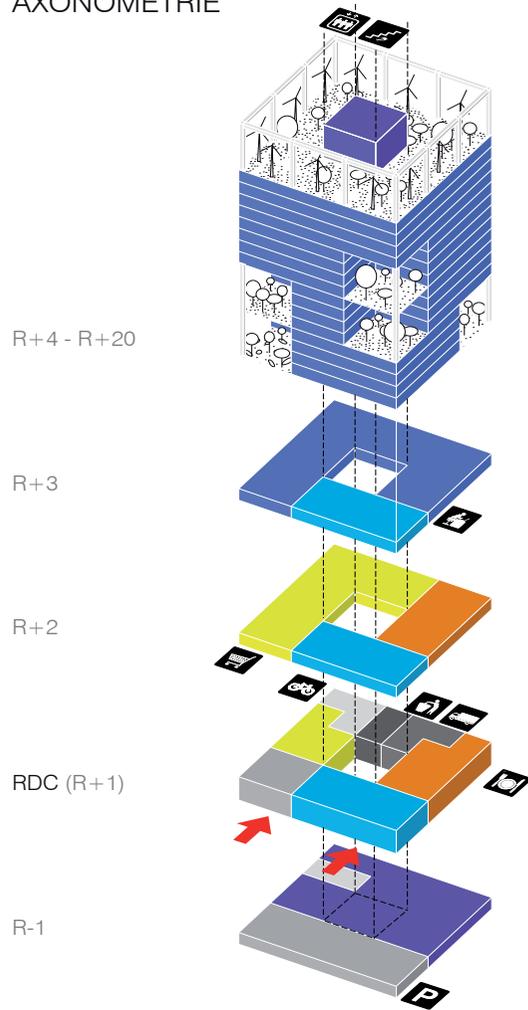
	Déchets
	Livraison
	Parking
	Vélos / Douches
	Hall
	Bureaux
	Locaux Techniques
	Commerces / Services
	Brasserie
	Jardin



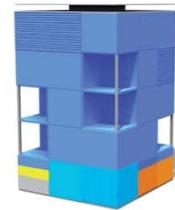
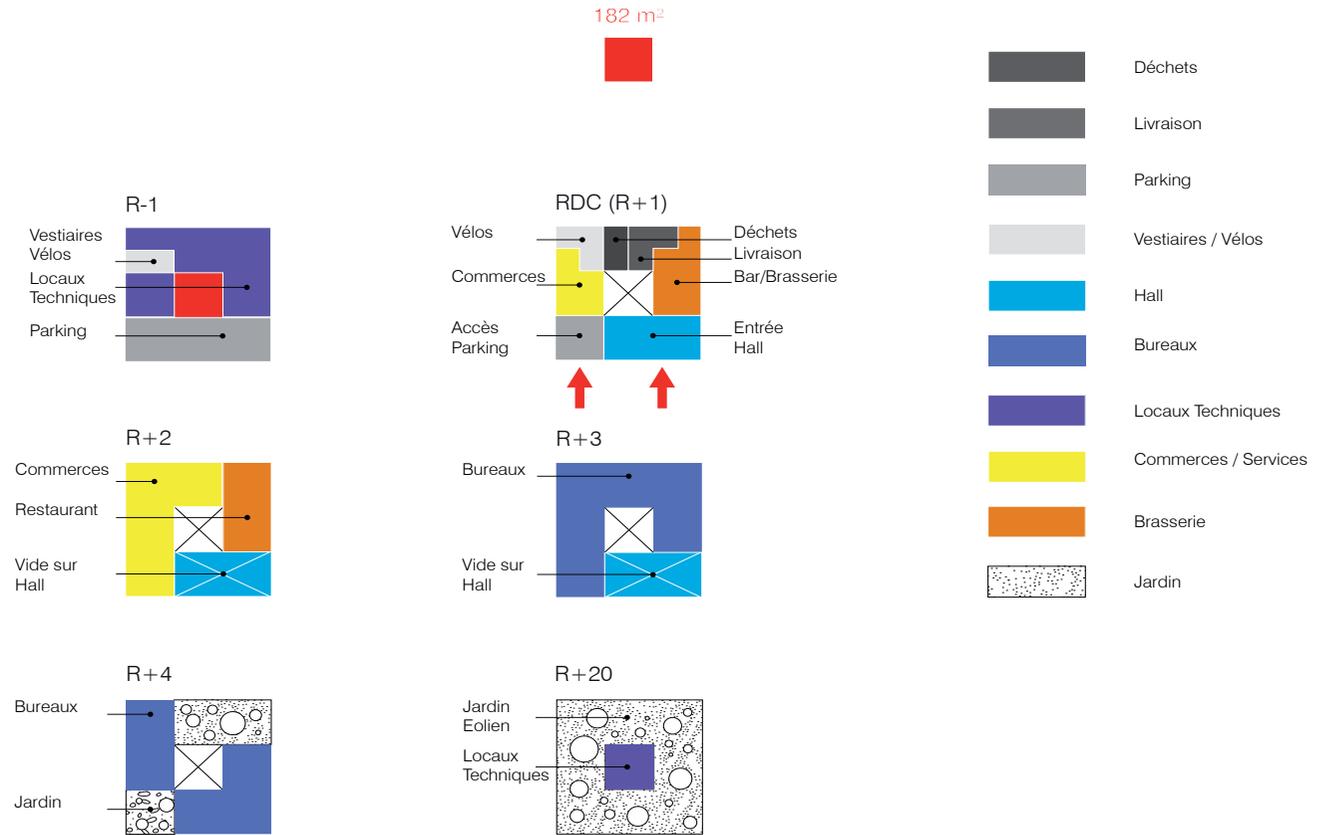
# Programmation

## PROGRAMMATION TOTEM - BOURGET - variante 1

### AXONOMETRIE

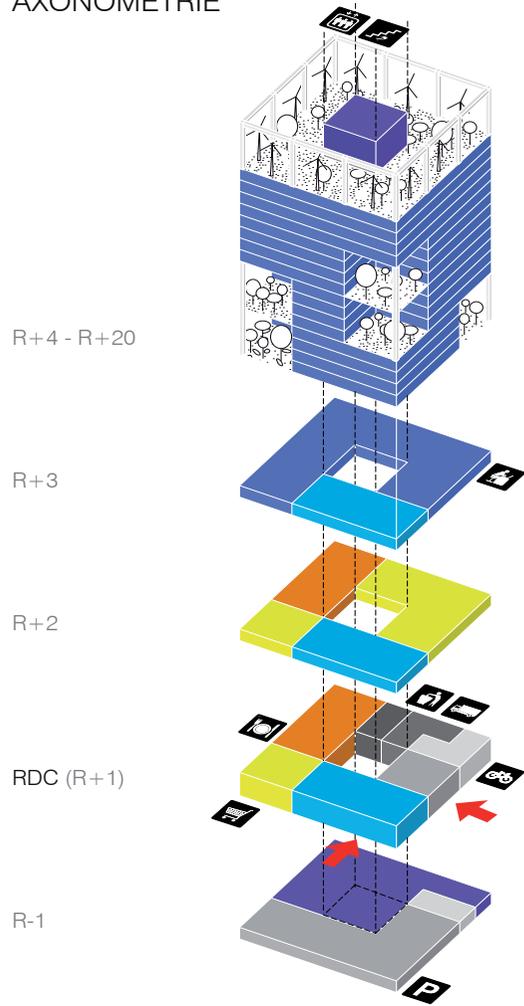


### PLANS



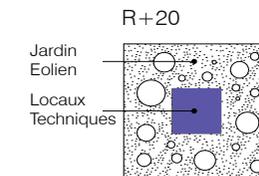
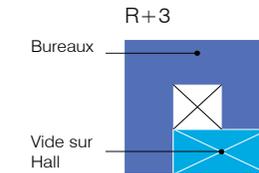
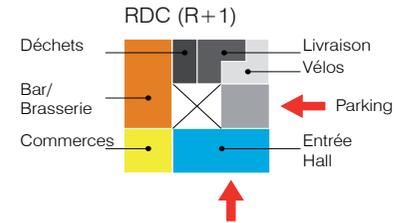
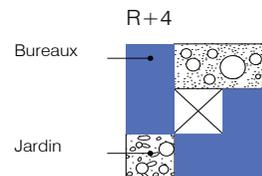
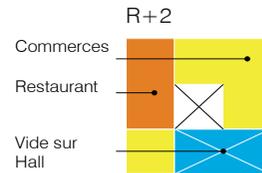
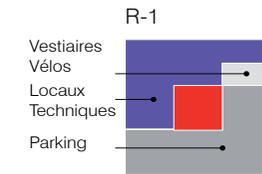
# Programmation

## AXONOMETRIE



## PLANS

182 m<sup>2</sup>

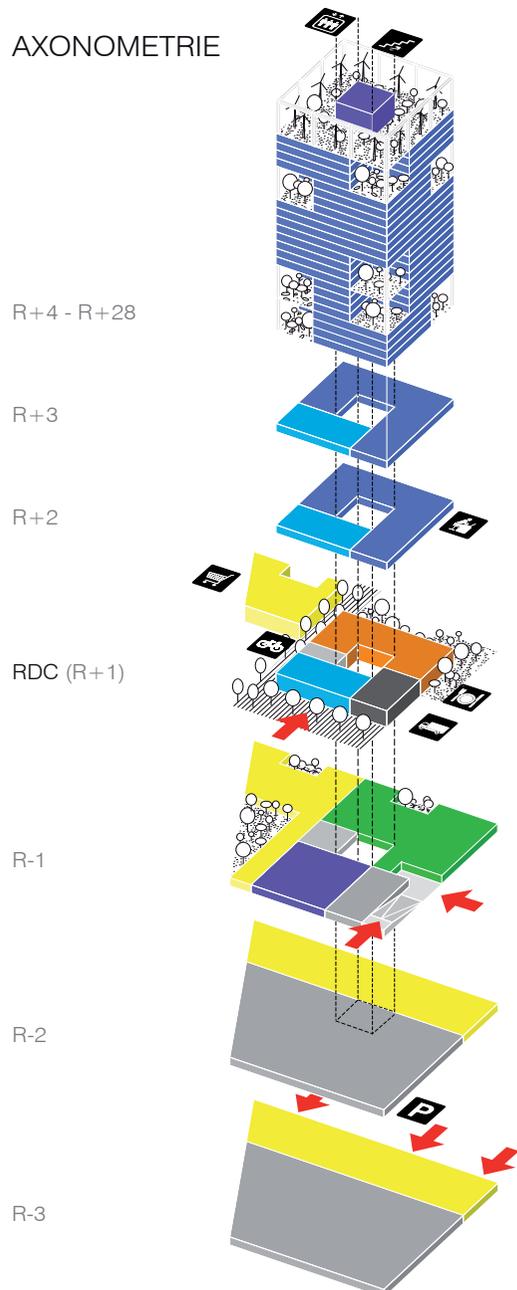


-  Déchets
-  Livraison
-  Parking
-  Vélos / Douches
-  Hall
-  Bureaux
-  Locaux Techniques
-  Commerces / Services
-  Brasserie
-  Jardin

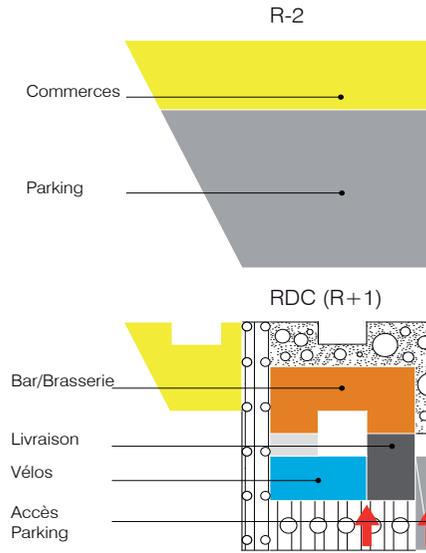
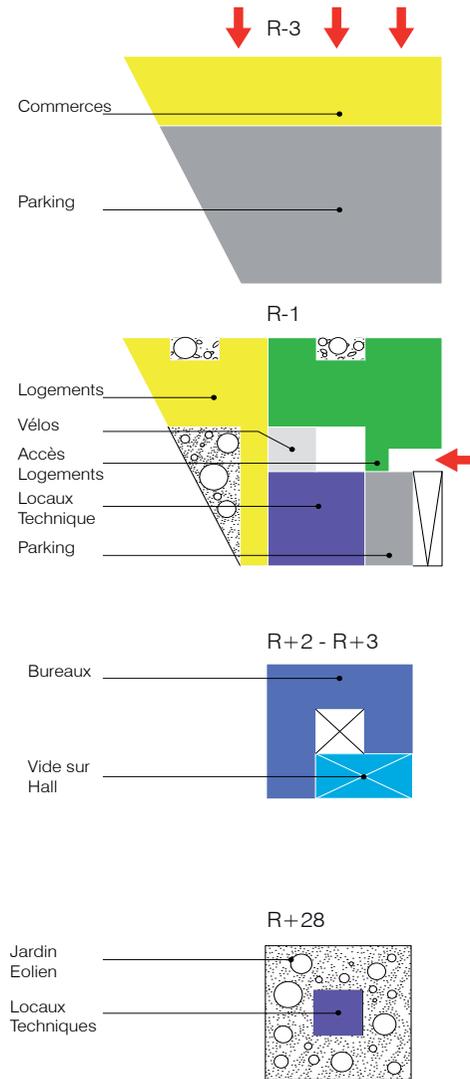


## PROGRAMMATION TOTEM - BOBIGNY

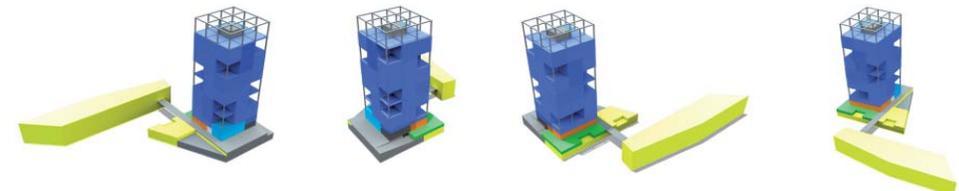
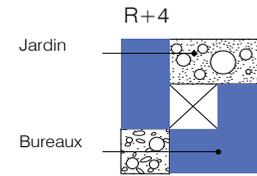
### AXONOMETRIE



### PLANS



- Livraison/Déchets
- Parking
- Vélos / Douches
- Hall
- Bureaux
- Locaux Techniques
- Commerces / Services / Equipements
- Brasserie
- Jardin

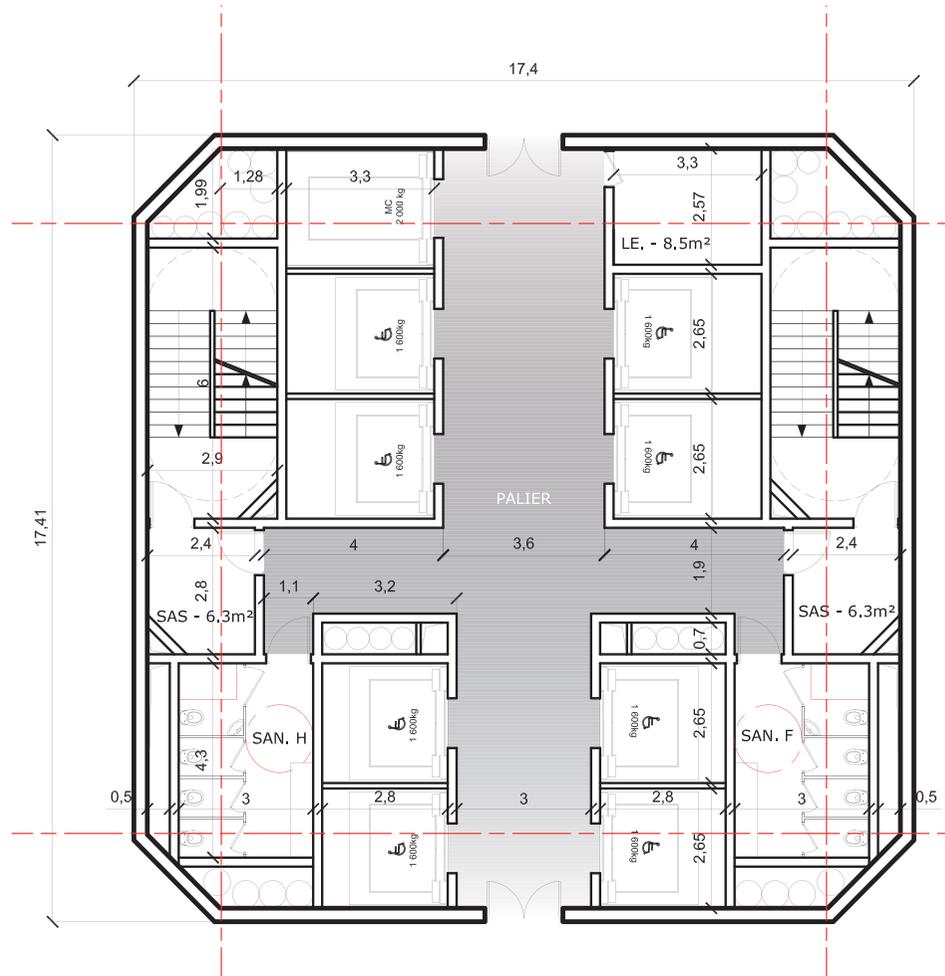




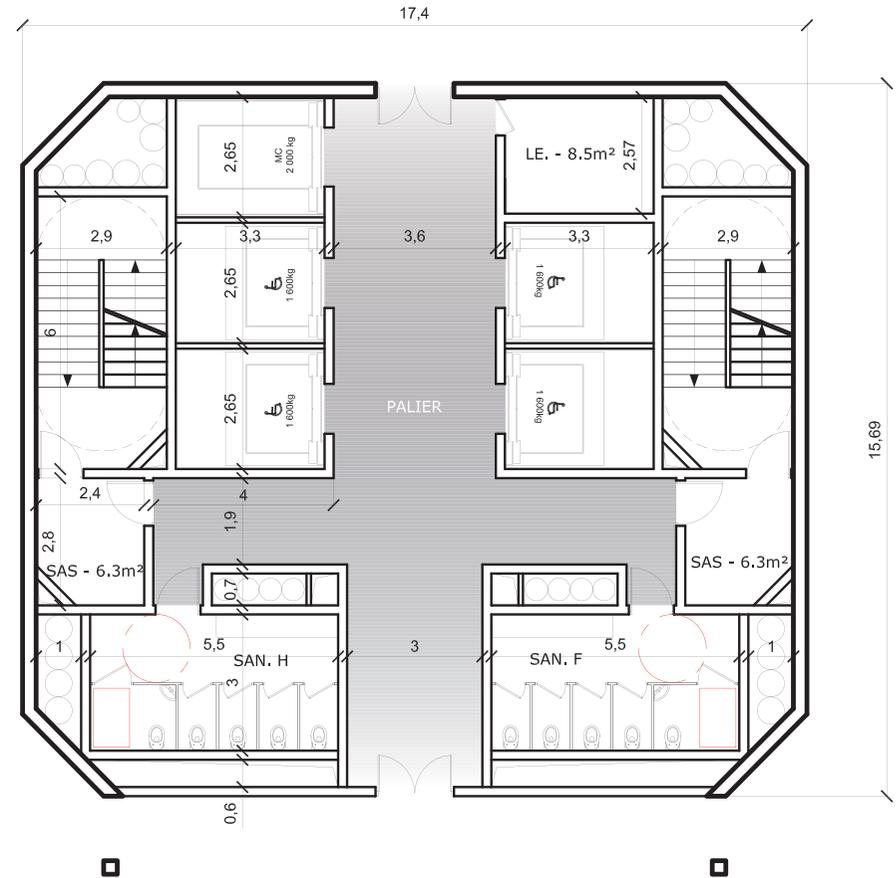
# Configuration du noyau et des étages

# Configuration du noyau et des étages

## a) Batterie basse / batterie haute



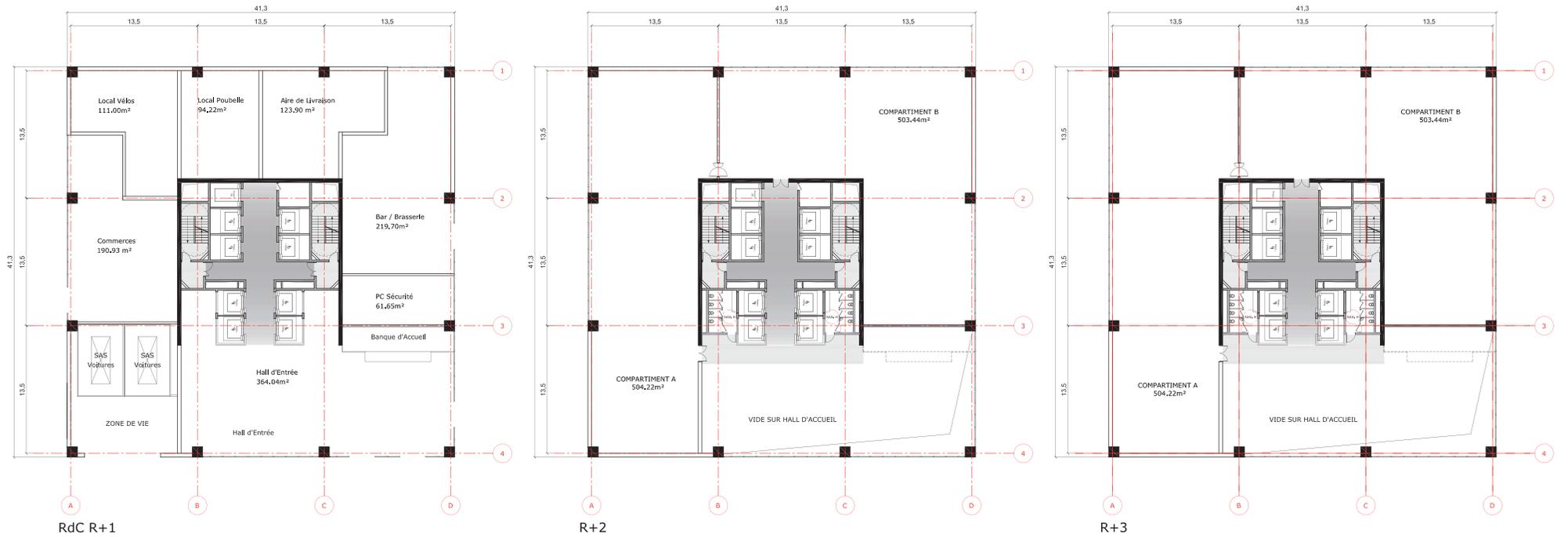
↳ Noyau bas



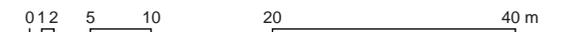
↳ Noyau haut

# Configuration du noyau et des étages

## a) Batterie basse / batterie haute

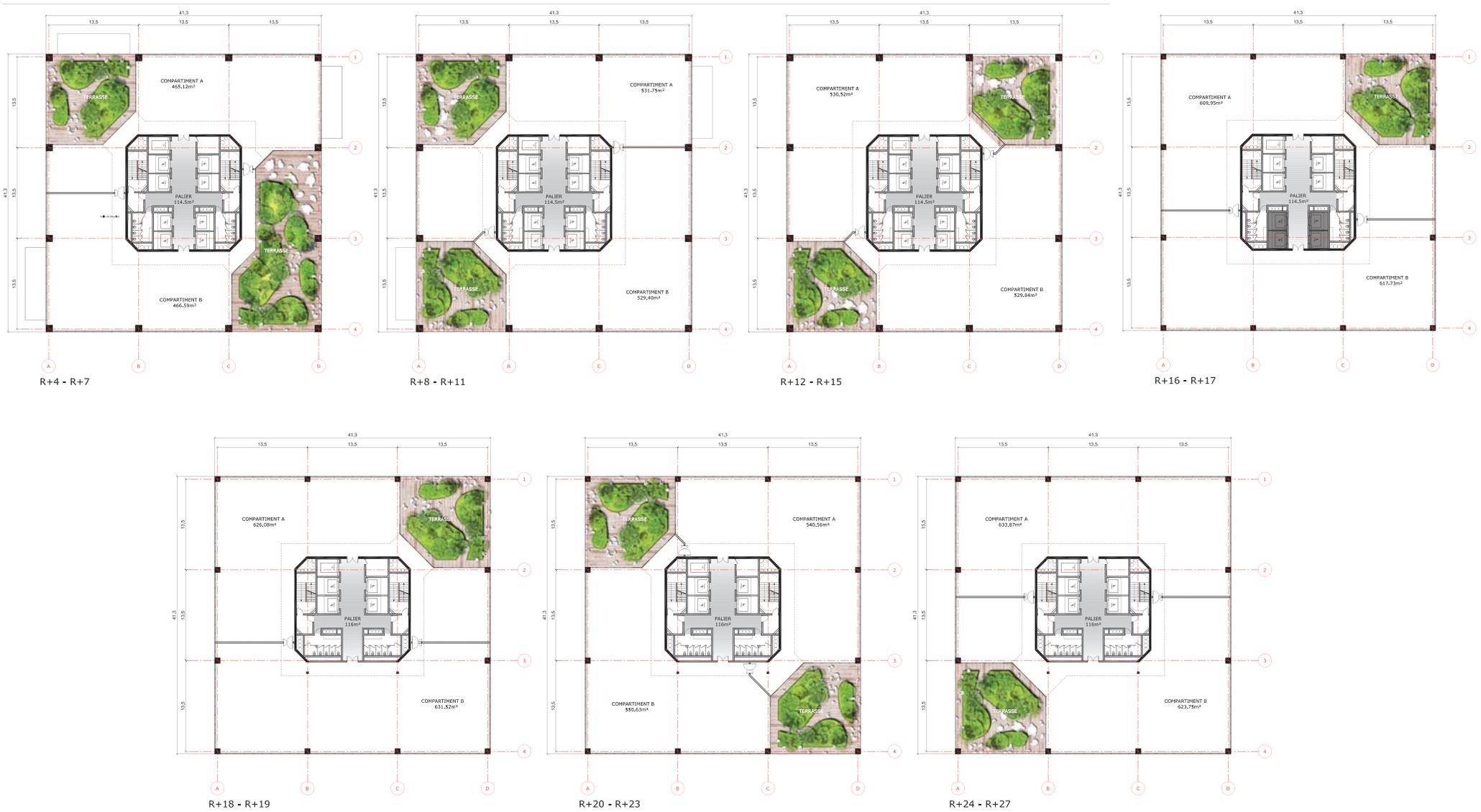


↳ Batterie basse / batterie haute rez-de-chaussée

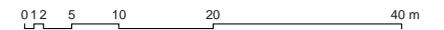


# Configuration du noyau et des étages

## a) Batterie basse / batterie haute



↳ Batterie basse / batterie haute général



# Configuration du noyau et des étages

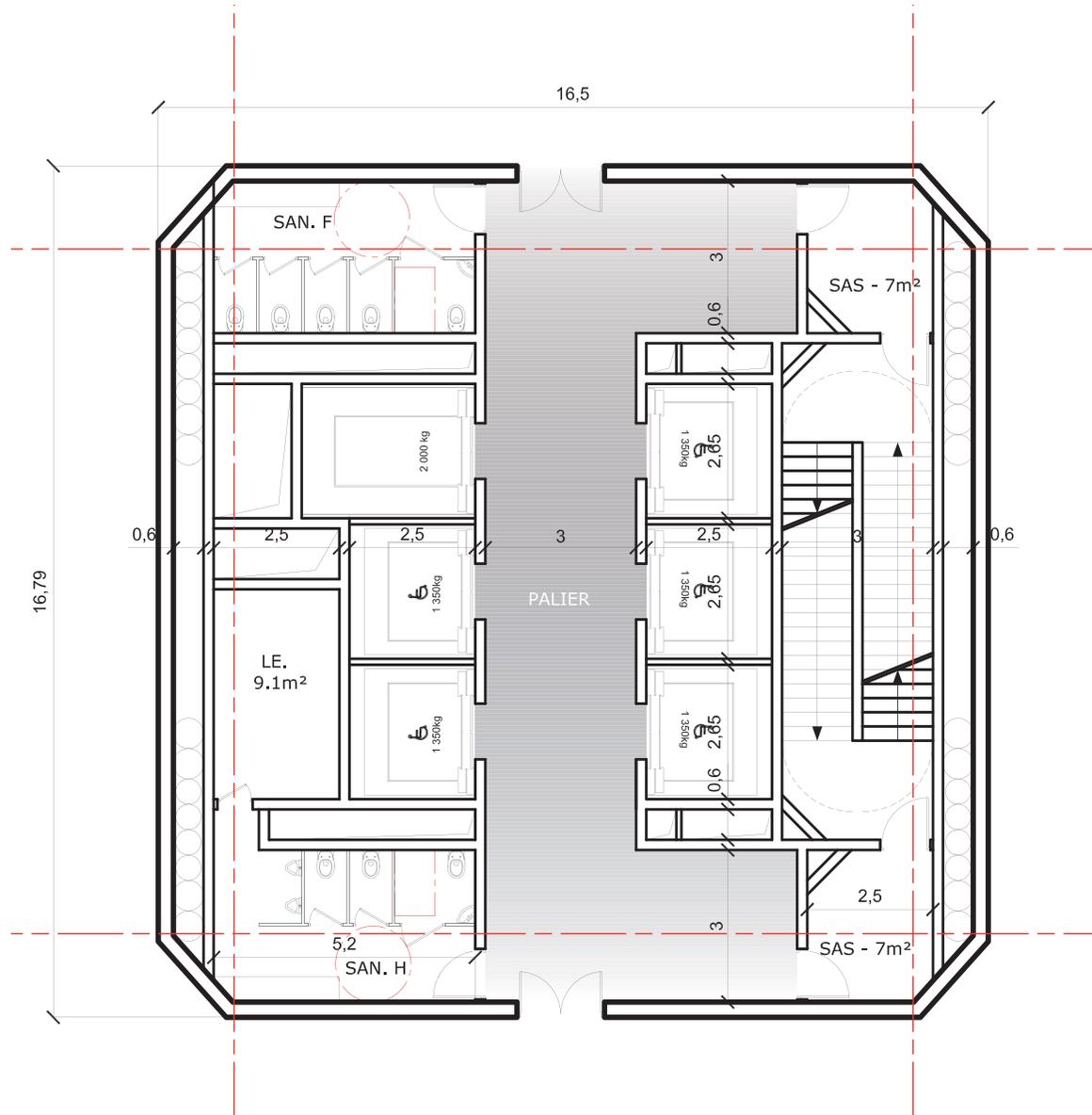
## a) Batterie basse / batterie haute

NIVEAUX	NGF	EFFECTIF	transfert R+16 pop dans BH			
			12m²/pers	Batterie Basse	Batterie Haute	
				1600 kg 2,5 m/s	1600 kg 6 m/s	
R+28						
R+27	95,04	113		X	X	X
R+26	91,52	113		X	X	X
R+25	88	113		X	X	X
R+24	84,48	113		X	X	X
R+23	80,96	99		X	X	X
R+22	77,44	99		X	X	X
R+21	73,92	99		X	X	X
R+20	70,4	99		X	X	X
R+19	66,88	113		X	X	X
R+18	63,36	113		X	X	X
R+17	59,84	113		X	X	X
R+16	56,32	111	X	X	X	X
R+15	52,8	97	X	X	X	X
R+14	49,28	97	X	X	X	X
R+13	45,76	97	X	X	X	X
R+12	42,24	97	X	X	X	X
R+11	38,72	97	X	X	X	X
R+10	35,2	97	X	X	X	X
R+9	31,68	97	X	X	X	X
R+8	28,16	97	X	X	X	X
R+7	24,64	86	X	X	X	X
R+6	21,12	86	X	X	X	X
R+5	17,6	86	X	X	X	X
R+4	14,08	86	X	X	X	X
R+3	10,56					
R+2	7,04					
R+1	3,52					
RDC	0		X	X	X	X
			2418			
			1298			
			1120			
			2418			
12Niveaux	BB	Express zone (m)	10,56			
12Niveaux	BH	Express zone (m)	52,8			
Calculs de trafic						
Batterie Basse 12 p/m²	Chargement	70%	Worst average capacity	74,00%		
	4 x 1600 kg 2,5 m/s		Queue lengths	40 p		
	débit	13,70%				
	Intervalle	34,40 s	Worst Average WT	43,7 s		
	Temps d'attente	25,8 s	Temps d'attente moyen	29,9 s		
	Temps de course directe	13,2 s	Average Time Destination	75,4 s		
Simulations en pointe montée						
Batterie Haute 12 p/m²	Chargement	70%	Worst average capacity	60,90%		
	5 x 1600 kg 6 m/s		Queue lengths	45 p		
	débit	12,80%				
	Intervalle	31,76 s	Worst Average WT	39,5 s		
	Temps d'attente	23,8 s	Temps d'attente moyen	29 s		
	Temps de course directe	15,8 s	ATD	74,9 s		
Simulations en pointe croisée						
Batterie Basse 12 p/m²	Worst average capacity	37,50%				
	Queue lengths	34 p				
	Worst Average WT	52,9 s				
	Temps d'attente moyen	41,3 s				
	Average Time Destination	81,5 s				

↳ Diagramme de desserte population dans la batterie basse ou haute

# Configuration du noyau et des étages

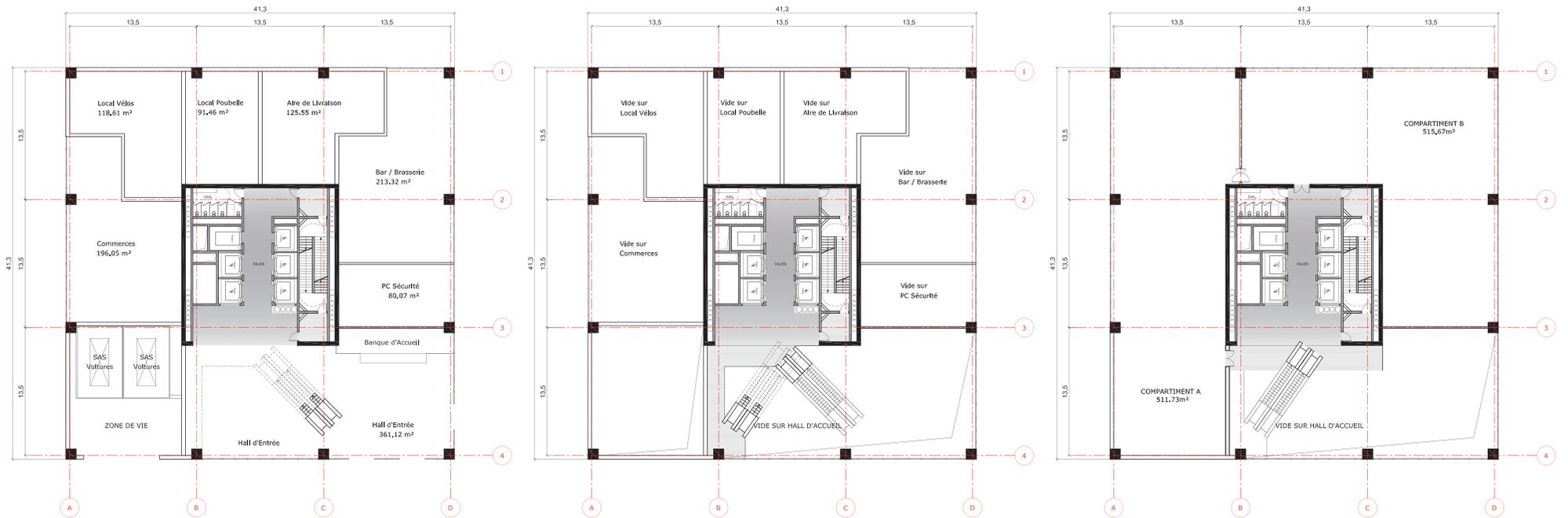
## b) TWIN



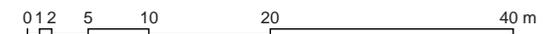
↳ Twin noyau

# Configuration du noyau et des étages

b) TWIN

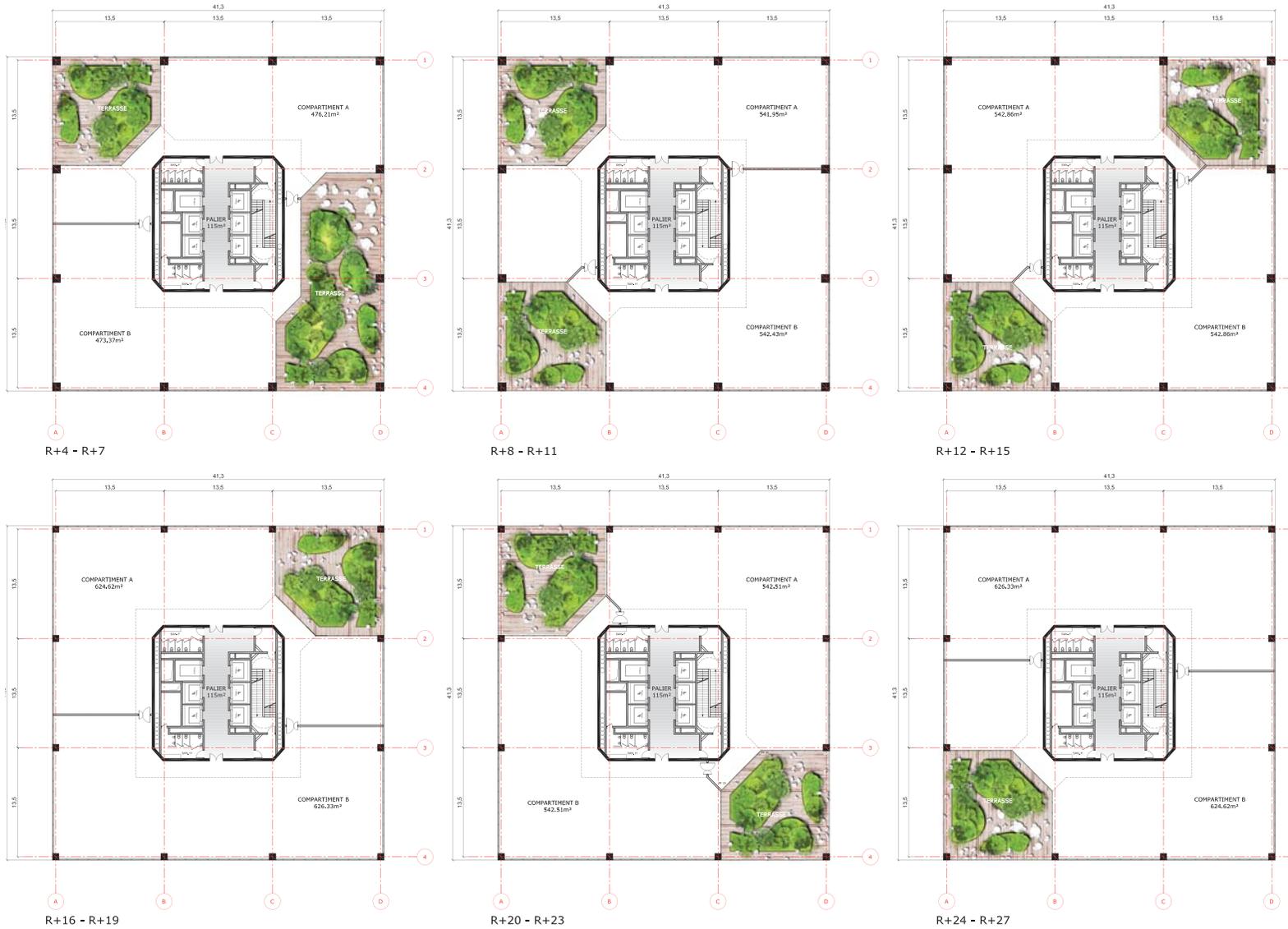


↳ TWIN rez-de-chaussée



# Configuration du noyau et des étages

## b) TWIN



↳ Twin général

0 12 5 10 20 40 m

## Projet TOTEM

### Solution

### « TWIN »

5 Twin 1350kg à 5 m/s – 4 m/s

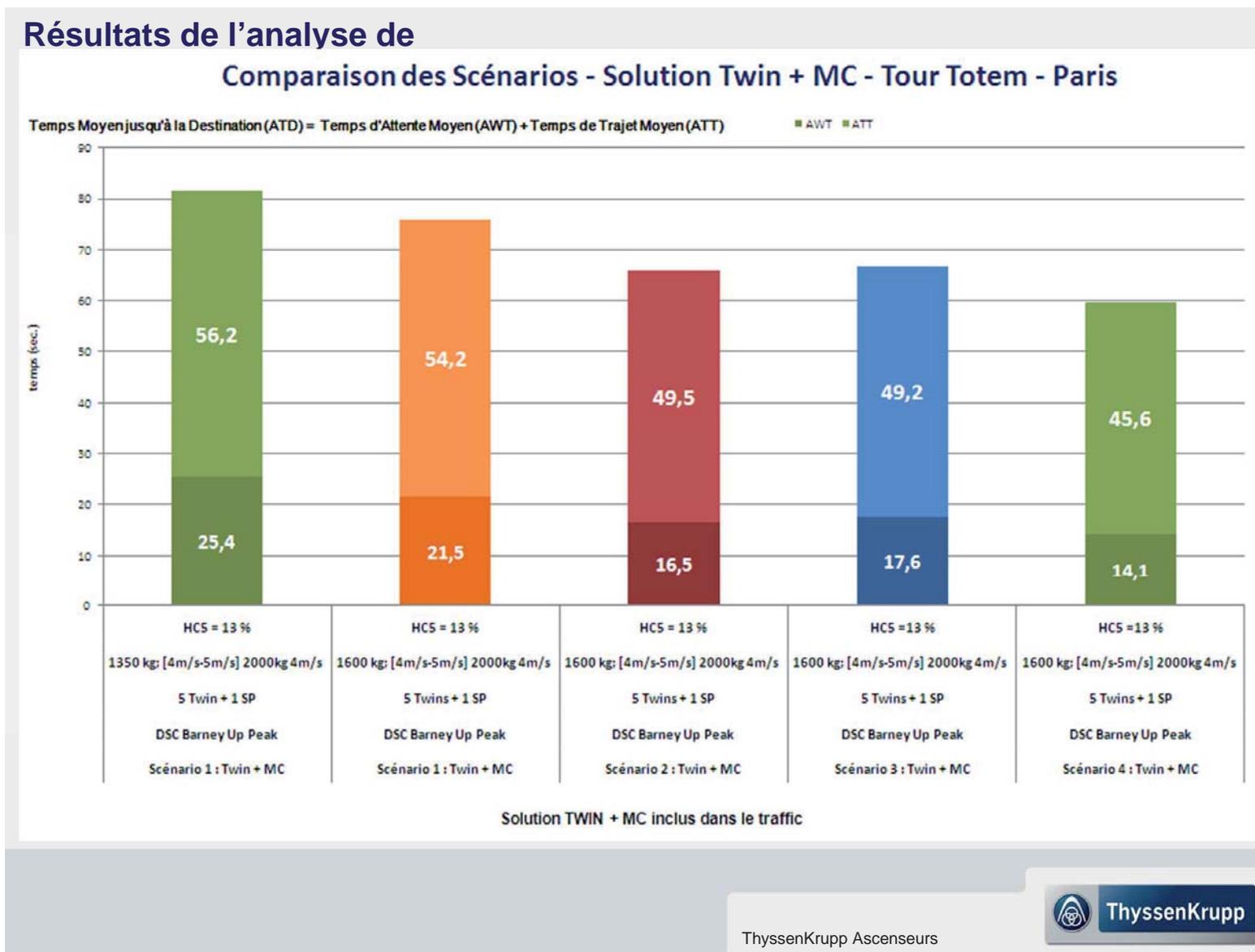
1 Asc SP 1600kg à 4 m/s

**= 11 cabines**

	Charge	Course	Vitesse	Arrêt	Dimensions Cabine			Dimensions Gaine			
					Largeur	Profondeur	Hauteur	Largeur	Profondeur	Hauteur sous dalle	Cuvette
TWIN	1350	100,00	5,00 / 4,00	28	1950	1500	2600	2850	2520	5700	5500
Asc Pompiers	1600	100,00	4,00	28	2100	1600	2600	2850	2520	5700	5500

# Configuration du noyau et des étages

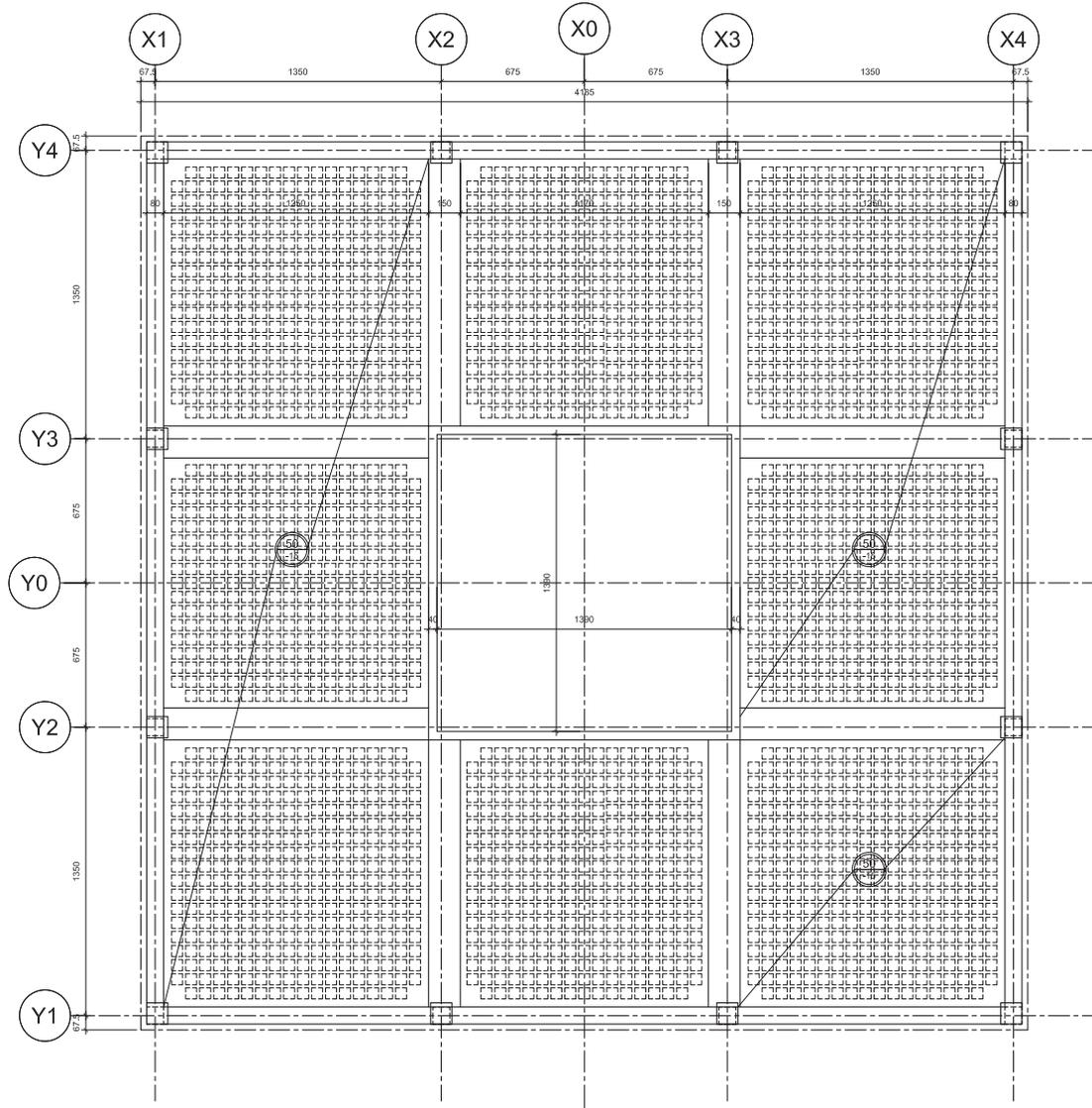
## b) TWIN



# Conception structurelle

# Conception structurelle

## a) Conception 1



Planchers : U-boot ht = 50 cm

Poutres extérieures 80\*80 ht

poutres intérieures 150\*65 ht

poteaux en façade :  
niveau 16 à niveau 28 poteaux 80\*80  
niveau 4 à niveau 16 poteaux 100\*100  
niveau RdC à niveau 4 poteaux 110\*110  
Les ouvertures sont régulièrement réparties sur tous les poteaux.

↳ Structure Totem vue en plan U-Boot

## a) Conception 1



↳ Les U-boot constituent des éléments structuraux tels que planchers, fondations... de grandes dimensions, pour des bâtiments à usage industriel ou tertiaire.



Pour minimiser les charges des dalles et limiter l'impact des poteaux sur les plateaux de bureaux, il sera utilisé la technologie U-Boot

Le U-boot est un élément modulaire formant un caisson orthogonal: chaque élément est relié à un autre par des petites ceintures de fixation, ils sont ensuite englobés dans la coulée du béton.

La structure allégée est ainsi composée de deux plaques superposées, jointes entre elles par une cloie de poutres en béton.

Ce concept apporte des solutions souples, légères et modulables, dans des contextes souvent contraignants, en supprimant les retombées de poutres traditionnelles, en acceptant des charges importantes...

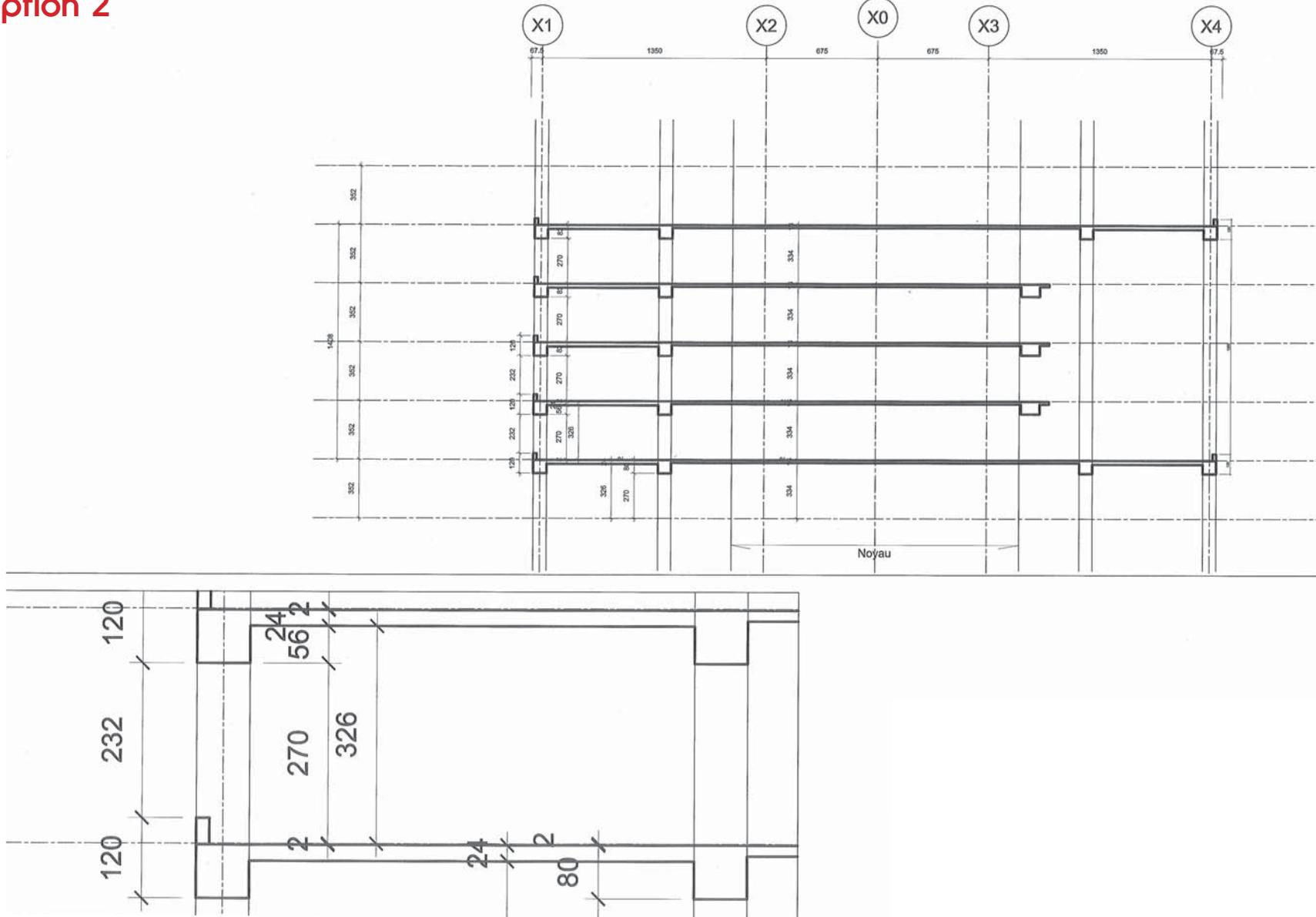
Il remplace les dalles pleines, plus lourdes et plus volumineuses ou bien les pré-dalles alvéolaires nécessitant une installation lourde.

Ce système permet la fabrication de structures allégées en béton armé coulé sur place. De ce fait, il libère de l'espace en surface et en hauteur, le format peu encombrant permet toute adaptation et toute configuration en termes architecturaux.

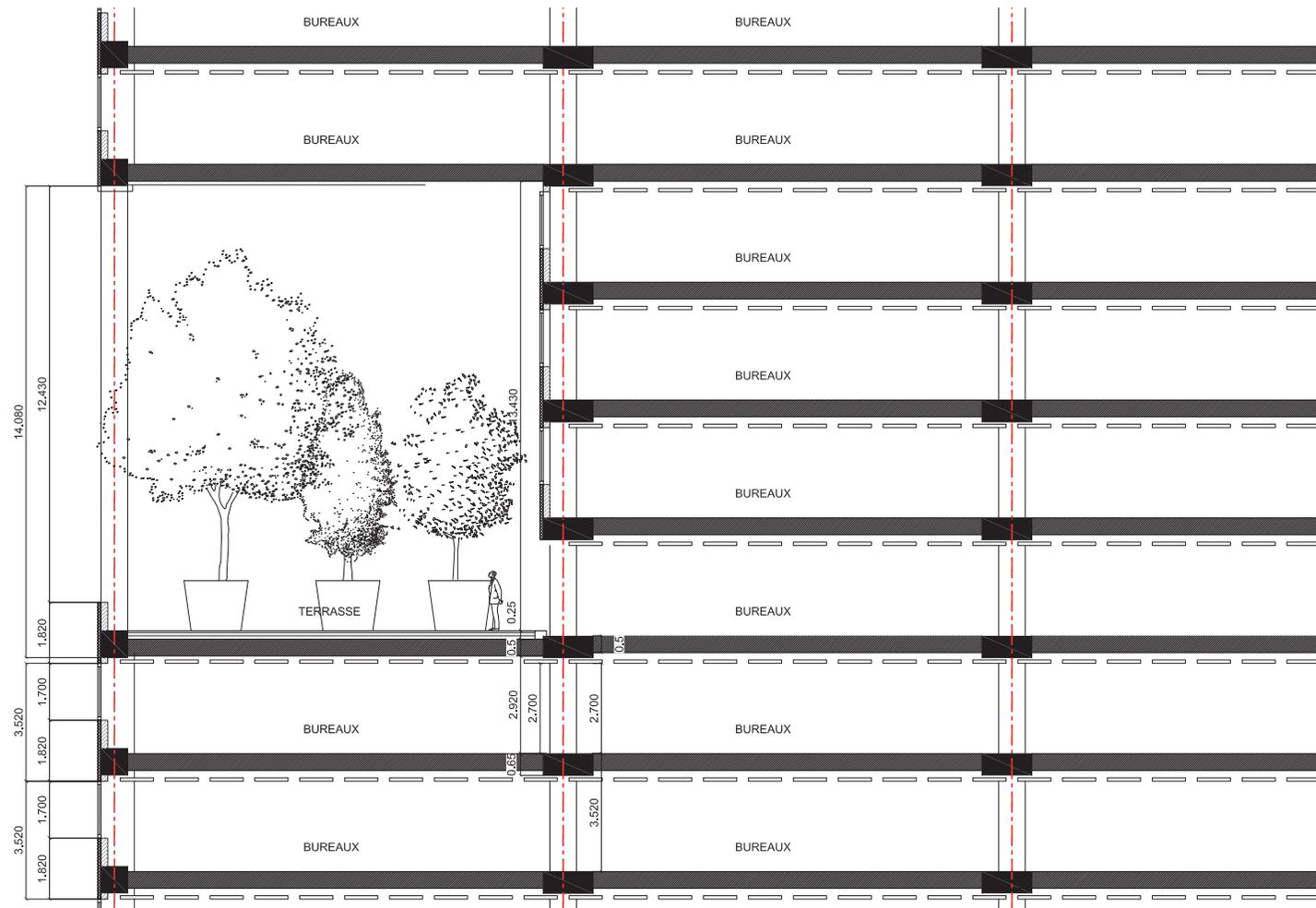
Cette gamme constitue également un apport en temps et logistique sur les chantiers.



## b) Conception 2







↳ Coupe de principe planchers



# Haute Qualité Environnementale

# Haute Qualité Environnementale

## I/ Objectifs généraux

### 1. Conception bioclimatique

Dans le cadre du développement du concept, les objectifs environnementaux globaux visés pour le projet sont :

Une certification NF Bâtiment Tertiaire – Démarche HQE®. Le profil proposé est le suivant :

Cibles HQE	TOTEM	Hiérarchisation des cibles		
		Base	Performant	Très performant
Site et construction	1.Relation du bâtiment avec son environnement			
	2.Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction			
	3.Chantier à faible impact environnemental			
Gestion	4.Gestion de l'énergie			
	5.Gestion de l'eau			
	6.Gestion des déchets d'activités			
	7.Maintenance - Pérennité des performances environnementales			
Confort	8.Confort hygro-thermique			
	9.Confort acoustique			
	10.Confort visuel			
	11.Confort olfactif			
	12.Qualité sanitaire des espaces			
Santé	13.Qualité sanitaire de l'air			
	14.Qualité sanitaire de l'eau			
Total des cibles		4	2	8

Une certification BREEAM niveau Outstanding

Building Performance by Section					
	Environmental weighting	Credits available	Credits achieved	% Achieved	Weighted Score
Management	12,00%	11,00	11,00	100,00%	12,00%
Health & Wellbeing	15,00%	14,00	11,00	78,57%	11,79%
Energy	19,00%	23,00	23,00	100,00%	19,00%
Transport	8,00%	9,00	9,00	100,00%	8,00%
Water	6,00%	9,00	7,00	77,78%	4,67%
Materials	12,50%	13,00	6,00	46,15%	5,77%
Waste	7,50%	6,00	4,00	66,67%	5,00%
Land Use & Ecology	10,00%	10,00	8,00	80,00%	8,00%
Pollution	10,00%	12,00	7,00	58,33%	5,83%
Innovation	10,00%	10,00	5,00	50,00%	5,00%
<b>Total</b>					<b>80,05%</b>
Exemplary Level credits achieved					5,00%
Total Innovation credits achieved					5,00%
<b>Total BREEAM Score</b>					<b>85,05%</b>

• Une certification LEED niveau Platinum

• Une performance énergétique poussée : vers le bâtiment passif.

## II/ Management

### 1.Commissioning

Un agent de commissioning devra être nommé dès la conception pour superviser et vérifier la conception et la réalisation des systèmes techniques.

### 2. Analyse de cycle de vie

Une analyse de cycle de vie sera menée en phase APS/APD et couvrira :

- La construction
- L'exploitation : utilisation & maintenance
- La déconstruction

Sur une période de 25 ou 30 ans et 60 ans, pour les familles suivantes :

- Structure
- Enveloppe
- Corps d'états techniques
- Revêtements intérieurs

Les conclusions de l'étude seront prises en compte pour le développement du projet.

## III/ Principes de conception environnementaux

L'ensemble des principes de conception sont adaptés aux locaux de bureaux.

### 1. Insertion dans le site

#### a. Transports

Mettre en place d'environ 80 places de locaux vélos abritées, sécurisés et d'une quinzaine douches.  
Mettre en place des bornes électriques de recharge pour les véhicules au nombre de 10% du nombre total de places.

Favoriser le covoiturage en réservant 5% des places de parking au covoiturage.

Tous les accès seront différenciés et sécurisés (voiture, piétons, vélos, livraisons, déchets). Les voies de livraison ne croiseront pas les cheminements vélos et piétons.

Au maximum, une place de parking pour 4 usagers sera prévue sur le projet.

#### b. Biodiversité

Un écologue qualifié sera missionné afin d'évaluer la biodiversité existante et d'améliorer la biodiversité du projet. Des recommandations pour la phase chantier ainsi que pour l'entretien des espèces végétales a posteriori seront identifiées.

L'équivalent d'au moins 20% de la surface de la parcelle devra être mis en place sous forme d'espaces végétalisés (toiture, jardins, etc.) en choisissant des plantations d'espèces indigènes ou adaptées au climat et aux caractéristiques du sol et des précipitations.

#### c. Réduction de la pollution lumineuse de l'éclairage extérieur

Les sensations de confort et de sécurité seront optimisées pour les entrées, les accès, les zones de circulation, les zones de livraison, les zones à faible luminosité naturelle ou sensibles du point de vue de la sécurité, ...

Les cheminements fonctionnels et les cheminements piétons seront éclairés spécifiquement.

Les éléments choisis pour l'éclairage extérieur devront être à haute efficacité lumineuse. Les lampes à incandescence et les lampes à vapeur de mercure seront proscrites, les éclairages à leds seront privilégiés.

#### d. Réduction de l'effet îlot de chaleur

Afin de réduire l'effet d'îlot de chaleur, le matériau mis en place en toiture devra disposer d'un albédo élevé.

## 2. Matériaux

Le choix des matériaux doit permettre :

- la durabilité, l'adaptabilité des bâtiments,
- la préservation des ressources en matières et énergie tout au long de leur cycle de vie,
- la connaissance et la maîtrise de l'impact environnemental et sanitaire des bâtiments.

L'objectif est de promouvoir les matériaux renouvelables et disponibles à proximité du site ainsi que soins pour les utilisateurs. Les matériaux intérieurs disposant de faibles émissions de COV et de formaldéhydes seront privilégiés.

Des matériaux ayant un contenu recyclé (tel que la somme du contenu recyclé postconsommation et de la moitié du contenu préconsommation) constitueront au moins 10% à 20% de la valeur totale des matériaux du projet.

Des matériaux ou des produits de construction qui ont été extraits, recueillis, récupérés et traités dans un rayon de 800 km du site de fabrication finale seront utilisés à hauteur de 20% du coût total des matériaux.

Pour satisfaire ces différentes exigences, ces matériaux répondront notamment aux caractéristiques suivantes :

Des écolabels vérifiant des faibles émissivités en Composés Organiques Volatils (dont le formaldéhyde) : Ecolabel Européen, FloorScore, etc.

Autres démarches : comme la possible valorisation en fin de vie (matériaux recyclables ou recyclés), des traitements favorisant la qualité de l'air intérieur (fongicide et antistatique), des matériaux ayant une bonne durabilité.



Les revêtements intérieurs et les produits de finition devront donc être choisis en tenant compte du critère hygiénique :

- matériau limitant la croissance fongique et bactérienne,
- matériau inerte aux bactéries,
- facilement nettoyable.

On privilégiera le carrelage au sol et des peintures lessivables sur les murs.

Bois

80% des matériaux composés de bois (bois et panneaux de bois) et installés durablement sur le projet (ex : bardage, menuiseries) posséderont un label FSC.

100% des essences de bois devront provenir de sources durables, c'est-à-dire qu'elles n'apparaissent pas dans la liste CITES (<http://www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>).

Le bois sera choisi d'essence naturellement durable, sans traitement préventif ou traité par un produit certifié CTB P+.

# Haute Qualité Environnementale

## III/ Principes de conception environnementaux

### 3. Energie et maintenance

#### a. Performance énergétique

Les objectifs liés à la performance énergétique sont :

- Respect du BBIO max selon la RT 2012
- Cep  $\leq$  0,9 Cepmax [RT 2012]

Les équipements énergétiques utiliseront des composants à ODP nul.

L'ensemble des prescriptions environnementales liées à la performance énergétique sont décrites dans la « note de prescriptions énergétiques » d'ELAN, du 8 juillet 2011, v3.

Les systèmes d'énergie renouvelable mis en place devront couvrir a minima 13% du coût énergétique annuel du bâtiment.

#### b. Comptages et sous-comptages & GTB

Dans le cadre de la préparation de la maintenance, différents comptages et sous-comptages seront prévus afin de faciliter le pilotage et l'exploitation du futur bâtiment.

Des sous-comptages par système et par lot seront mis en place et reliés à une GTB, pour l'énergie :

- Chauffage
- Rafraîchissement
- Ventilation
- Eclairage
- Ascenseurs
- Production de froid (process)
- Eclairage parking
- Eclairage extérieur
- Bureautique

Ainsi que l'eau :

Des sous-comptages par étage et/ou par usage et/ou par système seront mis en place afin de pouvoir repérer les fuites d'eau et a minima pour les usages suivants :

- Sanitaires
- Arrosage
- Eaux techniques
- Eaux pluviales réutilisées
- Eaux grises récupérées

La GTB mise en place permettra de contrôler les différents paramètres de confort local par local, de suivre et d'archiver les consommations, la détection des défauts et la génération d'alarmes et la détection de fuites, etc.

#### c. Ascenseurs

Les ascenseurs seront optimisés afin d'en limiter les consommations énergétiques. Ainsi, le nombre, la taille et le ratio de contrepoids des ascenseurs seront optimisés au regard d'une analyse des flux. Les consommations d'énergie des ascenseurs seront optimisées.

Les ascenseurs devront, de plus, disposer d'équipements économes en énergie :

- Ils devront se mettre en mode stand by pendant les périodes de non utilisation (extinction éclairage, ventilation, alimentation de la commande interne, extinction des équipements auxiliaires...).
- Ils seront équipés de moteurs à vitesse variable, fréquence et tension variables
- Ils disposeront d'une unité régénérative permettant de récupérer l'énergie générée par l'ascenseur (descente pleine et montée à vide) et de la réutiliser sur le site ou de la redistribuer sur le réseau électrique.
- Ils seront équipés d'un éclairage économe avec une efficacité lumineuse supérieure à 60 lumens/W ou avec un éclairage consommant moins de 5 W (ex : LEDS).

#### 4. Gestion de l'eau

##### a. Limitation des besoins en eau potable

Les consommations d'eau du bâtiment seront limitées par :

- La mise en place de systèmes hydroéconomiques – débit : 2,5 l/min, chasses d'eau 3/6 l
- La mise en place d'un système de détection de fuites d'eau.
- La mise en place d'une détection de présence contrôlant l'alimentation en eau des sanitaires
- La mise en place d'un système de récupération d'eau pluviale pour les sanitaires et l'arrosage des espaces verts.

L'estimation des besoins en eau potable (cf. annexe) est de 18737 l/jour environ.

##### b. Etude de récupération de l'eau pluviale (cf. annexe)

Hypothèses de départ :

- surface de récupération : 1260 m<sup>2</sup>
- surface d'espaces verts : 2520 m<sup>2</sup>
- effectif : 1944 personnes

Synthèse des résultats :

#### TOTEM

- Volume de cuve : 150 m<sup>3</sup>
- Besoins totaux en eau pour l'utilisation (arrosage + wc) : 5970 m<sup>3</sup> par an
- Volume d'eau de pluie utilisée : 7519 m<sup>3</sup> par an
- Couverture des besoins : 126%
- Valorisation de l'eau de pluie : 100%
  
- Economie d'eau potable réalisée : 7519 m<sup>3</sup> par an
- Prix de l'eau estimatif : 3 €/m<sup>3</sup> TTC
- Economie de charges réalisée : 22557 € par an TTC

## III/ Principes de conception environnementaux

Pour une cuve de 150 m<sup>2</sup>, 100% de l'eau récupérée est valorisée et couvre 126% des besoins en arrosage et sanitaires.

Gestion des eaux pluviales

Les eaux pluviales seront gérées par :

- Un bassin de rétention permettant d'avoir un débit de fuite projet inférieur au débit de fuite initial et un coefficient d'imperméabilisation optimisé.
- Un système de récupération des eaux pluviales pour une réutilisation pour l'arrosage et les sanitaires

Phyto-épuration

Un système de phyto-épuration sera étudié pour le projet pour permettre de recycler les eaux usées du site et les réutiliser sur l'opération.

### 5. Gestion des déchets

Mise en place d'un local déchets de 150 m<sup>2</sup> permettant de stocker les déchets triés et produits sur 3 jours (cf. dimensionnement en annexe).

Des dispositions architecturales seront prises pour faciliter la collecte, le regroupement et l'enlèvement des déchets afin d'optimiser la maniabilité des déchets sur les différentes zones.

Les circuits des déchets d'activités seront optimisés :

- Distinction des circuits de déchets d'activités réglementés des autres circuits de déchets.
- Séparation des flux de déchets des flux de circulation des personnes et adaptation des flux de déchets aux autres flux de circulation de l'ouvrage.
- Optimisation des circuits de déchets des espaces liés à la préparation alimentaire.
- Position des zones de tri et de pré-collecte.
- Réflexion sur les accès aux locaux / zones déchets.

### 6. Confort

#### a. Confort hygrothermique

En termes de confort hygrothermique, le projet disposera des caractéristiques suivantes :

- Protections solaires extérieures adaptées à l'orientation
- Protections solaires intérieures sur toutes les baies et contrôlables par les occupants
- Un facteur solaire inférieur au facteur solaire de référence pour toutes les baies :  $S \leq S_{ref}$
- Une vitesse d'air limitée à 0,15 m/s au niveau du plan de travail en hiver et 0,22 m/s en été
- Chauffage contrôlé par l'occupant dans une certaine plage de température et pour les zones suivantes : entre 0 et 7 m du mur extérieur et la zone centrale.

#### b. Confort acoustique

Les objectifs à atteindre sont les suivants :

- Isolements des espaces vis-à-vis de l'extérieur

Isolément acoustique standardisé pondéré  $DnT_{A, tr}$  vis-à-vis des bruits des infrastructures de transports terrestres :  $DnT_{A, tr} \geq DnT_{A, tr}$  réglementaire logement - 3 dB Et  $DnT_{A, tr} \geq 30$  dB

- Niveau des bruits de choc transmis dans les espaces

Plateaux de bureaux :

Niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé  $L_{nT,w}$  perçu dans les locaux :  $L_{nT,w} \leq 57$  dB.

Espaces associés :

Niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé  $L_{nT,w}$  perçu dans les locaux :  $L_{nT,w} \leq 60$  dB.

- Niveau des bruits d'équipement dans les espaces

Plateaux à aménager :

Niveau de pression acoustique normalisé  $L_{nAT}$  tel que:  $L_{nAT} \leq 40$  dB(A)

Espaces associés :

Niveau de pression acoustique normalisé  $L_{nAT}$  tel que :

espaces de détente fermés et salles de réunion :  $L_{nAT} \leq 40$  dB(A)

halls :  $L_{nAT} \leq 45$  dB(A)

- Acoustique interne des espaces

Plateaux à aménager :

Aire d'absorption équivalente [AAE] du plafond des plateaux à aménager:  $AAE_{sol} + \text{plafond} \geq 0,7$  S surface au sol. L'homogénéité de l'AAE en toute zone sera justifiée.

Espaces associés :

Aires d'absorption équivalentes :

Salles de réunion / Espaces détente fermés :  $AAE_{totale} \geq 0,6$  S surface au sol

Circulations / Espaces détente ouverts :  $AAE_{totale} \geq 0,5$  S surface au sol

Halls :  $AAE_{totale} \geq 0,33$  S surface au sol + réalisation d'une étude acoustique spécifique et respect des exigences de cette étude.

- Isolement au bruit aérien entre espaces

Plateaux à aménager :

L'isolement acoustique standardisé pondéré  $DnT_A$  [dB] entre bureaux individuels modulaires atteignable une fois les plateaux à aménager cloisonnés :  $DnT_A \geq 32$  dB. Il doit être obtenu uniquement grâce aux performances des cloisons, des faux-plafonds et des faux-planchers. Les exigences concernant les performances d'isolement acoustique des matériaux [ $D_{ncw}$ ] doivent être détaillées et imposées comme hypothèse pour le cloisonnement.

Espaces associés :

Isolément acoustique standardisé pondéré  $DnT_A$  [dB] entre locaux :

Salles de réunion / Espaces détente fermés :  $DnT_A \geq 38$  dB

Circulations / Espaces détente ouverts :  $DnT_A \geq 28$  dB

# Haute Qualité Environnementale

## III/ Principes de conception environnementaux

### c. Confort visuel

L'éclairage naturel sera favorisé dans tous les espaces des plateaux.

L'éclairage artificiel devra respecter les critères suivants :

- Niveau d'éclairement de 300 lux minimum lorsqu'un travail sur écran est prévu : 500 lux sinon
- Limitation des risques d'éblouissement : limitation des fortes luminances, des trop grands contrastes, limiter l'emploi de peintures brillantes, privilégier les grilles de déflection pour masquer les sources lumineuses, etc.
- L'indice de rendu des couleurs devra être supérieur ou égal à 80
- Mise en place de ballasts haute fréquence sur tous les luminaires disposant de lampes fluorescentes ou fluocompactes
- L'éclairage artificiel sera zoné par espace de 40 m<sup>2</sup> et contrôlable par l'occupant. Le contrôle de l'éclairage proche des fenêtres sera séparé du reste de l'éclairage.

Une étude d'une solution de luminaires sur pied avec un éclairage en plafond pour les circulations sera menée.

## 7. Santé

### a. Qualité de l'air intérieur

Le système de ventilation devra permettre d'assurer un débit d'air dans les différents espaces respectant la valeur de 25 m<sup>3</sup>/h/pers dans les plateaux de bureaux. Le réseau devra, de plus, répondre à l'annexe A de la norme 13779 :2007.

La classe d'étanchéité des réseaux aérauliques devra être a minima de classe A.

La classe d'étanchéité à l'air de l'enveloppe du caisson de traitement d'air devra a minima être de classe L3.

### b. Qualité sanitaire des espaces

Des locaux d'entretien d'une surface de 2 m<sup>2</sup> devront être mis en place à tous les étages et permettant d'entreposer le chariot de nettoyage, les produits d'entretien et tous les outils dont le personnel d'entretien se sert fréquemment.

## IV/ ANNEXES

Estimation des besoins en eau potable  
Etude de récupération des eaux pluviales  
Calcul du dimensionnement du local déchets  
Grille LEED

### 1. Estimation des besoins en eau potable

Sanitaires communs - conso réelle				Fréquence type d'utilisation				Nombre d'occupants du bâtiment à utiliser l'équipement				Consommation d'eau réelle par jour (L/jour)
Type d'appareil	Consommation de l'équipement choisi (L ou L/min)	Durée (min) ou nb de chasses	% de postes équipés	Moyenne journalière par visiteur		Moyenne journalière pour le personnel permanent		Nombre de visiteurs par jour		Personnel permanent zone "bureaux" (nbre)		
				hommes	femmes	hommes	femmes	hommes	femmes	hommes	femmes	
Chasse d'eau conventionnelle	3	1	100	0,1	0,1	3	3	50	50	822	822	14826
Robinet de lavabo conventionnel	2,5	0,25	100	0,1		3						3088,75
Douche conventionnelle	2,5	10	100	0		0,02						822
Urinoir conventionnel	3,8	1	100	0	0	0	0					0
											Besoins par jour des WC (L/jour)	14826
											% de couverture par les eaux pluviales	0
											Consommation d'eau par jour dans les WC (L/jour)	14826
											<b>Consommation d'eau potable réelle sur sanitaires communs C sanitaires communs (L/jour)</b>	<b>18736,75</b>

### 2. Etude de récupération des eaux pluviales

#### a. Préambule

La gestion des eaux pluviales sur ce projet répond à deux objectifs :

- limiter la consommation en eau potable
- limiter au maximum le rejet d'eaux pluviales dans le réseau d'assainissement de la ville

La note suivante a pour objectif de prédimensionner une cuve de récupération des eaux pluviales afin de les réutiliser pour l'arrosage des espaces verts situés sur les terrasses ainsi que pour les sanitaires. Un bureau d'études spécifique devra effectuer le dimensionnement complet des systèmes :

#### b. Hypothèses d'entrée

Les hypothèses d'entrée que nous avons prises pour le calcul sont les suivantes:  
Surface de récupération des eaux pluviales

La surface de récupération au niveau de la toiture du bâtiment est 1 600 m<sup>2</sup>.

Utilisation des eaux pluviales :

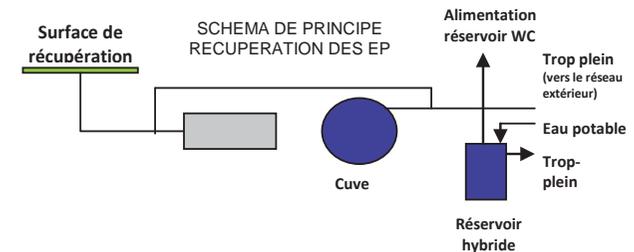
Les eaux pluviales seront utilisées pour l'arrosage et les sanitaires. Les besoins pour chacun de ces usages sont les suivants :

- Arrosage : 30 mm/semaine pour une quantité d'espaces verts estimée à 2040 m<sup>2</sup>.
- Sanitaires : nous prenons l'hypothèse d'une utilisation de 12 litres (avec des chasses 3/6 litres) par personne par jour, pour un effectif de 2430 personnes, foisonné à 0,8 soit 1944 personnes.

#### c. Système

Description

L'installation de récupération des EP pourra être réalisée selon le schéma de principe suivant :



Trois fonctions sont associées à la redistribution de l'eau : la mise en pression de l'eau, l'approvisionnement en eau des points d'utilisation et la signalisation des canalisations et des points d'usage. La mise en pression a pour objet de permettre la redistribution de l'eau avec un débit suffisant. Elle est assurée par des surpresseurs.

L'approvisionnement se concrétise par un réseau de canalisations et autres dispositifs desservant les points de puisage.

La signalisation a pour objectif d'indiquer de manière claire la nature de l'eau délivrée par le réseau et les points de puisage afin de prévenir toute ingestion accidentelle.

La réalisation de l'installation devra être conforme à l'arrêté du 21 août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.

Lorsque les cuves sont vides, l'eau de la ville reprend le relais pour l'alimentation des sanitaires ou de l'arrosage.

# Haute Qualité Environnementale

## IV/ ANNEXES

### Entretien et maintenance

La gestion doit comprendre principalement :

- une exploitation régulière des installations (nettoyage des filtres, vidanges...);
- nettoyage des toits tous les 6 mois;
- nettoyage des filtres selon les instructions du fabricant: le filtre autonettoyant à sable sera de préférence programmer pour le lavage la nuit pendant une durée de 30 minutes;
- vidange et désinfection des cuves tous les ans, inspection d'accumulation de boue dans la cuve tous les 2/3 ans;
- vérification du système de pompe spécifiée par le fabricant : une inspection périodique des installations (vérification de la signalisation (emplacement des pictogrammes, peinture des réseaux écaillée...), des accès à l'installation...).

### d. Calcul de prédimensionnement

#### Modèle de calcul

Avec les hypothèses précédentes, le modèle de dimensionnement permet d'effectuer un choix sur un volume de cuve pertinent.

Ce modèle dynamique utilise les relevés de précipitation journaliers des cinq dernières années pour simuler le comportement réel (remplissage, vidage...) d'une cuve, en fonction des paramètres choisis (surface de captage, besoins, volume...)

L'observation de certains indicateurs permet alors de déterminer le volume de cuve adapté au projet.

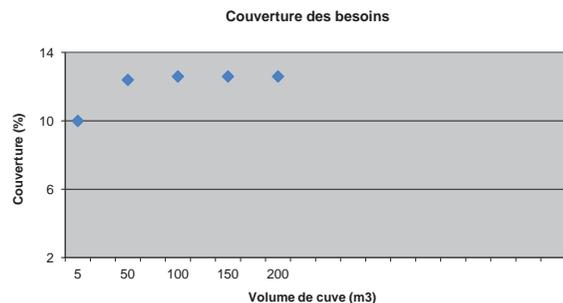
Les indicateurs suivis sont:

- Couverture des besoins : Relation entre le volume d'eau de pluie réellement utilisé pour l'utilisation choisie, et les besoins totaux pour cette utilisation.
- Valorisation des ressources : Relation entre le volume total d'eau de pluie captée et le volume maximal d'eau de pluie qu'il aurait été possible de capturer avec la surface de captage disponible.

Dans le diagramme ci-après est présenté le taux de couverture des besoins suivant le volume de cuve choisi, que l'on fait varier dans le modèle.

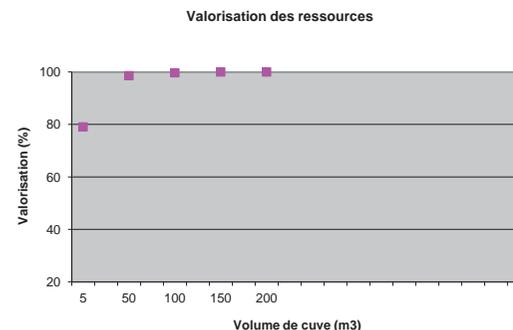
En fonction de l'intensité de la pluie et de la surface de récupération qui sont des données non maîtrisables, l'augmentation du volume de la cuve de rétention permet d'observer l'efficacité du système (augmentation de la couverture).

Dans le cas présent, une cuve de 150m<sup>3</sup> permet de couvrir environ 126% des besoins.



La performance de l'installation arrive à un maximum (environ 126%) lorsqu'on augmente le volume de cuve. La surface de captage devient alors facteur limitant.

Sur le graphique suivant, on voit en effet la valorisation approcher et atteindre les 100%, c'est-à-dire que presque toute l'eau de pluie disponible par la surface de captage est valorisée. Pour assurer une couverture encore meilleure des besoins, il faudrait augmenter la surface de captage.



### Estimation de performance

Comme vu précédemment, une cuve de récupération d'eau de pluie est donc envisageable pour le projet, sous une forme à définir : casiers enterrés, cuve en série, bassin...

Les performances estimées d'une telle installation sont les suivantes :

#### TOTEM

- Volume de cuve : 150 m<sup>3</sup>
- Besoins totaux en eau pour l'utilisation (arrosage + wc) : 5970 m<sup>3</sup> par an
- Volume d'eau de pluie utilisée : 7519 m<sup>3</sup> par an
- Couverture des besoins : 126%
- Valorisation de l'eau de pluie : 100%
  
- Economie d'eau potable réalisée : 7519 m<sup>3</sup> par an
- Prix de l'eau estimatif : 3 €/m<sup>3</sup> TTC
- Economie de charges réalisée : 22557 € par an TTC

## IV/ ANNEXES

### 3. Calcul de dimensionnement du local déchets

Ce document présente le dimensionnement des locaux déchets de l'opération, afin d'assurer le tri des déchets d'activité du bâtiment.

#### a. Hypothèses d'entrée

Nombre de personnes dans l'immeuble : 2430  
Ratio de production des déchets : 7 litres/jour/personne

Conteneur :  
L'hypothèse prise pour le conteneur est un conteneur de grande capacité [1000 litres] et qui présente une surface au sol d'environ 14,5 m<sup>2</sup>.

Conteneurs utilisés	Bureaux
Volume (L)	1000
Surface au sol (m <sup>2</sup> )	1,4688

**Conteneur Citybac 4 roues**

**Grande capacité**

- **Facile à manier** : équipé de 4 roues pivotantes dont 2 avec frein.
- **Nettoyage facile** grâce à la bonde de vidange. Couvercle basculant. Equipé d'une prise frontale et latérale pour la collecte (tourillons DIN sur le côté).

2 modèles : à prise frontale et latérale / à prise frontale, latérale et ventrale.  
2 coloris de couvercle : vert ou bleu pour trier les déchets.

coloris gris/vert	coloris gris/bleu	volume en litres	hauteur x profondeur x largeur en mm	n roues en mm	poids en kg	charge utile en kg	Prix € h.t. le conteneur
<b>Prise frontale et latérale</b>							
10012067	10012105	660	1160 x 1360 x 767	160	45	250	416,-
10016998	10016836	770	1310 x 1360 x 767	160	57	300	472,-
1001098	10001183	1000	1310 x 1360 x 1080	200	68	350	623,-
<b>Prise frontale, latérale et ventrale</b>							
10012065	10012974	660	1160 x 1360 x 767	160	45	250	412,-
10017020	10016850	770	1310 x 1360 x 767	160	57	300	450,-
10001179	10001168	1000	1310 x 1360 x 1080	200	68	350	595,-

#### b. Calcul de prédimensionnement

Modèle de calcul

Le facteur de fonctionnalité tient compte de l'espace nécessaire à la manipulation des containers, et d'un facteur de prévision qui permet d'anticiper des évolutions futures.

Le facteur de fonctionnalité peut varier de 1,5 à 2 selon la forme du local considéré et l'agencement qu'il est possible d'y effectuer. Dans ce dimensionnement, il est pris égal à 1,8

Nbre de conteneurs nécessaires pour le projet (bureaux)		
<b><u>pour un enlèvement quotidien</u></b>		
	<b>unité</b>	<b>Bâtiment</b>
Volume unitaire conteneur	L	1000,0
Nbre de conteneurs nécessaires	unité	21
dont papier	unité	13
dont ordures ménagères	unité	5
dont reste(tubes fluos, portables, bouchons)	unité	3
Emprise au sol unitaire conteneur	m <sup>2</sup>	1,4688
Surface au sol nécessaire	m <sup>2</sup>	30,8
Facteur de fonctionnalité		1,8
Facteur de prévision		1
Surface finale du local	m <sup>2</sup>	<b>55,5</b>
<b><u>pour un enlèvement tous les 2 jours</u></b>		
	<b>unité</b>	<b>Bâtiment</b>
Volume unitaire conteneur	L	1000
Nbre de conteneurs nécessaires	unité	38
dont papier	unité	26
dont ordures ménagères	unité	9
dont reste(tubes fluos, portables, bouchons)	unité	3
Emprise au sol unitaire conteneur	m <sup>2</sup>	1,4688
Surface au sol nécessaire	m <sup>2</sup>	55,8
Facteur de fonctionnalité		1,8
Facteur de prévision		1
Surface finale du local	m <sup>2</sup>	<b>100,5</b>
<b><u>pour un enlèvement tous les 3 jours</u></b>		
	<b>unité</b>	<b>Bâtiment</b>
Volume unitaire conteneur	L	1000
Nbre de conteneurs nécessaires	unité	55
dont papier	unité	39
dont ordures ménagères	unité	13
dont reste(tubes fluos, portables, bouchons)	unité	3
Emprise au sol unitaire conteneur	m <sup>2</sup>	1,4688
Surface au sol nécessaire	m <sup>2</sup>	80,8
Facteur de fonctionnalité		1,8
Facteur de prévision		1
Surface finale du local	m <sup>2</sup>	<b>145,4</b>



# Conception Durable

# Conception Durable

## I/ Prescriptions sur l'enveloppe

### 1. Conception bioclimatique

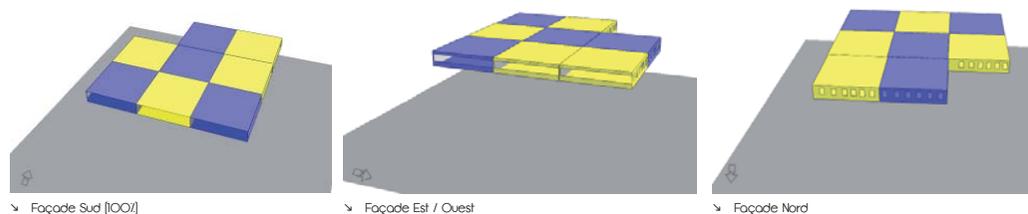
Le premier principe à prendre en compte dans le cadre de la conception d'un bâtiment BBC est la conception bioclimatique.

#### a. Partie hébergement

Les pourcentages de surface vitrée des façades doivent tendre vers :

- 25% pour la façade Nord
- 50% pour les façades Est et Ouest
- 100 % pour la façade Sud

De plus, 50% des circulations communes devraient bénéficier d'un éclairage naturel (ici aucune d'entre elles n'en bénéficie).



L'objectif est de bénéficier des apports solaires au maximum.

#### a. Partie bureaux

Les pourcentages entre les façades Nord et Sud doivent être inversés. Ils doivent donc tendre vers :

- 25% pour la façade Sud
- 50% pour les façades Est et Ouest
- 100 % pour la façade Nord

De plus, les façades Est et Ouest doivent être équipées de stores mobiles motorisés. La façade Sud quant à elle doit être équipée d'une protection solaire horizontale (casquette).

En effet, l'objectif est cette fois de limiter les apports solaires, les bureaux bénéficiant déjà de gains internes importants dus aux équipements.

### 2. Composition de l'enveloppe

Pour ce qui est de la composition du bâti, il est recommandé de dimensionner les éléments de parois pour qu'ils atteignent les performances suivantes :

#### a. Parois opaques : (parties bureaux et hébergement)

Eléments d'enveloppe	Composition (extérieur => intérieur)	Coefficient de transmission thermique U (W/m <sup>2</sup> .K)
Murs extérieurs ITE	. Isolant thermique : polystyrène extrudé, ep = 20 cm, $\lambda = 0.030$ W/m <sup>2</sup> K . Béton	0.15
Mur sur local non chauffé (LNC)	. Béton . Isolant thermique : doublage polystyrène expansé, ep = 12 cm, $\lambda = 0.030$ W/m <sup>2</sup> K	0.25
Plancher bas sur LNC	. Isolant thermique : fibrastyrène, ep = 12 cm, $\lambda = 0.035$ W/m <sup>2</sup> K . Béton	0.15
Toiture terrasse	. Isolant thermique : polyuréthane, ep = 16 cm, $\lambda = 0.024$ W/m <sup>2</sup> K . Béton	0.15

Le complexe isolant est initialement prévu à l'extérieur, ce qui est adapté à la conception bioclimatique recherchée. Il faudra traiter les ponts thermiques restants en toiture et au niveau du plancher bas.

#### b. Baies vitrées de la partie hébergement

Triple vitrage	. Type SGG KlimaTop Lux : 4/15/4/15/4 avec lames d'Argon . Ug = 0.70, FS = 0.62, TL = 0.73 . Menuiseries bois si possible . Volets roulants à l'extérieur - coffres isolés (U = 1 W/m <sup>2</sup> K)	Uw = 1.10
----------------	--	-----------

#### c. Baies vitrées des bureaux

Triple vitrage	. Type Suncool de chez VIT : 4/10/4/10/4 avec lames d'Argon . Ug = 0.80, FS = 0.39 (contrôle solaire), TL = 0.68 . Stores intérieurs motorisés, facteur d'atténuation = 0.26 . Menuiseries bois si possible	Uw = 1.15
----------------	--	-----------

#### d. Peau extérieure

Une peau extérieure sera posée contre la façade du bâtiment. Sa composition sera divisée suivant les modules de chaque étage de la tour. Pour la simulation dynamique, nous exposerons dans la suite de ce document les différents matériaux retenus (tissus, panneaux en métal de type acier, habillages végétaux...). Sur le plan de la thermique, la seule influence de cette peau réside dans les facteurs solaires et les transmissions lumineuses des baies vitrées.

## I/ Prescriptions sur l'enveloppe

Une fois la peau extérieure posée, ces deux grandeurs doivent rester :

- Pour les baies vitrées de la partie hébergement :

	Facteur solaire Objectif : bénéficier des apports solaires	Transmission lumineuse Objectif : bénéficier de l'éclairage naturel et des perspectives visuelles extérieures
Nord	≥ 60%	≥ 60%
Est/Ouest	≥ 60%	
Sud	≥ 50%	

- Pour les baies vitrées de la partie bureaux :

	Facteur solaire Objectif : limiter les apports solaires	Transmission lumineuse Objectifs : bénéficier de l'éclairage naturel et donc de la gradation dans les bureaux + soigner le FLJ* en zone de premier jour
Nord	≤ 40%	≥ 60%
Est/Ouest	≤ 30%	
Sud	≤ 30%	

Les calculs exacts des valeurs résultantes seront réalisés à l'aide d'un bureau d'étude façades. Les matériaux et les motifs constituant la peau extérieure devront donc être choisis, pour chaque module et orientation, de sorte que ces seuils restent respectés dans la mesure du possible.

\*FLJ = Facteur de Lumière du Jour = pourcentage exprimant le rapport entre l'éclairage disponible à l'intérieur d'un local et l'éclairage horizontal extérieur par ciel couvert équivalent à 10 Klux.

Remarques :

- Pour la partie logements, les volets roulants se situeront dans la lame d'air entre les vitrages et la peau extérieure.
- Les panneaux en acier peuvent provoquer l'éblouissement des occupants : il faudra étudier leur disposition et leur géométrie afin de l'éviter.
- Lorsqu'elle sera constituée de matériaux opaques (comme le tissu), la peau extérieure devra contenir des ouvertures uniformément réparties afin de conserver l'éclairage naturel. Pour que le FLJ soit d'en moyenne 18 % sur la surface des bureaux en premier jour (niveau d'exigence BREEAM), la partie située au-dessus de l'allège devra être percée à hauteur de 25 % minimum.

# Conception Durable

## II/ Ventilation naturelle

### 1. Introduction

Un système de ventilation naturelle assisté mécaniquement est étudié dans cette note. Ce type de système permet une réduction de la consommation énergétique. Le principe général de cette stratégie de ventilation étant l'utilisation des moteurs naturels d'écoulements d'air lorsque cela est possible.

Nous allons définir dans ce document les objectifs du système et les moyens mis en œuvre pour la gestion des contraintes techniques.

Le but de cette étude est la définition d'un système de ventilation naturelle performant pour le projet.

### 2. Objectif de l'introduction d'un système de VNA

Un système de VNA permet d'assurer en même temps :

- le contrôle de la qualité de l'air intérieur en période hivernale. Le système de ventilation doit alors garantir les taux de renouvellement exigés par la réglementation, sans compromettre le confort thermique ;

- la ventilation nocturne lorsque les températures extérieures sont supérieures aux températures intérieures pendant la journée. Le renouvellement d'air pendant la nuit peut servir au refroidissement des structures internes du bâtiment, par échange entre l'air et les parois sans perturber le confort acoustique.

La ventilation par effet cheminée suppose que l'espace contient une ouverture en haut de l'espace à ventiler et une ouverture en haut du bâtiment. Le réchauffement de l'air entraîne des mouvements d'air ascensionnels.

Le fonctionnement d'un système de ventilation naturelle est soumis à deux phénomènes physiques les variations de températures et le vent.

Les variations de températures se traduisent par effet de tirage thermique qui résulte de la différence de température due à la différence de température et de hauteur.

#### a. Développement du système

En hiver comme en été lorsque les températures intérieures sont supérieures aux températures extérieures, le système de ventilation préconisé repose sur l'effet de tirage thermique essentiellement.

Le système de ventilation mis en place doit répondre à deux exigences essentielles qui sont :

- assurer les débits hygiéniques ;
- limiter les déperditions par renouvellement d'air.

Afin de répondre aux deux exigences précédentes, le système de ventilation préconisé est un système de ventilation naturelle assistée mécaniquement ou autrement dit un système de ventilation hybride qui assurera principalement le renouvellement d'air hygiénique en saison de chauffe et hors de la saison de chauffe.

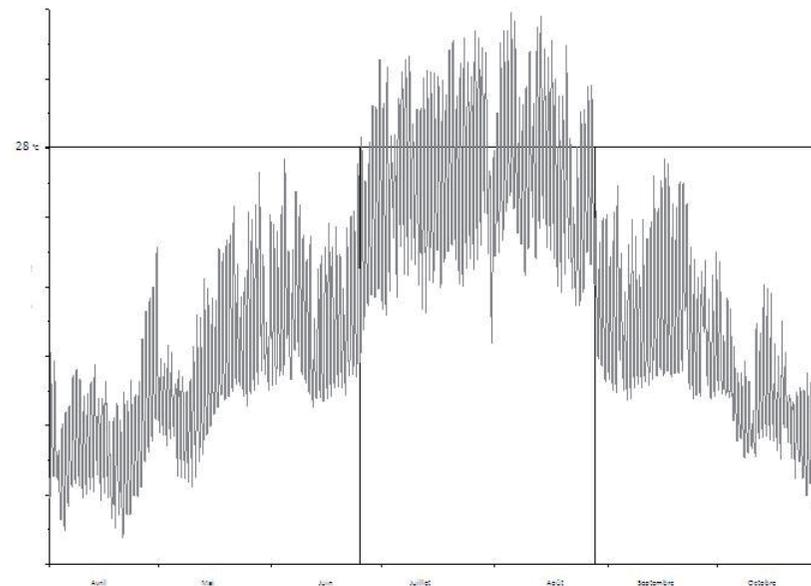
En effet, lorsque les conditions de renouvellement d'air naturel ne sont pas assurées (différence de température faible) nous prévoyons un système mécanique qui doit prendre le relais pour assurer le renouvellement d'air hygiénique. Un extracteur stato-mécanique asservi à un système de régulation suivant la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.

Nous considérons dans les deux cas que les fenêtres sont fermées.

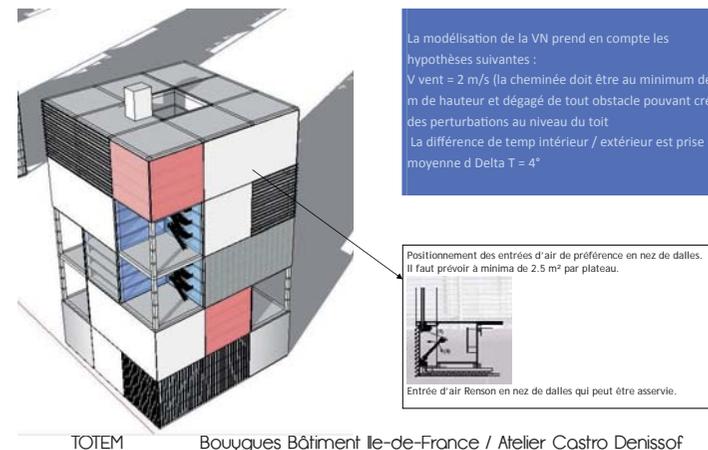
La stratégie de ventilation proposée répond aux deux exigences de contrôle de qualité d'air en hiver et de confort en été par deux stratégies différentes :

- une ventilation naturelle par des cheminées centrales positionnées sur les plateaux. L'entrée d'air sera positionnée en façade. Différentes configurations d'entrées d'air peuvent être mises en place
- une ventilation mécanique simple flux par une CTA positionnée en toiture qui prendra le relais de la ventilation naturelle lorsque celle-ci ne sera pas suffisante

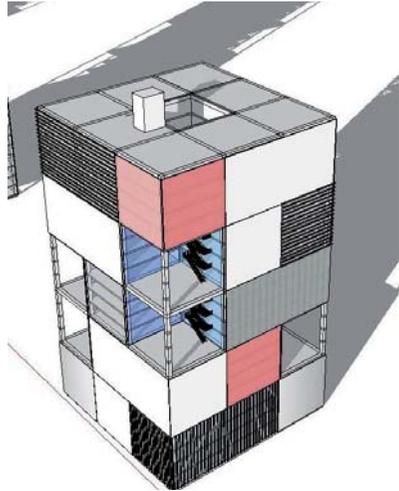
Sur le graphique de simulation suivant il apparaît que la surventilation sur la base de 2 vol/h permet d'assurer un confort intérieur acceptable entre les mois d'avril à fin juin et de fin août à fin octobre.



Une simulation thermique dynamique avec les dispositifs de ventilation naturelle permettra d'assurer du volume de ventilation.



## III/ Ventilation naturelle



Afin d'éviter les problèmes de sécurité incendie il est préférable de regrouper les étages par deux soit un conduit pour deux étages.

Niveaux Concernés	Diamètre mini du conduit
Niveau 1 à Niveau 4	2 Conduits de 0.50 m
Niveau 5 à 8	2 Conduits de 0.50 m
Niveau 9 à 12	2 Conduits de 0.60 m
Niveau 13 à 16	2 Conduits de 0.60 m
Niveau 17 à 20	2 Conduits de 0.70 m

### b. Proposition de systèmes d'entrée d'air, commandés par GTB :

- Entrée d'air en nez de dalle :

#### GÉNÉRALITÉS

En tant que spécialiste de la ventilation naturelle et de la protection solaire, RENSON® a construit son bureau paysager selon le Healthy Building Concept®. Les concepts de ventilation les plus innovants ont été utilisés en combinaison avec les protections solaires extérieures Icarus® et Fixscreen®. Le bâtiment a été distingué par la "Green Good Design Award" en 2009.

#### PRINCIPE

##### VENTILATION DE BASE

La ventilation de base est garantie en permanence par l'amenée d'air frais via des aérateurs à clapet. A cet effet, on prévoit d'une part l'Invisivent® AK39 (1) acoustique, placé au-dessus des châssis d'amenée d'air pour la ventilation nocturne, et d'autre part le THM90. L'évacuation de l'air se fait par des cheminées placées sur le toit.

##### PROTECTION SOLAIRE

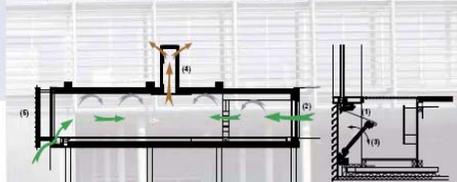
Au moyen de la protection solaire extérieure durable et réglable Icarus® (basculable) (5) sur la façade SO et le Fixscreen® sur la façade SE, on évite au bâtiment d'absorber trop la chaleur du soleil.

#### NIGHTCOOLING

Le nightcooling est utilisé pour refroidir intensément tant l'air intérieur que la masse thermique (béton) du bâtiment pendant les mois d'été. Pendant la journée, la masse thermique refroidie est utilisée pour refroidir l'air intérieur et limiter la chaleur de rayonnement du plafond. Comment amener l'air froid ? Autour du bâtiment, des lames horizontales (RENSON® type L.066) (2) ont été prévues au bas de la façade en verre. Derrière les lames, on trouve d'abord une moustiquaire et derrière des fenêtres qui, commandées par un système de gestion du bâtiment, s'ouvrent ou se ferment (en fonction de la température, du vent, etc.). (3)

L'air chaud quitte le bâtiment, basé sur l'effet de cheminée, par 15 cheminées d'évacuation (4), finies au moyen de coiffes de toiture RENSON®. Ces cheminées d'évacuation sont également dotées de fenêtres qui s'ouvrent et se ferment automatiquement.

L'ensemble du nightcooling, de la maîtrise du soleil et de la ventilation de base assure un bâtiment confortable, économe en énergie et sain... The Healthy Building.



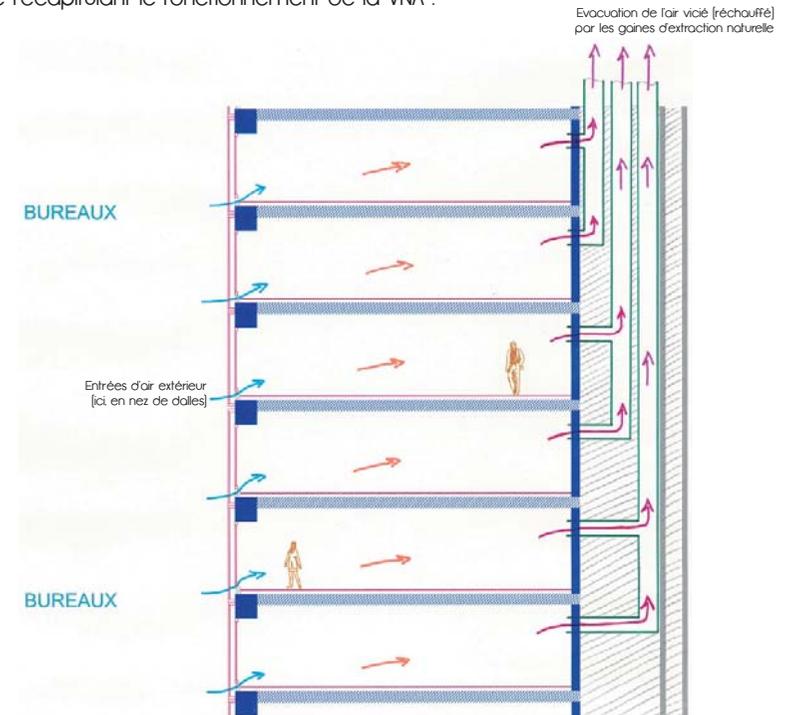
Extrait de la brochure RENSON

- Ou bien entrée d'air intégrée à la menuiserie :



Extrait de la brochure RENSON

- Coupe récapitulant le fonctionnement de la VNA :



# Conception Durable

## III/ Simulation thermique dynamique

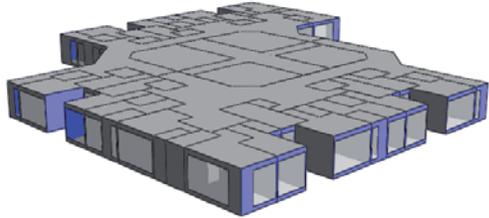
Afin de connaître les besoins et charges thermiques du projet, nous avons mené une simulation thermique dynamique sur deux étages courants du projet : un niveau de logements et un de bureaux. Pour la partie logements, nous avons choisi le R+4 (correspondant approximativement à la mi-hauteur de la partie hébergement). Sa surface totale est prise égale à 1200 m<sup>2</sup>. Pour la partie bureaux, nous avons choisi le R+14 (correspondant approximativement à la mi-hauteur de la tour). Sa surface totale est prise égale à 1400 m<sup>2</sup>.

Nous considérons que le bâtiment est constitué de la façon suivante :

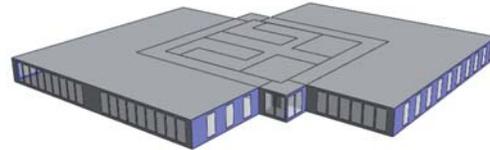
- RdC et R+1 : Hall d'entrée
- Du R+2 au R+7 : logements étudiants
- Du R+8 au R+27 : bureaux
- Locaux techniques en R-1 et en R+16 (étage technique).

### 1. Modèle

Le logiciel utilisé est Virtual Environment d'IES. Il permet une modélisation 3D du bâtiment par zones thermiquement homogènes. La modélisation géométrique de l'étage étudié se base sur les plans architecte en format DWG reçus le 06/07/2011.



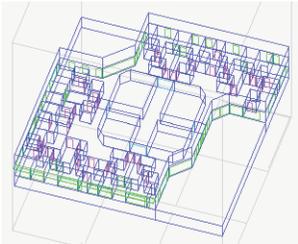
↳ Etage courant de logements



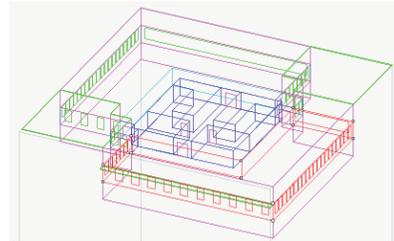
↳ Etage courant de bureaux

Modélisation 3D sous IES VE :

Partie logements



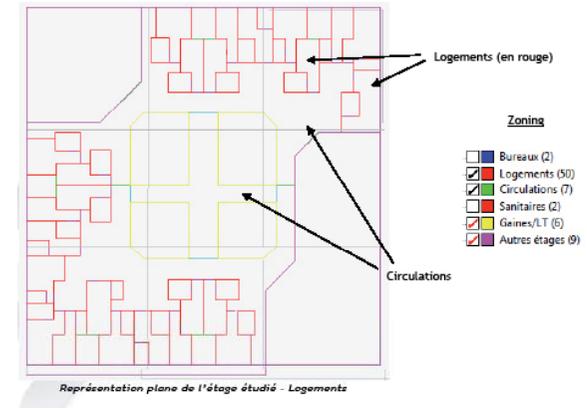
Partie bureaux



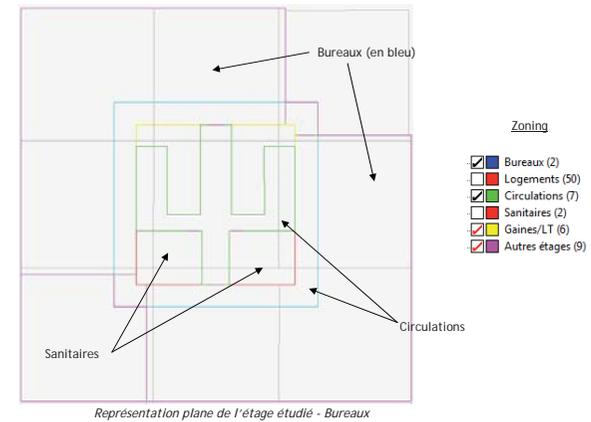
En vert : baies vitrées et protections solaires.

Fichier météo de référence : fichier météo de Paris Orly, issu de la base de données ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineer).

Partie hébergement - Formalisation géométrique de l'étage courant étudié :



Partie bureaux - Formalisation géométrique de l'étage courant étudié :



### 2. Hypothèses

#### a. Pourcentages de partie vitrée des façades

	Partie hébergement	Partie Bureaux
Nord		71 %
Est/Ouest		55 %
Sud		32 %

Ils ont été choisis de façon optimale suivant les données du projet au 06/07/2011 et les préconisations énoncées au chapitre I.

## III/ Simulation thermique dynamique

### b. Enveloppe

Elle est choisie conformément aux prescriptions du chapitre I.

### c. Peau extérieure

Voici les hypothèses que nous avons prises quant aux modifications induites par la peau extérieure sur les caractéristiques des vitrages [FS = facteur solaire et TL = transmission lumineuse], suivant les différents matériaux qui la constitueront :

	FS	TL
Tissu (avec au moins 25 % d'ouverture, cf. chap I)	Tissus de marque Mermet ou Ferrari Hypothèse : -20%	Tissus de marque Mermet ou Ferrari Hypothèse : -20%
Verre (+menuiseries)	Non traité : -10% → privilégier l'orientation Nord ou bien les façades des logements	Non traité : -10%
	Traité : -40% → privilégier les façades des bureaux	Traité : -20%
Acier perforé (25 % d'ouverture minimum, cf. chap I)	A définir Hypothèse : -15%	A définir Hypothèse : -35%
Panneaux PV (25 % d'ouverture minimum, cf. chap I)	A définir Hypothèse : -15%	A définir Hypothèse : -35%
Habillage végétal (avec au moins 25 % d'ouverture, cf. chap I)	A définir Hypothèse : -20% (similaire tissu)	A définir Hypothèse : -20% (similaire tissu)

Remarque importante : ces hypothèses ont été prises à titre indicatif pour les besoins de la simulation. Elles dépendent des caractéristiques intrinsèques des matériaux (épaisseur du tissu, traitement solaire du verre, largeur des espacements entre les panneaux d'acier ou photovoltaïques, nature de l'habillage végétal, etc.). Les valeurs précises de ces grandeurs seront à valider avec un bureau d'étude façades et la simulation devra être réajustée en fonction.

### d. Systèmes

- Ventilation
  - Ventilation naturelle des bureaux : fonctionnement lorsque  $21^{\circ}\text{C} \leq \text{Text} \leq 25^{\circ}\text{C}$ .
  - VMC d'assistance à la VNA (pour les bureaux) : fonctionnement lorsque  $\text{Text} < 21^{\circ}\text{C}$  ou lorsque  $\text{Text} > 25^{\circ}\text{C}$ . Soufflage et extraction. Puissance absorbée par les ventilateurs :  $0,70 \text{ W/m}^3/\text{h}$ .
  - Extraction d'air dans les sanitaires et dans les salles de bain des logements : on considère une VMC auto-réglable de type A et de puissance de ventilateurs égale à  $0,30 \text{ W/m}^3/\text{h}$ .

### e. Scénarios de fonctionnement du bâtiment

- Chauffage et Climatisation
  - Dans les bureaux et les circulations : chauffage et rafraîchissement à partir de PAC air/eau réversibles : on prend pour hypothèse un COP = 3,21 et un EER = 2,92.
  - Dans les logements : chauffage à partir des mêmes PAC air/eau.
  - Dans les sanitaires et les salles de bain des logements : chauffage à partir de panneaux électriques rayonnants.
- Eclairage
  - Dans les logements et leurs salles de bain :  $6 \text{ W/m}^2$ .
  - Dans les bureaux :  $7 \text{ W/m}^2$ , gradation en fonction de la luminosité extérieure.
  - Dans les circulations :  $7 \text{ W/m}^2$ .
  - Dans les sanitaires des bureaux :  $6 \text{ W/m}^2$  avec détection de présence.

### e. Scénarios de fonctionnement du bâtiment

voici les scénarios de fonctionnement associés aux équipements définis en b/ :

Zone	Occupation	Eclairage	Apports internes (équipements)	Ventilation	Température de consigne
Logements	1 pers/ logement	$6 \text{ W/m}^2$ 6h - 9h, 100%, 7j/7 18h - 23h, 100%, 7j/7	Séjour : $10 \text{ W/m}^2$ 6h - 9h, 80%, 7j/7 9h - 18h, 20%, 7j/7 18h - 23h, 80%, 7j/7	Extraction sanitaires : 24h/24, 7j/7 $1,06 \text{ L/s.m}^2$	Hiver : $19^{\circ}\text{C}$ Été : non traité
Circulations Logements	-	$7 \text{ W/m}^2$ 24h/24, 100%, 7j/7	-	-	Hiver : $19^{\circ}\text{C}$ Été : non traité
Circulations Bureaux	-	$7 \text{ W/m}^2$ 7h - 20h, 100%, 5j/7	-	$25 \text{ m}^3/\text{h/pers}$ $0,57 \text{ L/s.m}^2$	Hiver : $19^{\circ}\text{C}$ en occupation $16^{\circ}\text{C}$ en inoccupation
Bureaux	$12 \text{ m}^2/\text{pers}$ 7h - 20h, 100%, 5j/7	$7 \text{ W/m}^2$ 7h - 10h, 100%, 5j/7 10h - 17h, 50%, 5j/7 17h - 20h, 100%, 5j/7 (gradation)	$12,5 \text{ W/m}^2$ - 7h - 12h, 80%, 5j/7 12h - 13h30, 20%, 5j/7 13h30 - 20h, 80%, 5j/7	En occupation : 7h - 20h, 100%, 5j/7 En inoccupation : 30%	Été : $26^{\circ}\text{C}$ en occupation Non traité en inoccupation
Sanitaires Bureaux	-	$6 \text{ W/m}^2$ 10h - 11h et 15h - 16h, 100%, 5j/7 (détection de présence)	-	24h/24, 7j/7 $1,06 \text{ L/s.m}^2$	Hiver : $18,0^{\circ}\text{C}$ Été : non traité

### f. Autres hypothèses

- Renouvellement d'air par infiltrations : nous prenons comme valeur  $0,15 \text{ vol/h}$  de renouvellement d'air par infiltrations. Cela correspond à une perméabilité à l'air  $I_4 = 12 \text{ m}^3/\text{h/m}^2$ .
- Protections solaires : elles sont de deux sortes :
  - o Protections horizontales (casquettes) sur la façade Sud : une pour chaque étage. Pour une efficacité maximale en été, leur longueur est prise égale à  $110 \text{ m}$ .
  - o Pour la partie Bureaux, stores intérieurs motorisés pour les vitrages des façades Nord, Est et Ouest. Leur scénario de commande est le suivant :
    - Position abaissée lorsque l'ensoleillement dépasse  $1000 \text{ W/m}^2$
    - Position relevée lorsque l'ensoleillement redescend sous  $800 \text{ W/m}^2$
    - Coefficient d'atténuation :  $0,26$ .

# Conception Durable

## III/ Simulation thermique dynamique

### 3/ Résultats

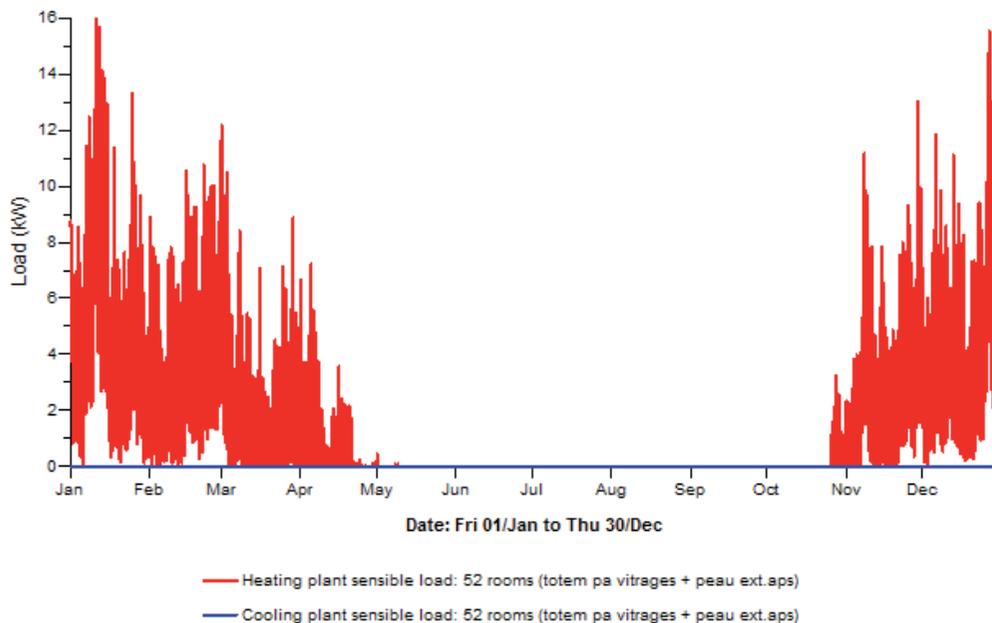
#### a. Besoins énergétiques des étages étudiés

Les besoins en chaud et en froid sont calculés en fonction des caractéristiques de l'enveloppe, des déperditions par renouvellement d'air ainsi qu'en fonction des apports internes liés à l'occupation, à l'éclairage artificiel et au fonctionnement des équipements décrits précédemment.

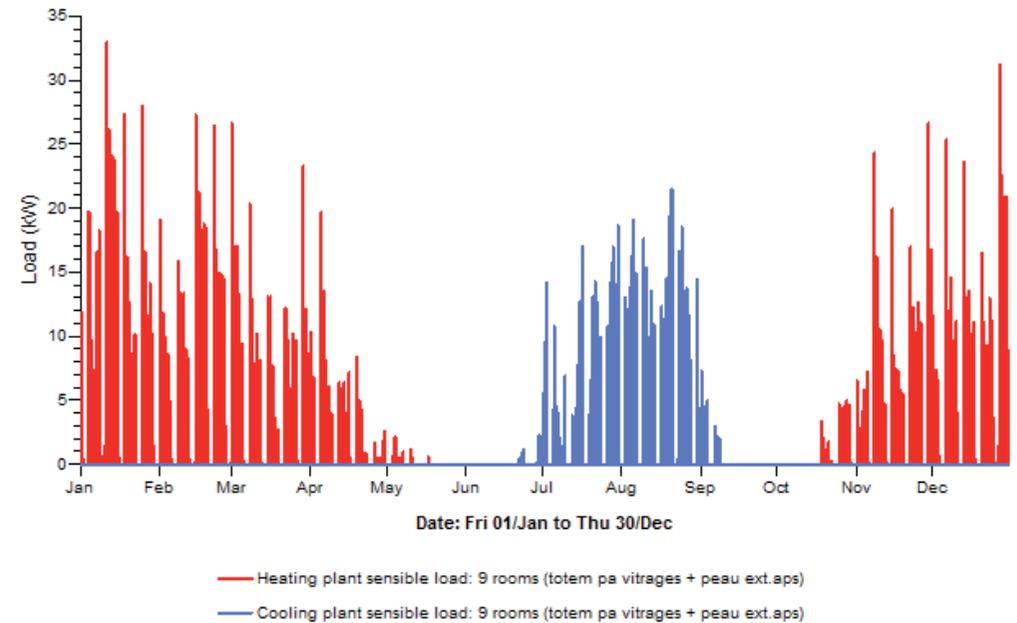
	ETAGE D'HEBERGEMENT (1200 m <sup>2</sup> )		ETAGE DE BUREAUX (1400 m <sup>2</sup> )	
	Besoins en chaud	Besoins en froid	Besoins en chaud	Besoins en froid
Besoins/pertes (MWh)	16.30	0.00	4.62	3.78
Rapportés à la surface (kWh/m <sup>2</sup> )	13.5	0.0	3.3	2.7

#### b. Appels de puissance en chaud et en froid

Sur l'étage de logements (en kW), sur une année complète :



Sur l'étage de bureaux (en kW), sur une année complète:



On en déduit les maximums des appels de puissance pour l'étage de logements étudié (environ 1200 m<sup>2</sup>) :  
- 16 kW en chaud ⇒ soit 13 W/m<sup>2</sup>

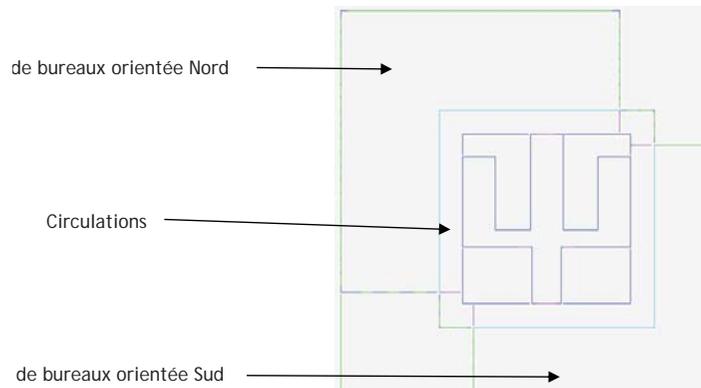
Puis les maximums des appels de puissance pour l'étage de bureaux étudié (environ 1400 m<sup>2</sup>) :  
- 33 kW en chaud ⇒ soit 25 W/m<sup>2</sup>  
- 22 kW en froid ⇒ soit 16 W/m<sup>2</sup>

Ce qui nous donne, par extrapolation pour les 6 étages de logements et les 19 étages de bureaux, une estimation des appels de puissance maximums :  
- 750 kW en chaud  
- 450 kW en froid.

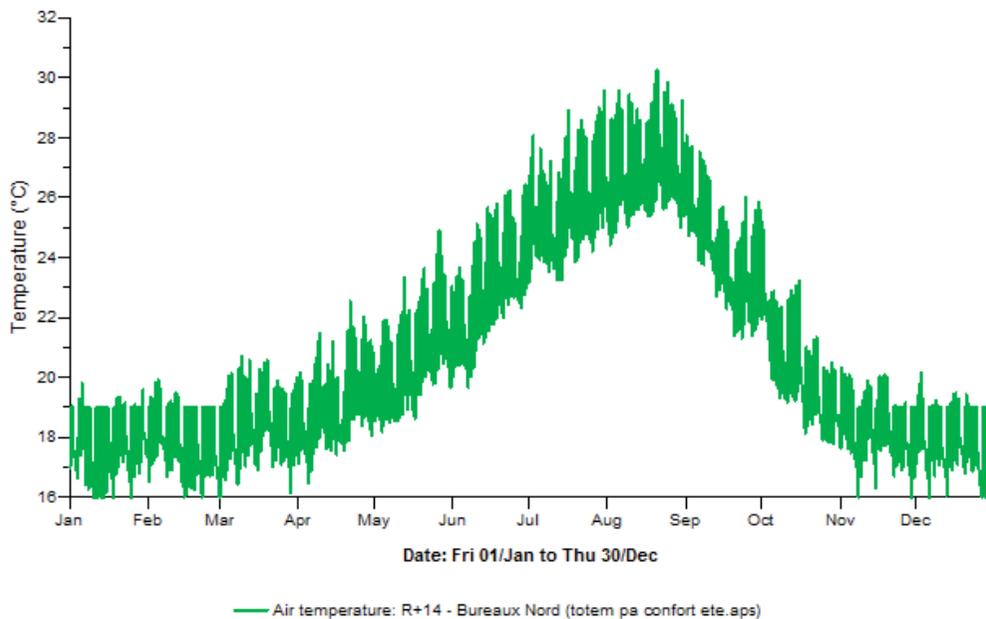
## IV/ Prescriptions sur les systèmes

### 1. Nécessité d'une production de froid: étude de confort d'été sur la partie bureaux

Etude de confort d'été réalisée sans système de climatisation:

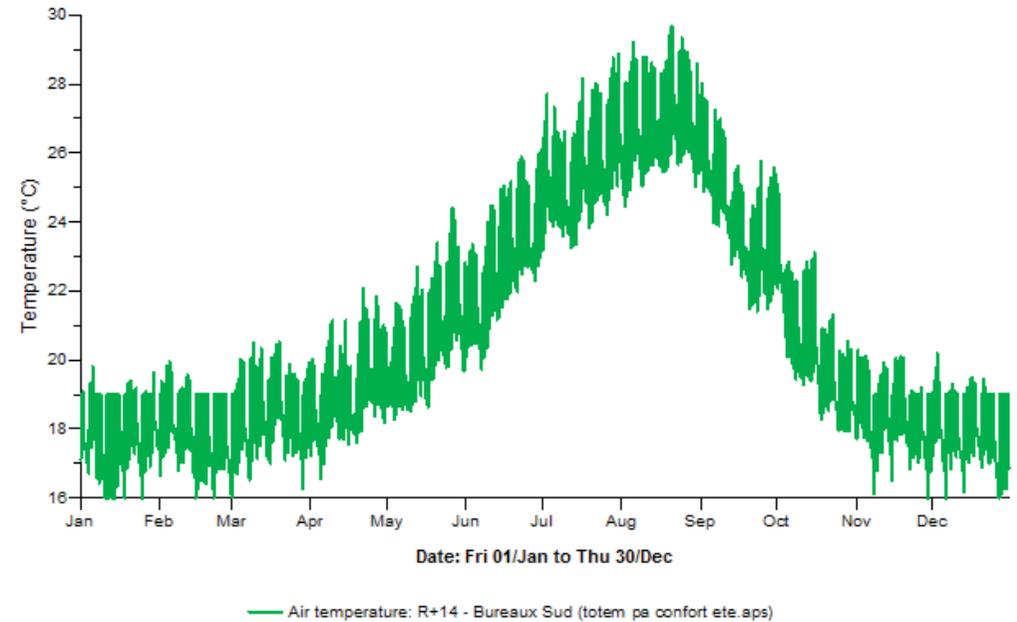


Evolution de la température intérieure de la zone de bureaux orientée Nord au cours de l'année:



Nombre d'heures dans l'année, en occupation, où la température intérieure dépasse 26°C : **610 heures**  
TOTEM Bouygues Bâtiment Ile-de-France / Atelier Castro Denissof 2011

Evolution de la température intérieure de la zone de bureaux orientée Sud au cours de l'année:



Nombre d'heures dans l'année, en occupation, où la température intérieure dépasse 26°C : **590 heures**

Il est donc nécessaire que le projet soit équipé d'un système de climatisation.

Les prescriptions qui vont suivre concernent les systèmes de production d'énergie et de traitement de l'ambiance intérieure du bâtiment.

### 2. Production de chaud et de froid

L'objectif est d'associer deux systèmes innovants : fondations géothermiques et co/trigénération. Des PAC air/eau seront envisagées comme complément (appoint dans les conditions extrêmes). Elles constitueront également le système de base (à choisir lorsqu'il ne sera pas possible de mettre en œuvre les deux premières technologies) et donc dimensionnées de façon à pouvoir couvrir l'ensemble des besoins du bâtiment.

#### a. BASE : PAC air/eau

Ce sera soit le système d'approvisionnement énergétique de base, soit un appoint aux autres technologies : à envisager dans tous les cas de figure.

# Conception Durable

## IV/ Prescriptions sur les systèmes

PAC AIR/EAU					
Descriptif système	PAC réversibles à condensation à air avec drys intégrés. Production d'eau chaude pour le chauffage ou d'eau froide pour le rafraîchissement. Fonctionnent à l'électricité, évacuation de l'énergie dans l'air extérieur				
Réseau secondaire	versible (avec Change-Over : eau chaude en hiver, eau glacée en été)				
Emplacement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soit en toiture</li> <li>- Soit au niveau technique</li> <li>- Soit au sous-sol</li> </ul> Accès à l'air extérieur à prévoir (soit direct, soit via une grille sur l'extérieur lorsque l'appareil est implanté en local technique).				
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système facile à mettre en œuvre (technologie connue et maîtrisée)</li> <li>- <b>Durabilité</b> : entretien simple et durée de vie élevée</li> <li>- <b>Modularité</b> : convient au chauffage/rafraîchissement des bureaux comme au chauffage des logements</li> <li>- <b>Adaptabilité</b> : mise en œuvre possible dans tous les cas de figure / dans toutes les zones géographiques</li> </ul>				
Inconvénient	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas d'innovation technologique ni d'énergie renouvelable</li> <li>- Usage exclusif d'électricité : pénalise la consommation en énergie primaire</li> <li>- <b>Attention performance environnementale</b> : unité à condensation sur air : COP et EER relativement faibles</li> </ul>				
Proposition de matériel	NECS-N 1716/CA de CLIMAVENETA				
	Chaud	Froid	Dimensions	Masse	Nombre
	496.7 kW COP = 3.21	453.2 kW EER = 2.91	L = 6.25 m l = 2.26 m H = 2.45 m	Environ 8 tonnes	2

Visualisation: PAC air/eau NECS-N de CLIMAVENETA

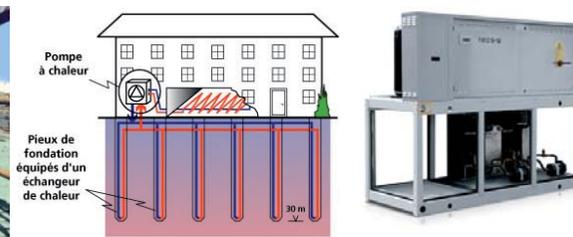


PIEUX GEOTHERMIQUES + PAC EAU/EAU					
Descriptif système	Dans les fondations du bâtiment : réseau de tubes d'eau dont le rôle est d'échanger l'énergie avec le sol (réseau primaire) + PAC eau/eau réversible qui en extrait les calories/frigorios				
Réseau secondaire	versible (avec Change-Over : eau chaude en hiver, eau glacée en été)				
Emplacement	En sous-sol. Pompes + collecteurs à prévoir pour le réseau d'eau primaire implanté dans les fondations géothermiques				
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système adapté à l'IGH (fondations profondes)</li> <li>- <b>Durabilité</b> : entretien simple et durée de vie élevée</li> <li>- <b>Modularité</b> : convient au chauffage/rafraîchissement des bureaux comme au chauffage des logements</li> <li>- <b>Performance environnementale</b> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unité à condensation à eau : performances (COP et EER) élevées</li> <li>- Energie renouvelable + réduction des consommations d'électricité</li> <li>- Possibilité de free-cooling</li> </ul> </li> </ul>				
Inconvénient	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité d'un appoint pour couvrir l'ensemble des besoins : PAC air/eau (cf a/)</li> <li>- Le réseau primaire est plus complexe et soumis à des pertes de charges plus importantes (notamment parce que les générateurs d'appoint peuvent être à l'étage technique ou en terrasse)</li> <li>- <b>Attention adaptabilité</b> : technologie dépendante de l'implantation géographique du projet (composition des sols parfois incompatible)</li> </ul>				
Potentiel géothermique	Surface au sol : environ 1750 m <sup>2</sup> => jusqu'à 20 pieux géothermiques. Profondeur : jusqu'à 60 m. Estimation de la puissance obtenue : jusqu'à 120 kW en froid				
Proposition de matériel pour la PAC eau/eau	NECS-WN 0412 de CLIMAVENETA				
	Chaud	Froid	Dimensions	Masse	Nombre
	132 kW COP = 4.10	115 kW ESEER = 5.60	L = 2.00 m l = 0.88 m h = 1.50 m	Environ 700 kg	1 ou 2

Visualisation: pieux géothermiques



PAC eau/eau NECS-WN



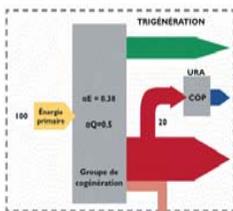
Remarque : Fonctionnement du circuit primaire de génération chaud/froid : avec priorité donnée à la PAC eau/eau sur réseau géothermique.

## IV/ Prescriptions sur les systèmes

### c. Co/Trigénération

CO/TRIGENERATION						
Descriptif système	Moteur fonctionnant - Soit au gaz naturel - Soit au biogaz - Soit à l'huile végétale	Et produisant - de l'électricité + de la chaleur (→ cogénération) - de l'électricité + de la chaleur et/ou du froid avec une machine à absorption (→ trigénération)				
Réseau secondaire	Réseau secondaire : 4 tubes (2 tubes eau chaude + 2 tubes eau glacée) ou bien 2 tubes réversibles avec Change-Over (eau chaude en hiver, eau glacée en été)					
Emplacement	et les batteries électriques					
Avantages	- Système adapté aux ouvrages de grande taille - Performance environnementale : - Production d'électricité et utilisation de la chaleur : rendement élevé (>90 %) - Production d'électricité utilisable dans le bâtiment - Modularité : convient au chauffage/rafraîchissement des bureaux comme au chauffage des logements					
Inconvénient	- Nécessité d'un appoint pour couvrir l'ensemble des besoins : PAC air/eau (cf a/ - Le réseau primaire est plus complexe et soumis à des pertes de charges plus importantes (notamment parce que les générateurs d'appoint peuvent être à l'étage technique ou en terrasse) - Système complexe à mettre en œuvre et coûteux. Gaine à prévoir pour cheminée. - <b>Attention durabilité</b> : entretien à soigner / fatigue de la machine de par son mode de fonctionnement (arrêts, redémarrages) - <b>Attention adaptabilité</b> : combustible (gaz naturel ou autre) pas toujours disponible					
Proposition de matériel	Micro-cogénérateur au gaz naturel : ecoGEN-140SG de COGENGREEN					
	Chaud	Electricité	Consommation	Dimensions	Masse	Nombre
	216 kW	140 kW	392 kW	L = 3.30 m / l = 1.10 m / h = 2.00 m	3500 kg	1 ou 2
	Machine frigorifique à absorption 16LJ - 13 de CARRIER					
Froid	Dimensions		Masse	Nombre		
264 kW	L = 2.72 m / l = 1.29 m / h = 2.21 m		4000 kg	2		

Visualisation : technologie



Micro-cogénérateur : ecoGEN-G



Machine frigo à absorption : 16LJ



Remarque : Batteries Li-ion de stockage électrique à prévoir. Exemple de fabricant : SAFT, dimensions d'une unité type à haute capacité de stockage : L = 7 m, l = 3 m, h = 3 m, poids = 14,5 tonnes.

### d. Récapitulatif des systèmes d'approvisionnement en chaud et en froid

	Adaptabilité	Modularité	Durabilité	Performance environnementale
PAC air/eau	↑ Facile à mettre en œuvre et utilisable dans toutes zones géographiques.	↑ Adaptable aux logements comme aux bureaux.	↑ Durée de vie élevée et peu d'entretien nécessaire.	→ Consommation d'électricité. Performances relativement faibles.
Pieux géothermiques + PAC eau/eau	→ Ressource non exploitable dans toutes zones géographiques.	↑ Adaptable aux logements comme aux bureaux.	↑ Durée de vie élevée et peu d'entretien nécessaire.	↑ Energie renouvelable. Performances élevées.
Co/Trigénération	↓ Ressource non disponible dans toutes zones géographiques. Approvisionnement complexe si différent du gaz naturel.	↑ Adaptable aux logements comme aux bureaux.	→ Entretien régulier nécessaire. Fatigue du moteur suite aux arrêts/redémarrages.	↑ Production d'électricité et utilisation de la chaleur : rendement élevé.

## 3 Ventilation

### a. Ventilation naturelle: voir chapitre 2

### b. CTA d'assistance (soufflage)

Il n'est pas prévu de faux-plafond. Les gaines de soufflage des CTA doivent donc être :

- Soit intégrées dans le faux-plancher
- Soit apparentes au plafond
- Soit intégrées au système d'émission de chaud/froid.

⇒ Prédimensionnement :

Déclenchement des CTA d'assistance : lorsque  $T_{ext} < 21^{\circ}\text{C}$  ou lorsque  $T_{ext} > 25^{\circ}\text{C}$ .

Occupation maximale du bâtiment : 12 m<sup>2</sup>/personne soit 90 personnes par étage => 2350 personnes soit environ 60 000 m<sup>3</sup>/h d'air neuf à souffler. On peut alors envisager 4 CTA soufflant 15 000 m<sup>3</sup>/h chacune, dont l'implantation serait la suivante :

- 2 au niveau technique (R+15)
- Et 2 en toiture.

Cette implantation permettrait de limiter les pertes de charge dues à la hauteur de l'immeuble.

⇒ Régulation :

Sur sonde CO<sub>2</sub> pour les salles de réunion de la zone de bureaux. Remarque : La régulation sur sonde CO<sub>2</sub> ne permettra pas d'obtenir un gain sur le calcul RT car les scénarios de fonctionnement tiennent toujours compte du débit nominal, à moins de trouver un système de régulation possédant un titre V.

⇒ Proposition de matériel :

CTA simple flux Gold SD Taille 50 de SWEGON. Longueur = 260 m. Poids = 1100 kg.

# Conception Durable

## IV/ Prescriptions sur les systèmes

### c. VMC d'assistance [extraction]

A étudier (cas particulier des gaines de ventilation naturelle).

### d. VMC Sanitaires et salles de bain logements

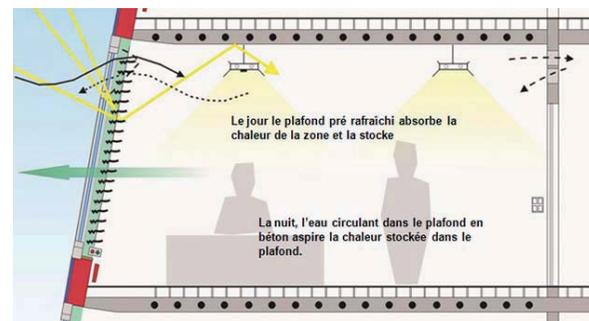
Performante : moins de 0,3 W/m<sup>3</sup>/h [matériel ALDES].

## 4. Système d'émission de chaud et de froid

### a. dalle active

DALLE ACTIVE	
Descriptif système	<p>Système de chauffage/rafraîchissement des locaux par réseau 2 tubes réversibles intégrés dans la dalle béton.</p> <p>2 phénomènes physiques : rayonnement + inertie thermique du béton</p>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intégration dans la dalle béton : aucune gêne visuelle</li> <li>- Pas de besoin de faux-plafond : gain de place</li> <li>- Système silencieux</li> <li>- Compatible avec les coffrages U-Boot</li> <li>- <b>Durabilité</b> : très peu d'entretien nécessaire et durée de vie élevée</li> <li>- <b>Modularité/adaptabilité</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Convient au chauffage/rafraîchissement des bureaux comme au chauffage des logements</li> <li>- Possibilité de réaliser un réseau type pour chaque bloc (afin qu'ils restent interchangeables)</li> <li>- Compatible avec un cloisonnement des plateaux de bureaux</li> </ul> </li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système à envisager/dimensionner très tôt dans la phase de conception</li> <li>- La dalle béton étant peu absorbante, nécessité d'installer un isolant acoustique en sous face (Cible 9 HQE) qui détériore les performances du système</li> <li>- A intégrer aux travaux de gros œuvre</li> <li>- <b>Attention mise en œuvre</b> : délai de pose standard = 400 m<sup>2</sup>/jour donc compter 2 à 3 jours supplémentaires par étage</li> </ul>
Bilan énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Performance environnementale</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Système passif car pas d'auxiliaire supplémentaire (en dehors de ceux du réseau secondaire : circulateurs, appareils de mesures...)</li> <li>- Régulation précise</li> </ul> </li> </ul>
Proposition de matériel	<p>Modules de tubes d'eau ACTIV+ de REHAU (solution dalle active)</p>

Visualisation: technologie



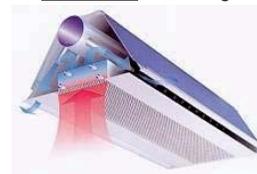
Réseau d'eau ACTIV + de REHAU



### b. Poutres actives

POUTRES ACTIVES	
Descriptif système	<p>Système de chauffage/rafraîchissement par poutres rayonnantes à installer en plafond (en sous face de dalle). Contiennent un réseau 2 tubes réversibles et permettent l'injection d'air neuf (issu des CTA) renforçant la convection et améliorant ainsi l'efficacité du système</p>
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permettent d'intégrer les gaines de soufflage d'air neuf des CTA d'assistance</li> <li>- Pas de besoin de faux-plafond (posé directement en sous face de dalle)</li> <li>- Système silencieux</li> <li>- Possibilité de poser un isolant acoustique en sous face de dalle</li> <li>- <b>Mise en œuvre simple</b></li> <li>- <b>Durabilité</b> : très peu d'entretien nécessaire et durée de vie élevée</li> </ul>
Inconvénient	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système apparent en sous face de dalle : aspect esthétique à discuter</li> <li>- A l'arrêt lorsque les CTA d'assistance sont éteinte (mode ventilation naturelle, 21°C ≤ Text ≤ 25°C) : nécessité de prévoir un système d'appoint si les locaux sont en situation d'inconfort thermique</li> <li>- <b>Attention modularité/adaptabilité</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne convient pas au chauffage/rafraîchissement des logements (nécessité d'une arrivée d'air neuf)</li> <li>- Peu compatible avec un cloisonnement des plateaux de bureaux</li> </ul> </li> </ul>
Bilan énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Performance environnementale</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Système passif car pas d'auxiliaire supplémentaire (en dehors de ceux du réseau secondaire : circulateurs, appareils de mesures...)</li> <li>- Régulation précise</li> </ul> </li> </ul>
Proposition de matériel	<p>Poutre climatique active CBE de la marque HALTON, conçue pour montage apparent. Hauteur totale = 20 cm</p>

Visualisation : technologie



TOTEM

Poutre active CBE de HALTON



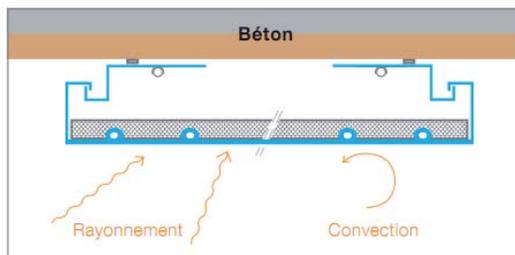
Bouygues Bâtiment Ile-de-France / Atelier Castro Denissof

## IV/ Prescriptions sur les systèmes

### c. Plafonds hybrides rayonnants

PLAFONDS HYBRIDES RAYONNANTS	
Descriptif système	Système de chauffage/rafraîchissement par modules posés en sous face de dalle. Contiennent un réseau 2 tubes réversibles et mettent en jeu 2 phénomènes physiques : rayonnement + inertie thermique du béton. Réalisent également l'apport d'air neuf (issu des CTA)
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permettent d'intégrer les gaines de soufflage d'air neuf des CTA d'assistance</li> <li>- Pas de besoin de faux-plafond (posé directement en sous face de dalle)</li> <li>- Système silencieux</li> <li>- Intègre l'isolation acoustique</li> <li>- Possibilité d'intégrer des luminaires encastrés</li> <li>- <b>Mise en œuvre simple</b></li> <li>- <b>Durabilité</b> : très peu d'entretien nécessaire et durée de vie élevée</li> </ul>
Inconvénient	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système apparent en sous face de dalle : aspect esthétique à discuter</li> <li>- A l'arrêt lorsque les CTA d'assistance sont éteinte (mode ventilation naturelle, <math>21^{\circ}\text{C} \leq \text{Text} \leq 25^{\circ}\text{C}</math>) : nécessité de prévoir un système d'appoint si les locaux sont en situation d'inconfort thermique</li> <li>- <b>Attention modularité/adaptabilité</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ne convient pas au chauffage/rafraîchissement des logements (nécessité d'une arrivée d'air neuf)</li> <li>- Peu compatible avec un cloisonnement des plateaux de bureaux</li> </ul> </li> </ul>
Bilan énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Performance environnementale</b> :</li> <li>- Système passif car pas d'auxiliaire supplémentaire (en dehors de ceux du réseau secondaire : circulateurs, appareils de mesures...)</li> <li>- Régulation précise</li> </ul>
Proposition de matériel	Modules de plafonds hybrides rayonnants U45 de chez BARCOL-AIR

Visualisation : technologie



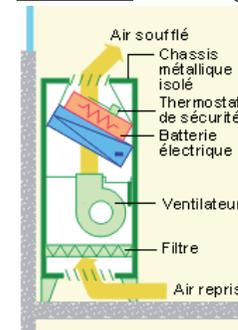
Modules U45 Hybrides de BARCOL-AIR



### d. Ventilateurs-convecteurs en allège

VENTILO-CONVECTEURS	
Descriptif système	Systèmes de chauffage/rafraîchissement par brassage de l'air intérieur. Unités carrossées en allège (pas de faux-plafond). Batterie 2 tubes réversibles + batterie électrique réalisant l'appoint à mi-saison
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coûts réduits</li> <li>- Autorise l'isolation acoustique en sous face des planchers intermédiaires</li> <li>- <b>Mise en œuvre simple</b></li> <li>- <b>Durabilité</b> : très peu d'entretien nécessaire et durée de vie élevée</li> <li>- <b>Modularité/adaptabilité</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Compatible avec un cloisonnement des plateaux de bureaux</li> <li>- Convient au chauffage/rafraîchissement des bureaux comme au chauffage des logements</li> </ul> </li> </ul>
Inconvénient	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Système apparent en allège : aspect esthétique à discuter</li> <li>- Système bruyant</li> </ul>
Bilan énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Attention performance environnementale</b> :</li> <li>- Consommation des ventilateurs : puissance absorbée = 50W par ventilateur-convecteur</li> <li>- Régulation peu précise</li> </ul>
Proposition de matériel	Ventilo-convecteur carrossé type MAJOR 2 - 434N de chez CIAT, avec moteur HEE (Haute Efficacité Énergétique)

Visualisation : technologie



VCV MAJOR 2 de CIAT



# Conception Durable

## IV/ Prescriptions sur les systèmes

### d. Récapitulatif des systèmes d'émission

	Modularité	Durabilité	Performance environnementale	Mise en œuvre
Dalle active	↑ <i>Adaptable au bureaux/logements/ cloisonnement des plateaux de bureaux. Réseau type disposé par module.</i>	↑ <i>Durée de vie importante. Ne demande que très peu d'entretien.</i>	↑ <i>Système passif et régulation précise.</i>	↓ <i>Mise en œuvre complexe : pendant les gros travaux. Délais supplémentaires en phase travaux, à chiffrer.</i>
Poutres actives	→ <i>Non adaptable aux logements et difficilement compatible avec le cloisonnement des plateaux de bureaux.</i>	↑ <i>Durée de vie importante. Ne demande que très peu d'entretien.</i>	↑ <i>Système passif et régulation précise.</i>	↑ <i>Mise en œuvre simple.</i>
Plafonds rayonnants	→ <i>Non adaptable aux logements et difficilement compatible avec le cloisonnement des plateaux de bureaux.</i>	↑ <i>Durée de vie importante. Ne demande que très peu d'entretien.</i>	↑ <i>Système passif et régulation précise.</i>	↑ <i>Mise en œuvre simple.</i>
Ventilo-convecteurs	↑ <i>Adaptable au bureaux/logements/ cloisonnement des plateaux de bureaux.</i>	↑ <i>Durée de vie importante. Ne demande que très peu d'entretien.</i>	↓ <i>Consommations liées aux ventilateurs et régulation peu précise.</i>	↑ <i>Mise en œuvre simple.</i>

### 5. Eclairage

Afin de limiter le recours à l'éclairage artificiel, les prescriptions suivantes sont à respecter :

		Locaux concernés
Accès à l'ensoleillement (éviter la façade Nord)	100 % des locaux à occupation prolongées.	Chambres/Séjours/ Bureaux
Transmission lumineuse des vitrages	La transmission lumineuse des vitrages doit être au minimum de 55%.	Chambres/Séjours/ Bureaux
Choix des protections solaires	Les protections solaires extérieures doivent dans la mesure du possible permettre la ventilation naturelle des espaces.	Chambres/Séjours/ Bureaux

Intégration de systèmes type solatubes pour l'éclairage naturel en profondeur notamment à partir des jardins :



Limitation des puissances à :

- 7 W/m<sup>2</sup> dans les plateaux de bureaux et les circulations [+ systèmes de gradation en zone d'accès effectif de la lumière naturelle]
- 6 W/m<sup>2</sup> dans les sanitaires + systèmes de détection de présence
- 7 W/m<sup>2</sup> dans les chambres d'hébergement

### 6. production d'électricité éolienne

La vitesse du vent devenant plus importante lorsqu'on s'éloigne du sol, il est intéressant d'envisager l'installation d'éoliennes urbaines en toiture de la tour.

⇒ Production d'électricité d'origine éolienne à l'aide d'éoliennes d'environ 3 kW de puissance nominale, implantées en toiture-terrasse.

Caractéristiques techniques du modèle utilisé pour l'étude : Turbolienne 530 de Elena Energie

Diamètre du rotor 15 m

Puissance nominale 33 kW

Vitesse de démarrage 2,8 m/s (brise légère)

Orientation au vent Autodirectionnelle

Tension délivrée 230 V

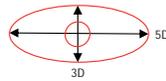
Couplage réseau Monophasé relais ERDF



## IV/ Prescriptions sur les systèmes

Prédimensionnement du parc de turboliennes en toiture :

Schématisme d'une turbolienne de diamètre D :  
 Au centre : turbolienne  
 Ellipse autour : distance de sécurité



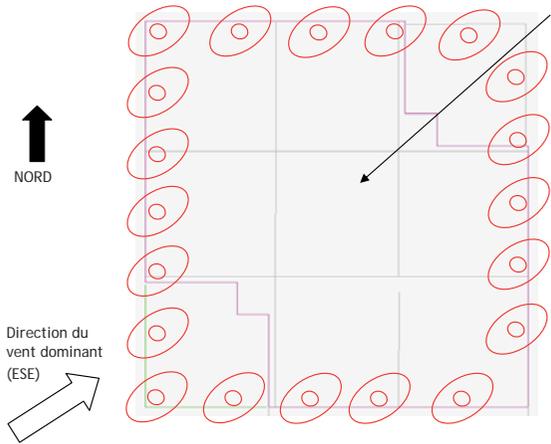
Orientation de l'appareil

Toiture terrasse

Espace restant réservé aux installations techniques (gaines d'extraction, etc.)

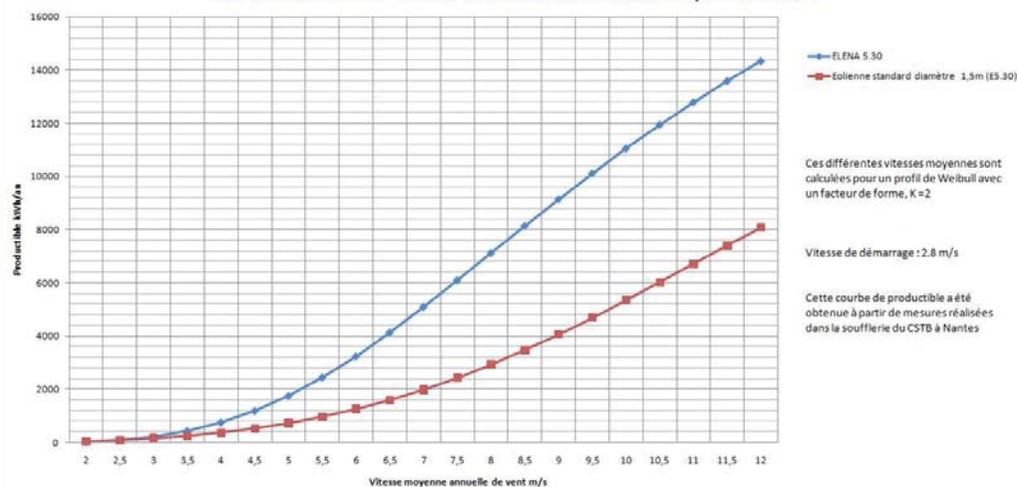


Direction du vent dominant (ESE)

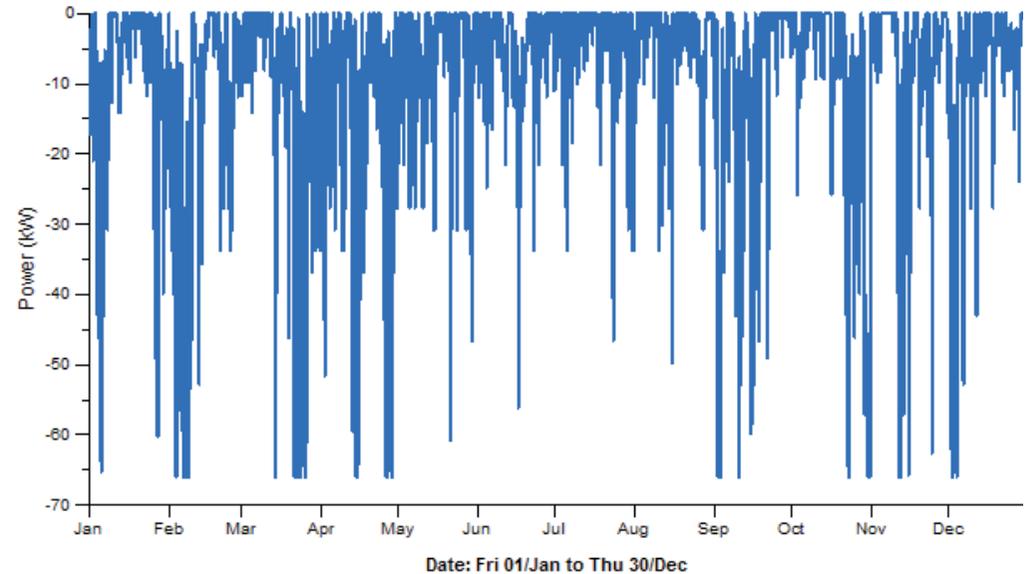


On peut installer 20 turboliennes, soit une puissance totale de 66 kW éolien.

Productible annuel ELENA 5.30 en fonction de la vitesse moyenne annuelle



La simulation sous VE à partir de ce productible donne la puissance d'électricité générée par les turboliennes au fil de l'année :



Wind generated electricity: (totem ps 3.aps)

Ainsi que la production annuelle d'électricité d'origine éolienne : elle est de 62 MWh.

A titre de comparaison, elle correspond approximativement à la consommation annuelle en électricité pour le chauffage du bâtiment.

Remarques :

- Ce type de système entraîne, sur la structure du bâtiment, des contraintes mécaniques supplémentaires qu'il faudra prendre en compte.
- Batteries Li-ion de stockage électrique à prévoir. Exemple de fabricant : SAFT, dimensions d'une unité type à haute capacité de stockage : L = 7 m, l = 3 m, h = 3 m, poids = 14,5 tonnes



# Sécurité

# Sécurité

## MEMENTO DE LA SECURITE INCENDIE DANS LES IGH

### Voies d'accès pour les véhicules de lutte contre l'incendie

Les sorties des immeubles sur les niveaux accessibles aux engins des sapeurs pompiers ne peuvent se trouver à plus de 30 mètres d'une voie ouverte à la circulation à ses deux extrémités et permettant la circulation et le stationnement de ces engins.

Caractéristiques de la voie :

- Hauteur libre : 3,50 mètres ;
- Largeur libre de la chaussée 3,50 mètres ;
- Force portante de 160 kN
- Résistance au poinçonnement : 80 Newton / cm<sup>2</sup> sur une surface minimale de 0,20 mètre carré ;
- Rayon intérieur minimal R : 11 mètres avec surlargeur éventuelle
- Pente inférieure à 15 p. 100.

§3. Une aire de concentration des engins de secours, publique ou privée, doit exister à proximité de l'immeuble. Ses caractéristiques sont déterminées en relation avec les services publics de secours et de lutte contre l'incendie (300 m<sup>2</sup> mini).

### Isolement du voisinage, volume de protection

Un IGH doit être isolé des constructions voisines par un mur ou une façade verticale coupe-feu de degré deux heures (CF 2 h) ou REI 120 sur toute sa hauteur, ou par un volume de protection de 8 mètres de large au moins de tout point des façades de l'immeuble

### Stabilité au feu

La stabilité au feu des éléments de la structure de l'immeuble (poteaux, poutres, planchers, etc.) doit être CF 2 h ou R 120 (3 heures ou R 180 si plus de 200 mètres).

### Parois en contiguïté avec d'autres constructions

Elles sont CF 2, 3, 4 h voire plus (REI 120, 180, 240 ou plus), selon le volume contigu.

Par exemple, un parc de stationnement indépendant sera isolé par des parois CF 4 heures

### Généralités relatives aux façades

Les façades doivent être dotées d'un C + D.

Certaines portions de façade doivent être spécifiquement protégées (dièdres rentrant) par des éléments pare flamme 1 heure (PF 1 h) (EI 60).

### Limitation de la charge calorifique des éléments de construction

Imposé. A voir ultérieurement

### Compartiment

Un compartiment a une SHON de 2500 m<sup>2</sup> maximum. Sa plus grande longueur est inférieure à 75 m.

Chaque niveau de chaque compartiment doit être accessible par 2 escaliers et

2 ascenseurs prioritaires au minimum.

### Dispositions générales relatives aux cages, gaines et conduits

Les gaines d'ascenseur et les cages d'escaliers et autres gaines sont CF 2 h (ou EI 120).

### Dégagements : escaliers, circulations horizontales et portes

Les dégagements, (couloirs et escaliers) doivent avoir des largeurs de 1,40 m minimum (2UP).

Les circulations reliant les escaliers et les ascenseurs doivent être enclouées par des parois verticales et horizontales CF 1 h (ou REI 60).

### Escaliers

Tous les niveaux doivent avoir accès à 2 escaliers minimum. 2 escaliers sont nécessaires jusqu'à 250 personnes par compartiment.

Les sas d'accès aux escaliers doivent être à plus de 10 mètres et à moins de 30 mètres l'un de l'autre. Ces sas sont CF 2 h (portes PF 1 h).

La distance depuis la porte d'un appartement ou assimilé ou d'une chambre d'hôtel et le sas d'accès à l'escalier est inférieure à 20 m.

La distance entre le poste de travail dans les compartiments de bureaux et le sas d'accès à l'escalier est inférieure à 35 m.

### Désenfumage

Les dégagements et certains locaux doivent être désenfumés.

Des ouvrants de désenfumage de secours sont à prévoir à raison de 4 minimum par compartiment si la façade n'est pas dotée d'ouvrants.

### Ascenseurs et monte-charge

Les ascenseurs doivent déboucher, dans tous les cas, sur des circulations horizontales communes et leurs accès doivent être protégés en cas d'incendie.

2 ascenseurs (prioritaires) doivent permettre aux pompiers d'accéder à chaque niveau. (3 ascenseurs si plus de 200 mètres.

Ils doivent être à moins de 50 m de la voie pompiers.

### Moyens de secours et de lutte contre l'incendie

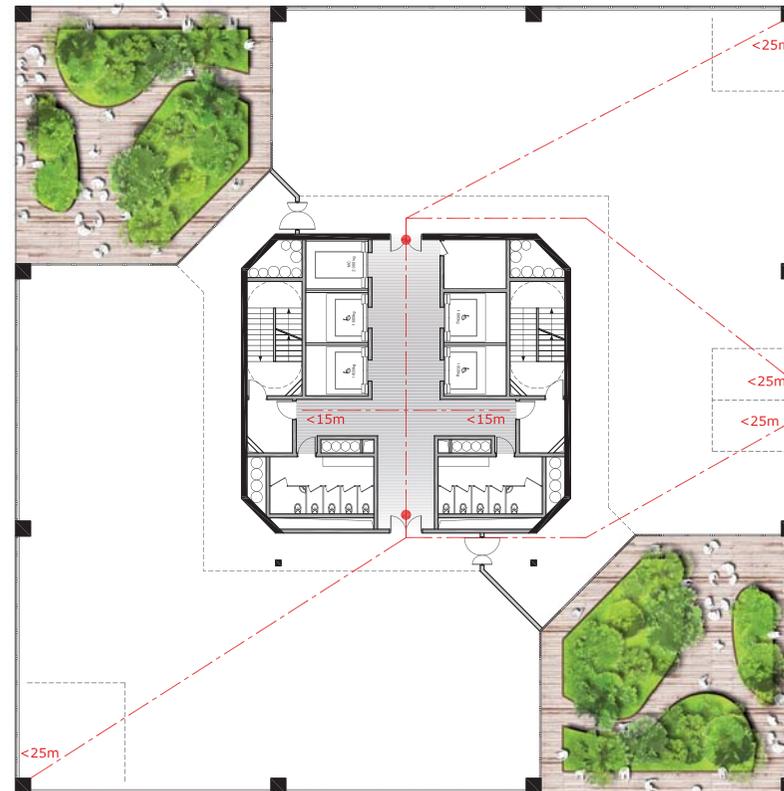
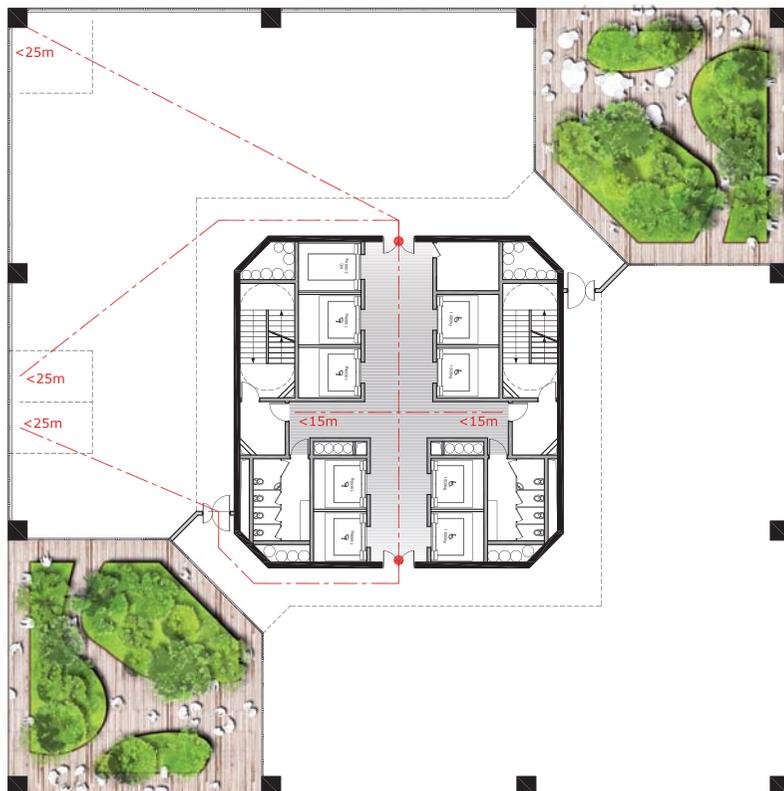
SSI de catégorie A (détection et « asservissements »)

1 RIA à proximité de chaque sas d'accès à un escalier. De plus chaque point d'un compartiment doit être atteint par un « jet » de RIA (30 m + 3)

1 colonne humide par cage d'escalier si plus de 50 m de haut

Sprinkler dans des locaux de type ERP ou à potentiel calorifique important.

PC de sécurité au rez de chaussée (50 m<sup>2</sup> minimum).



↳ Plans des distances de sécurité

# Sécurité

## Grands principes de sécurité contre l'incendie dans les immeubles de grande hauteur

L'immeuble doit être conçu pour répondre aux grands principes suivants :

- pouvoir vaincre le feu avant son extension,
- assurer la mise en sécurité des occupants d'un compartiment sinistré,
- permettre la continuation de la vie normale dans le reste de l'IGH.

Dans les IGH en général, deux facteurs pénalisants ont été identifiés. Il s'agit d'une part du facteur humain notamment lié à l'évacuation des occupants, la complication des modalités d'intervention des secours extérieurs, d'autre part la présence de nombreuses gaines mettant en communication les étages sur toute la hauteur et souvent l'absence d'ouvertures sur les façades ce qui contraint les gaz chauds et les fumées à se propager vers les niveaux supérieurs.

L'application de l'ensemble des dispositions énoncées dans le règlement de sécurité IGH vise à répondre au mieux impératifs de sécurité que le législateur a fixé afin de garantir la sécurité des occupants, de permettre l'intervention des services de secours et de lutte contre l'incendie et d'assurer la sauvegarde des biens.

**Dans le cas du projet et du concept de la tour TOTEM, les dispositions constructives générales présentées jusqu'à ce jour pour le noyau central répondent aux exigences réglementaires.**

- Les parties de façades seront pare-flamme de degré une heure au moins de part et d'autre de l'arrête des dièdres de 135°.

Le C+D devra être respecté à chaque niveau au droit de chaque porte ouvrant sur ces escaliers.

- Les gaines verticales doivent répondre aux exigences réglementaires.

Soit elles sont recoupées à chaque plancher de chaque compartiment par des matériaux coupe-feu de degré 2 heures ; Soit si le recoupement n'est pas possible ces gaines sont protégées tous les cinq niveaux par un système d'extinction automatique à eau de type sprinkleurs. [Sauf gaine ascenseurs et cage d'escaliers].

Il faudra également porter une attention particulière sur les emplacements des trappes ou portes d'accès à ces gaines car les trappes ou portes d'accès ne peuvent pas s'ouvrir dans les dispositifs d'accès aux escaliers ni dans les escaliers.

- Les deux blocs-portes des dispositifs d'accès aux escaliers dans les étages doivent avoir une largeur identique par niveau. Cette largeur est de 0,90 m dans les étages, à l'exception des IGH de classe R [enseignement] ou U [sanitaire] ou ces portes doivent être de 1,40 m.

Au niveau d'évacuation quel que soit la classe d'IGH ces portes

doivent avoir 1,40 m de largeur.

**Rappel des dispositions réglementaires concernant les dégagements, notamment les dispositifs d'intercommunication**

Les communications d'un compartiment à un autre et avec des escaliers doivent être assurées par des dispositifs coupe-feu de degré deux heures ou EI 120 munis de deux blocs-portes pare-flammes de degré 1 heure ou E 60 et coupe-feu de degré 1/2 heure ou EI 30, pouvant être franchis par des personnes isolées sans mettre en communication directe l'atmosphère des deux compartiments et d'un compartiment avec un escalier. Un dispositif d'intercommunication entre deux compartiments doit relier deux circulations horizontales communes.

Lors du fonctionnement du désenfumage, les dispositifs d'intercommunication entre compartiments doivent toujours être en surpression.

Les portes des dispositifs visés au paragraphe 1 peuvent ne comporter qu'une unité de passage. Cette dérogation n'est pas applicable aux dispositifs de sortie des escaliers situés au niveau d'accès des piétons.

Les dispositifs d'intercommunication doivent avoir une surface de 3 m<sup>2</sup> au moins et de 8 m<sup>2</sup> au plus. Ils ne doivent comporter que deux blocs-portes; le cheminement entre les deux blocs-portes doit avoir 1,40 mètre de long au moins et doit être dépourvu de tout obstacle.

Tout volet ou trappe d'accès aux gaines ou conduits sont interdits, à l'exception des colonnes sèches ou en charge, des volets des conduits de désenfumage et des canalisations électriques ou téléphoniques propres aux dispositifs.

Lorsque les dispositifs d'intercommunication donnent accès aux escaliers, leurs portes doivent :

- s'ouvrir dans le sens de la sortie vers l'escalier ;
- être équipées d'un ferme-porte ;
- porter une plaque signalétique mentionnant exclusivement «Porte coupe-feu. A maintenir fermée», en lettres blanches sur fond rouge. Cette plaque est fixée sur chaque porte, côté circulation horizontale, d'une part, côté intérieur du dispositif pour la porte donnant accès à l'escalier, d'autre part.

Lorsque les dispositifs font communiquer deux compartiments à un même niveau, leurs portes doivent être :

- soit maintenues fermées en position normale et équipées d'un ferme-porte ;
- soit à fermeture automatique et admises à la marque NF. Dans ce cas, les portes doivent être traitées en DAS communs. Elles s'ouvrent vers l'intérieur du dispositif et portent la plaque signalétique décrite à l'alinéa ci-dessus sur la face extérieure de chaque porte du dispositif.

**Rappel des dispositions réglementaires portant sur les dégagements notamment sur les escaliers**

A tous les niveaux, chaque escalier visé par l'article R. 122-9 du code de la construction et de l'habitation doit être accessible depuis tout local occupé. Ces escaliers doivent être à volées droites. La distance maximale, mesurée dans l'axe des circulations horizontales communes à partir de la porte d'un local situé en cul-de-sac jusqu'à l'embranchement de deux circulations menant chacune à un escalier, ne doit pas excéder 10 mètres.

Les dispositifs d'accès aux escaliers doivent être à plus de 10 mètres et à moins de 30 mètres l'un de l'autre.

Ces distances sont mesurées dans l'axe des circulations horizontales communes entre les dispositifs d'accès aux escaliers. Dans le cas de pluralité de cheminements l'un d'eux au moins doit être inférieur à 30 mètres.

Les parcours à l'air libre n'entrent pas dans le calcul des distances séparant les escaliers visés ci-dessus.

Dans le cas d'escaliers extérieurs au corps du bâtiment, leurs parois peuvent ne pas être coupe-feu de degré deux heures mais doivent les protéger des flammes, des fumées, ainsi que des intempéries. Si les conditions atmosphériques locales ne s'y opposent pas, ces escaliers peuvent être à l'air libre.

Dans ce cas, un des côtés au minimum doit être entièrement ouvert sur l'extérieur, d'une largeur au moins égale à deux fois celle de la volée et se trouver à 2 mètres au moins des baies de l'immeuble.

**Les différentes présentations faites par les architectes entraînent un grand nombre de demandes de dérogations.**

Les contraintes réglementaires rendent le mixage des activités sur un même niveau voire dans un même compartiment difficilement réalisable sans envisager des dispositions constructives particulières.

Des solutions ou des propositions sont possibles mais ce ou ces concepts restent à faire valider car ils sortent du cadre réglementaire stricte de chaque réglementation.

**Rappel des dispositions applicables aux immeubles ou aux compartiments à usage d'habitation**

Chaque appartement doit être séparé des locaux voisins et des circulations horizontales communes par des éléments coupe-feu de degré une heure ou REI 60.

Les blocs-portes des appartements donnant sur les circulations horizontales communes doivent être pare-flammes de degré une heure et être équipés d'un ferme-porte ou E 60 - C.

La distance séparant une porte d'appartement de l'entrée du dispositif d'accès à l'escalier le plus proche, mesurée dans l'axe des circulations, doit être au maximum de vingt mètres.

Lorsque des caves ou des celliers sont groupés à un niveau quelconque de l'immeuble, l'ensemble constitué par ces locaux doit être recoupé en unités de surface inférieure à 500 m<sup>2</sup> qui répondent aux conditions suivantes :

- a) Les parois extérieures doivent être coupe-feu de degré deux heures ou REI 120 et le cloisonnement intérieur, à l'exception des blocs-portes, être en matériaux de catégorie MO ou A1;
- b) A l'intérieur de chaque unité, la distance à parcourir entre toute porte de cave ou cellier et l'issue de l'unité ne doit pas excéder 20 mètres ;
- c) Les issues doivent donner sur une circulation horizontale commune et être fermées par des blocs-portes coupe-feu de degré une heure munis d'un ferme-porte ou EI 60 - C et ouvrant sans clé dans le sens de la sortie en venant des caves. Les portes doivent se trouver à moins de 20 mètres du dispositif d'accès à l'escalier le plus proche.

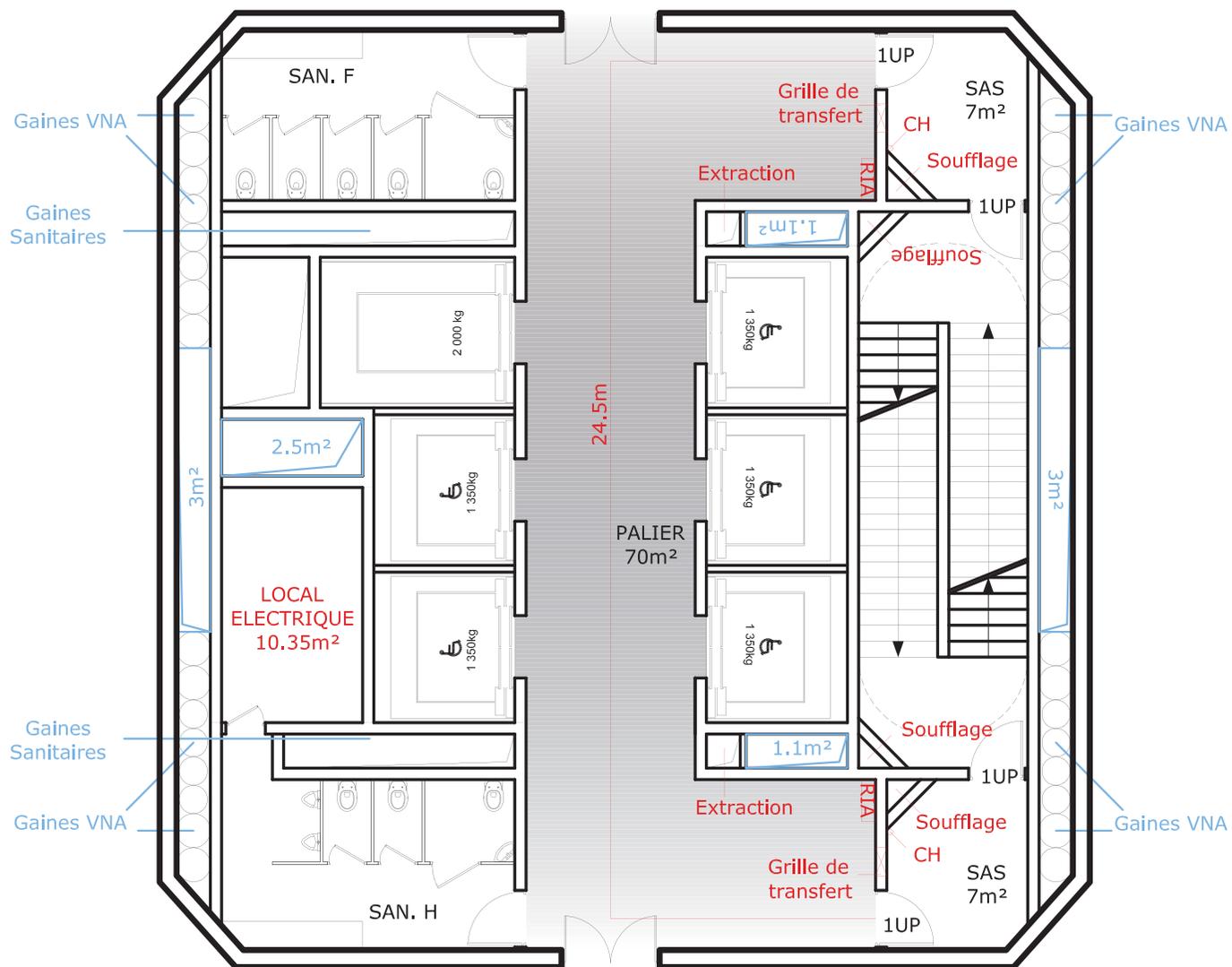
d) Chaque unité doit être équipée d'une détection automatique d'incendie.

Pour ce qui concerne les installations de ventilation mécanique contrôlée, l'exigence de non-propagation du feu et des fumées est également réputée satisfaite par le fonctionnement permanent du ventilateur conformément aux dispositions de l'article CH 43 et la mise en place du conduit collectif vertical dans une gaine coupe-feu de degré 2 heures ou EI 120.

Le ventilateur doit être alimenté comme une installation de sécurité. En aggravation, il doit pouvoir assurer son fonctionnement pendant une durée de 2 heures avec une température de 200°C. L'alarme de panne du ventilateur est renvoyée au poste central de sécurité incendie.

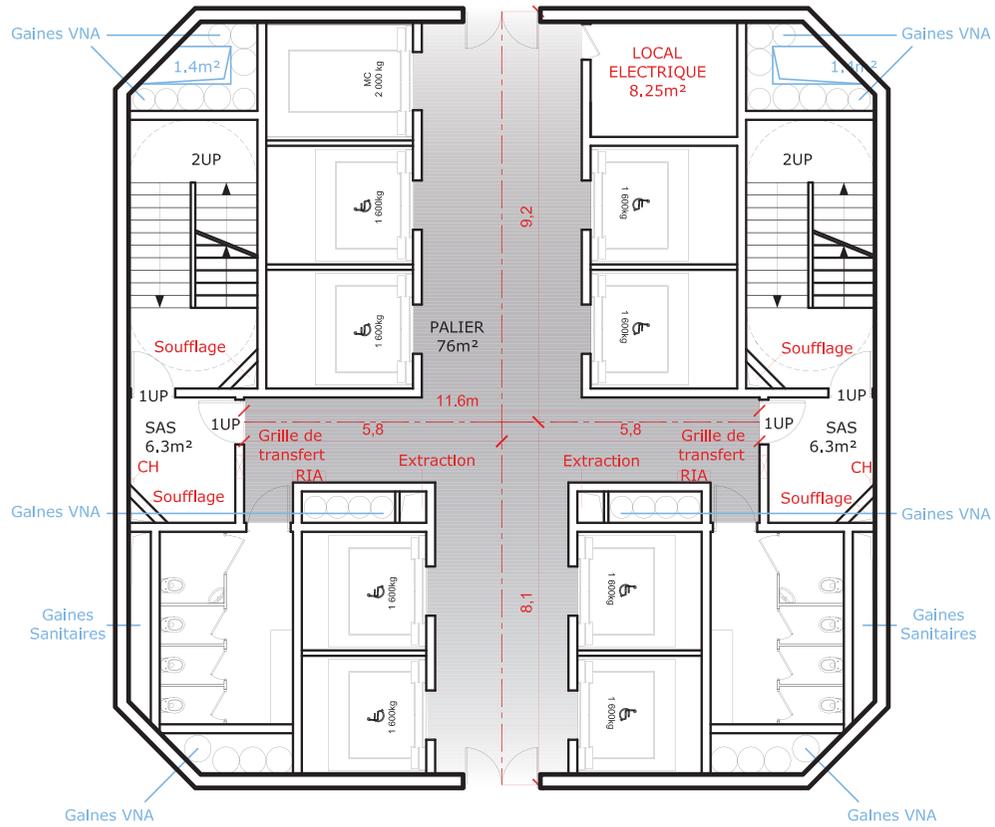
Les diffuseurs sonores doivent être installés dans les circulations horizontales communes, les locaux communs ainsi que dans les unités de caves et celliers.

L'installation de robinets d'incendie armés n'est pas obligatoire. [Uniquement si l'ensemble du compartiment est à usage d'habitation si compartiment mixte il faut des RIA]

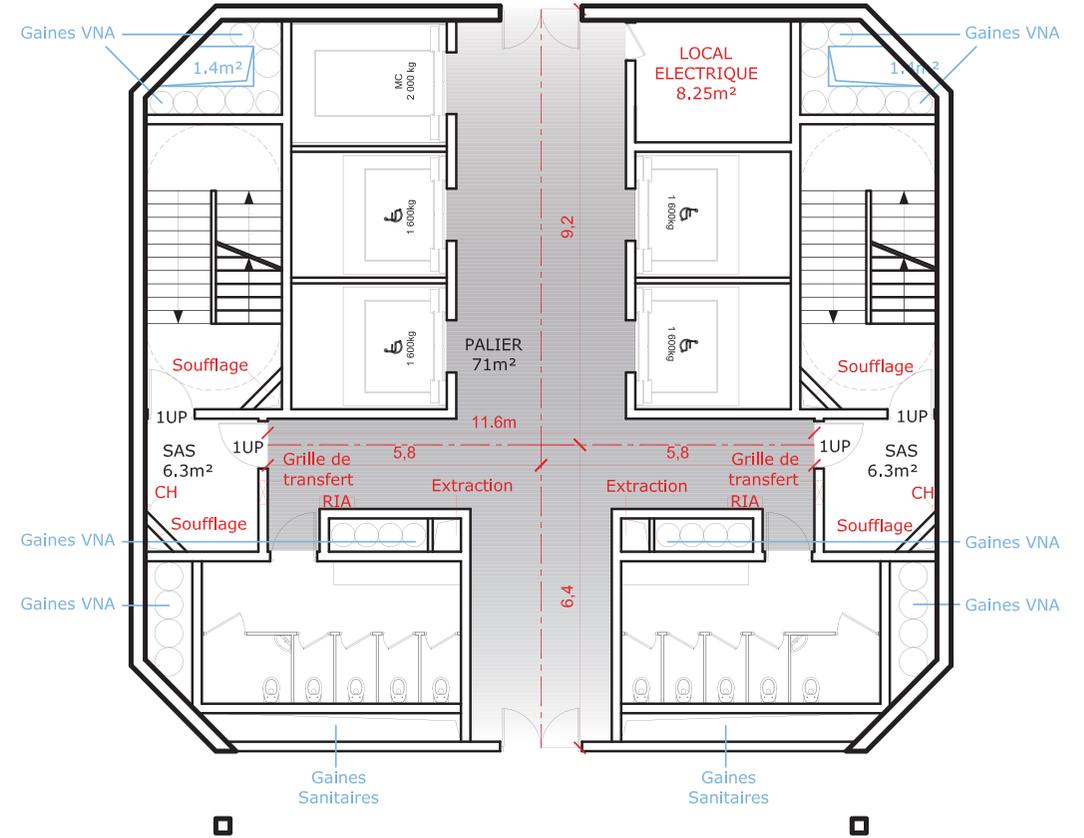


↳ Plan de sécurité noyau TMIN

# Sécurité



↳ Plan de sécurité noyau batterie basse

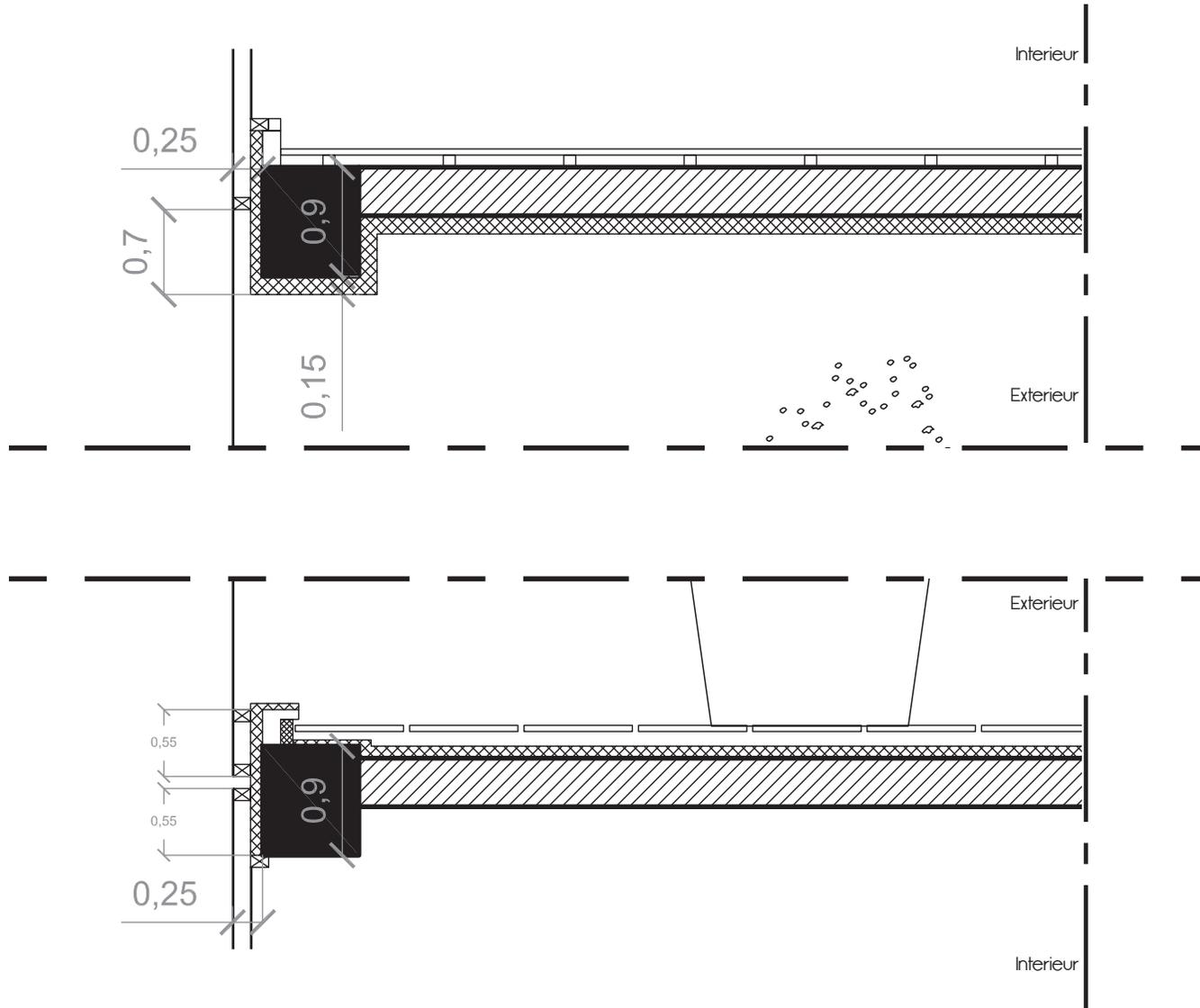


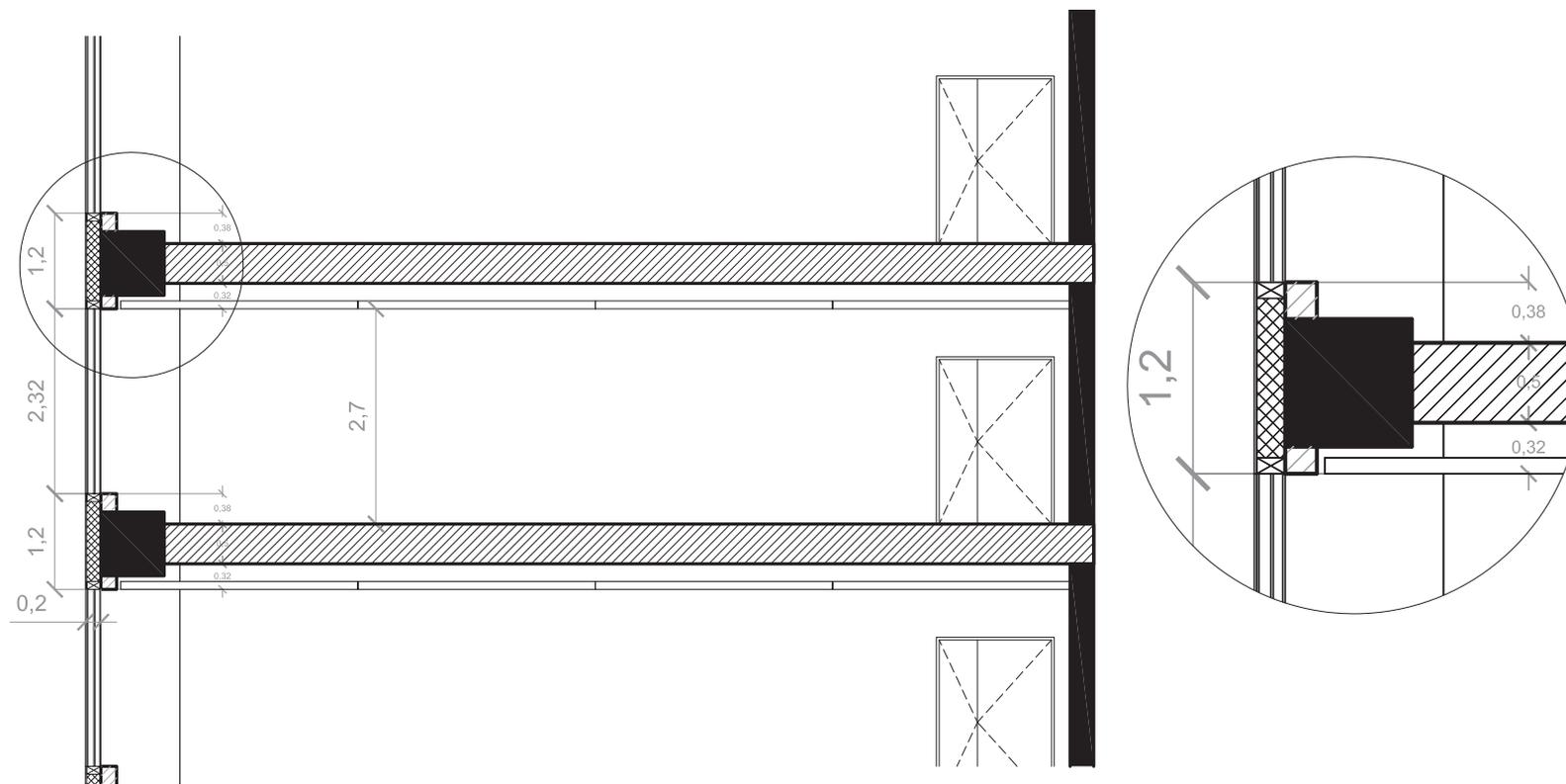
↳ Plan de sécurité noyau batterie haute

# Façades

# Façades

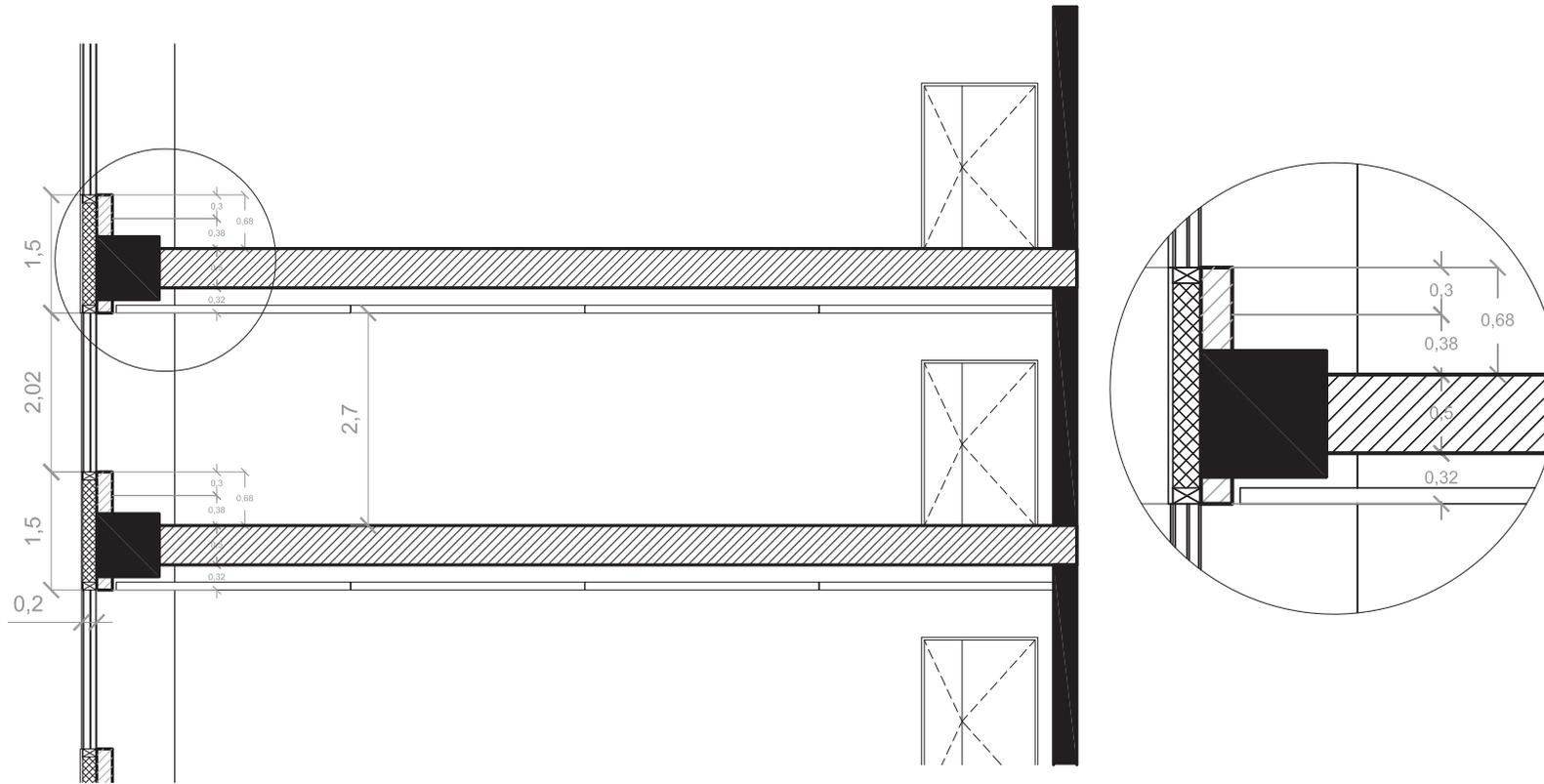
## I/ Faux plancher



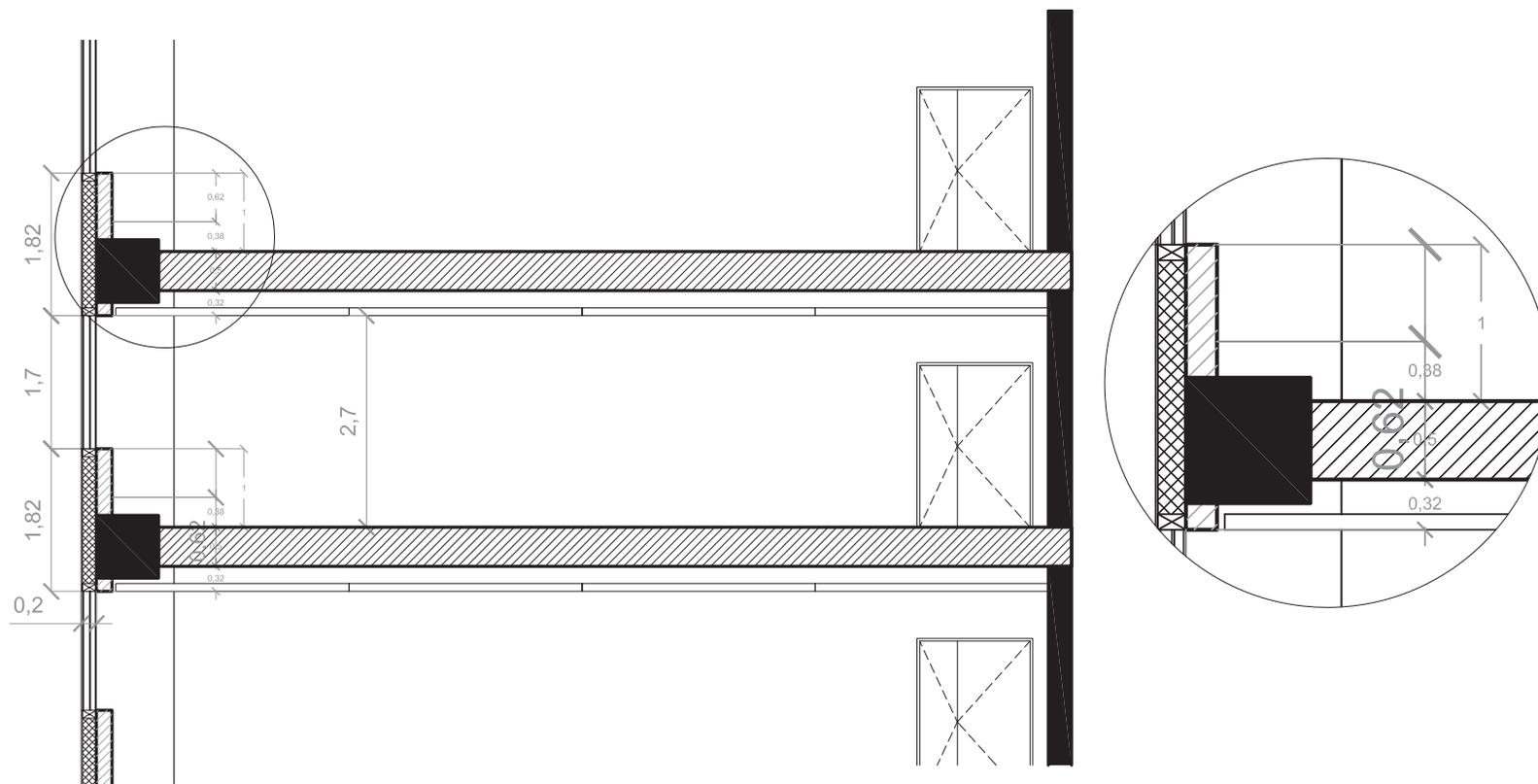


↘ Coupe façade Nord

# Façades



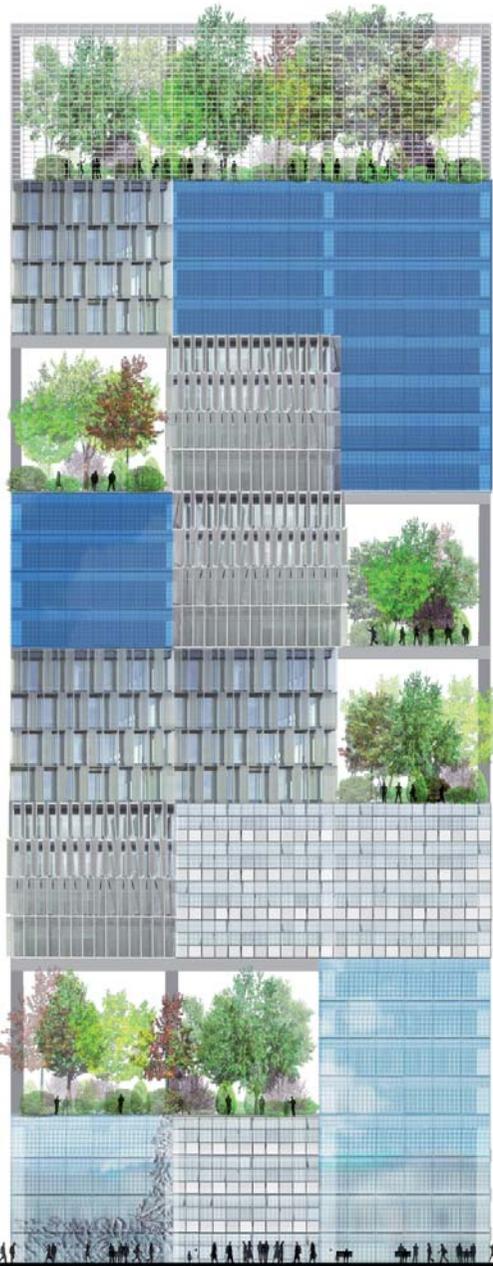
↘ Coupe façade Est / Ouest



↘ Coupe façade Sord

# Façades

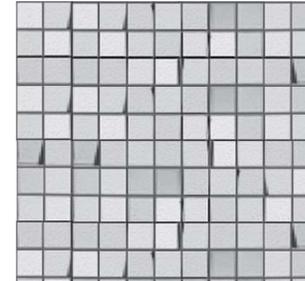
## III/ Matériaux



↳ Bois



↳ Bois



↳ Pierre



↳ Textile



↳ Siège et campus de Thyssenkrupp  
AACMA-JSWD



↳ Tour Beacon  
Nox



↳ DR Concert Hall  
AJN



# Façades







# Ambiances

# Ambiances

## I/ Hall





# Ambiances

## II/ Poliers : usine





# Ambiances

## II/ Paliers : street art



tags réalisés par Nathalie Volantin.



## parkings





tags réalisés par Nathalie Valantin.



# Faisabilité

# Faisabilités

## a) Intégration d'une résidence étudiants

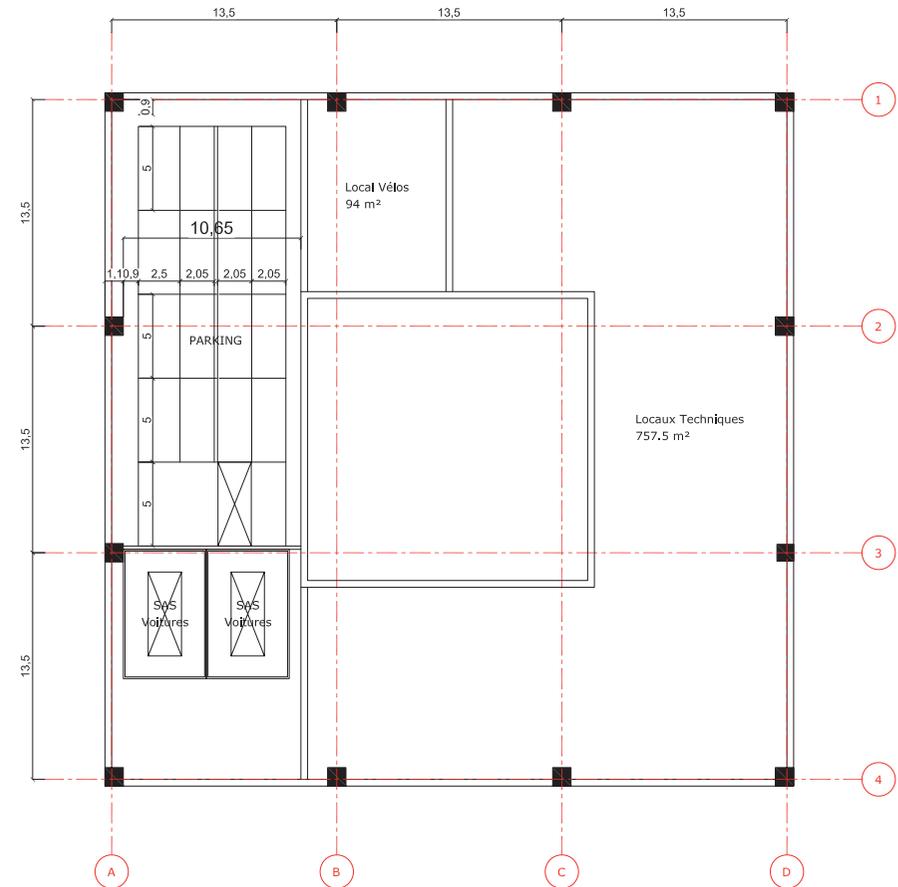
La mixité bureaux/résidence étudiants présente les avantages suivants, d'un point de vue strictement énergétique :

### 1/ Des horaires d'occupation disjointes

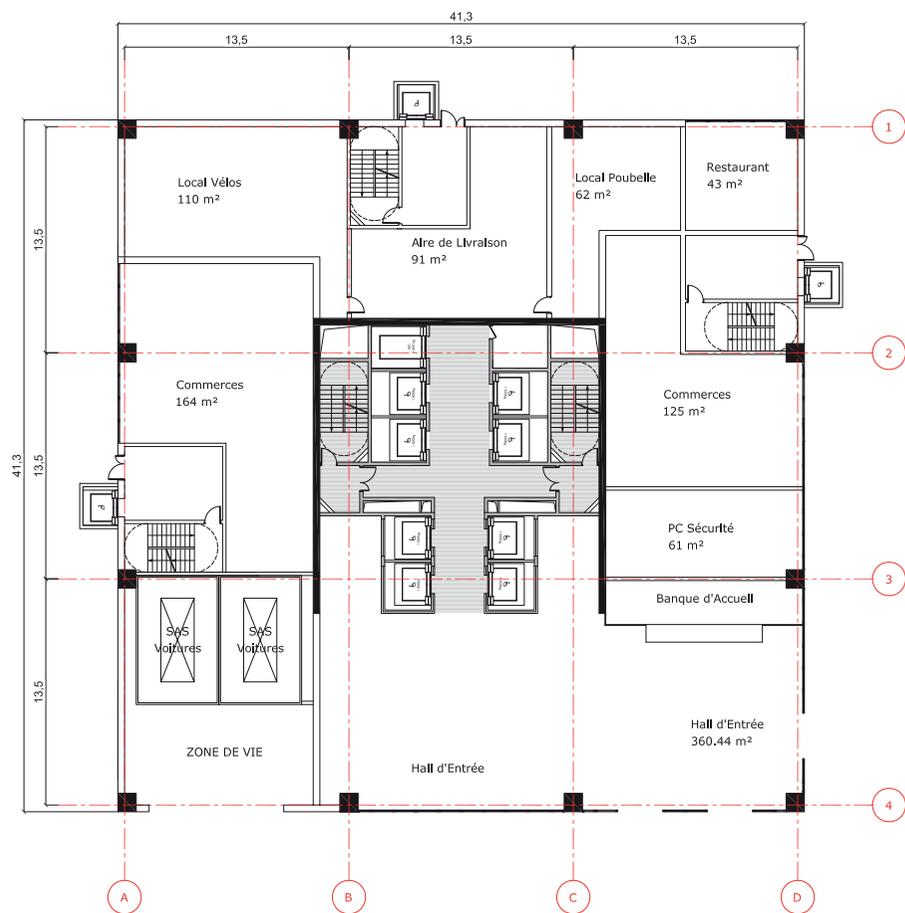
En journée pour les bureaux, le matin, le soir et la nuit pour la résidence étudiants. Cette complémentarité est intéressante pour le dimensionnement et le fonctionnement des systèmes du bâtiment, les mêmes systèmes étant utilisés de manière alternative pour les deux usages.

### 2/ Un fonctionnement optimisé en mi-saison

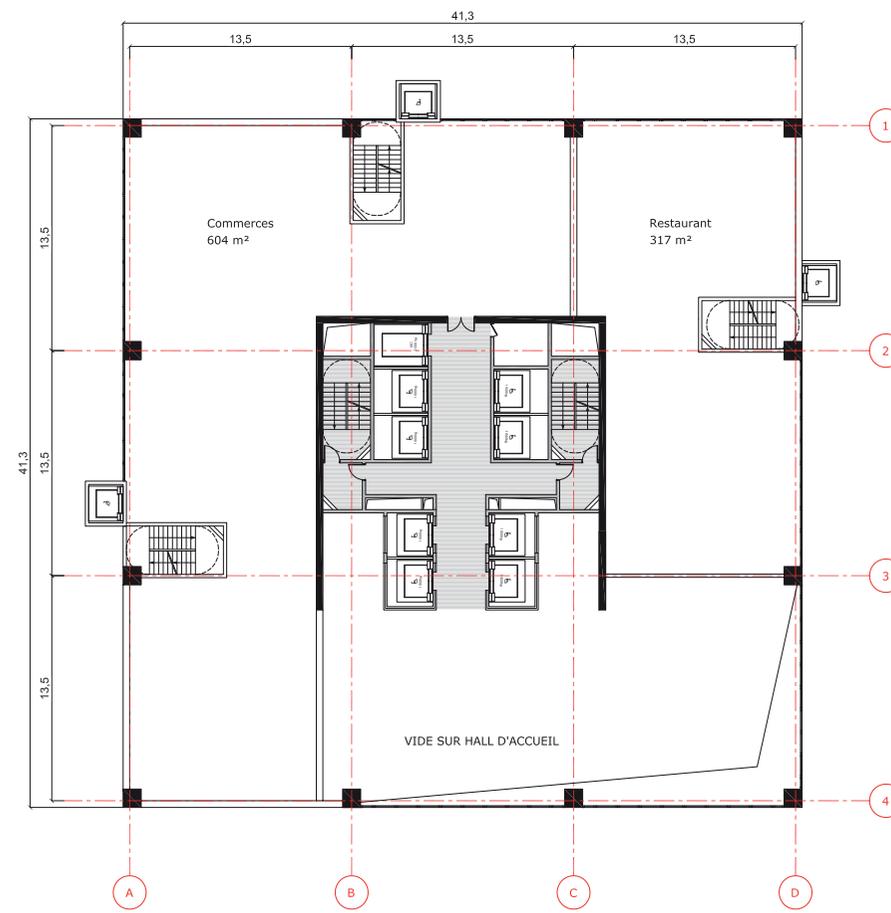
Les systèmes de production d'un immeuble tertiaire sont orientés principalement vers le « froid », pour combattre les charges thermiques internes importantes dues aux équipements, ce qui entraîne une production de « chaud ». Celui-ci peut être réutilisé pour les logements, qui ont davantage besoin de chaleur car ils n'ont pas d'apport interne. Ceci est valable notamment pour les solutions PAC air/eau et géothermie.



↳ Batterie basse / batterie haute R-1

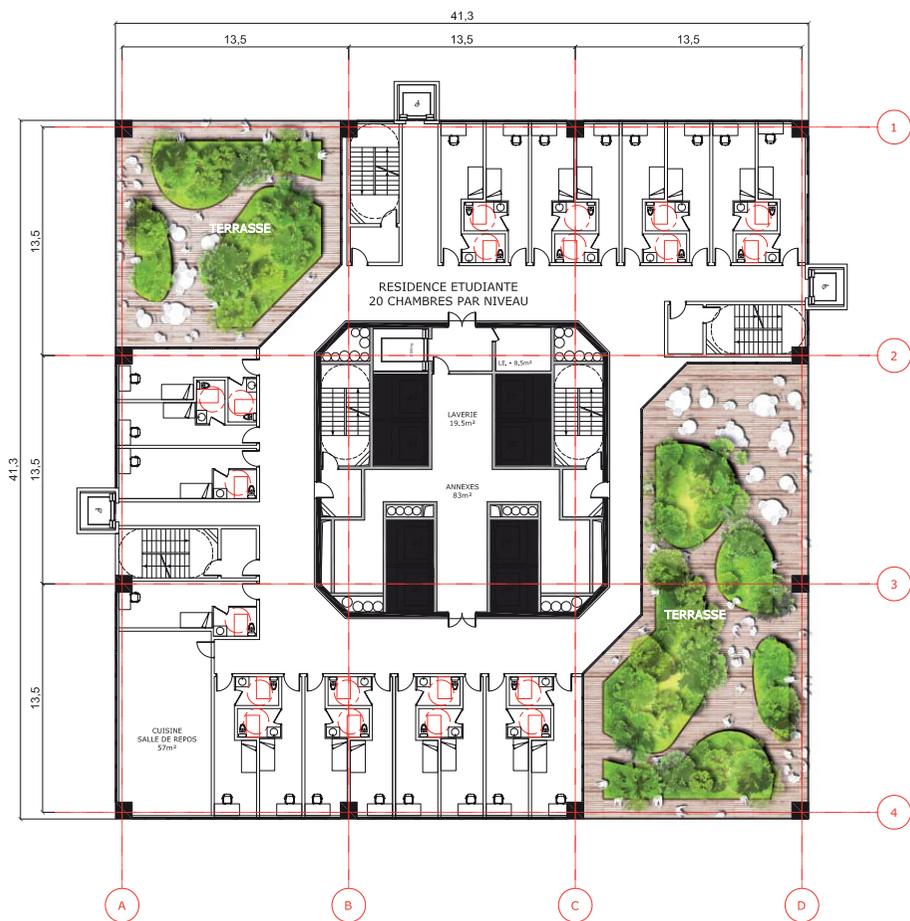


↳ Plan résidence étudiants RDC



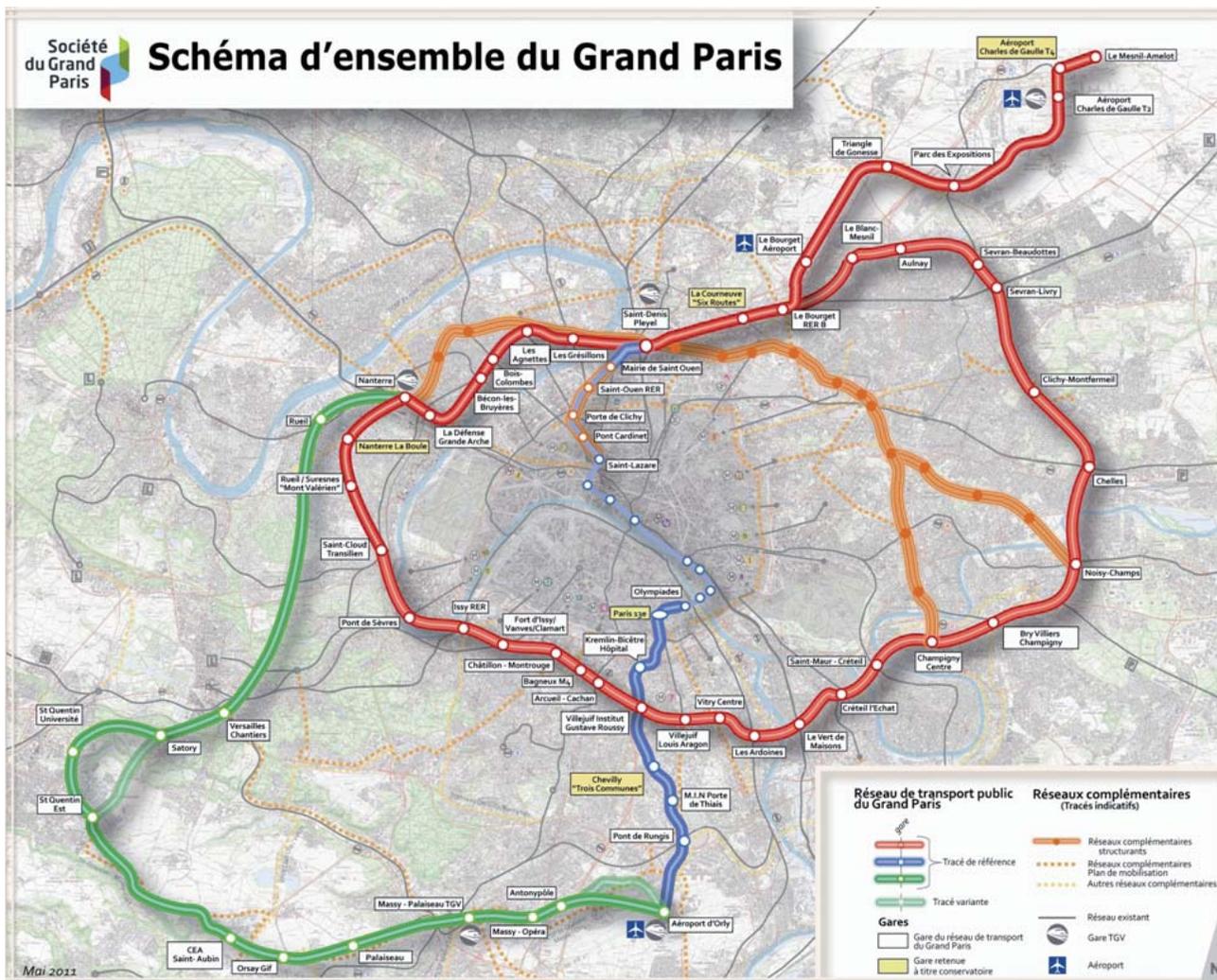
↳ Plan résidence étudiants R+1





↳ Plan résidence étudiants R+4





## Intégration urbaine

↳ Carte du futur métro du Grand Paris

# Intégration urbaine

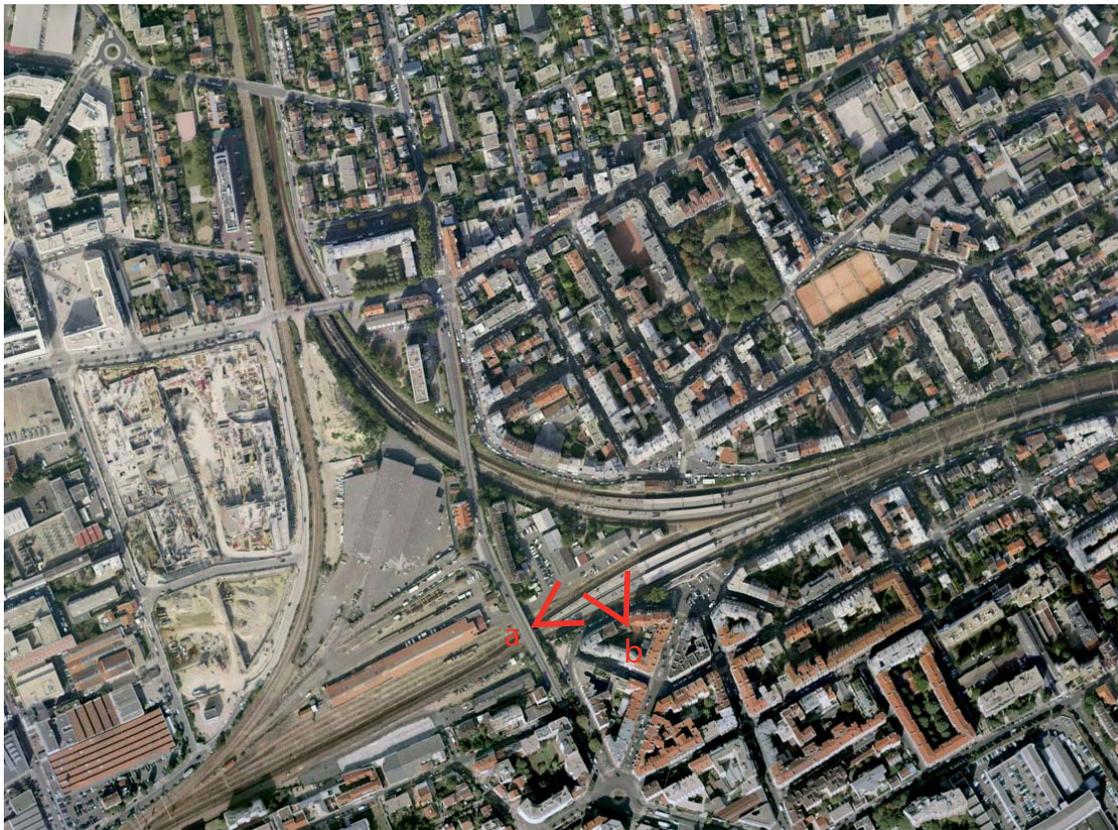
## Becon



↳ Vue depuis la rue du Bois Colombe [a]



↳ Vue depuis la rue Edgar Quinet [b]



↳ Vue aérienne du site



↳ Plan Masse

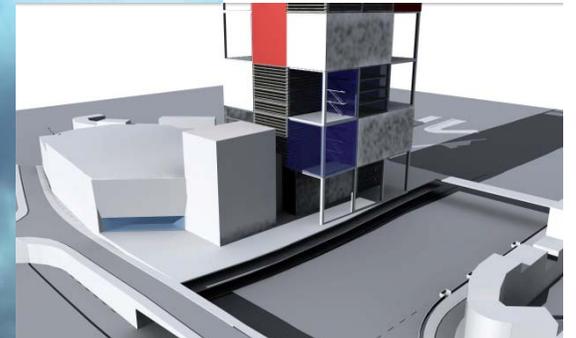
# Intégration urbaine



↳ Perspective sur la tour TOTEM à Becon-les-Bruyères



↳ Jardins suspendus



↳ Parvis



↳ Passerelle

# Intégration urbaine

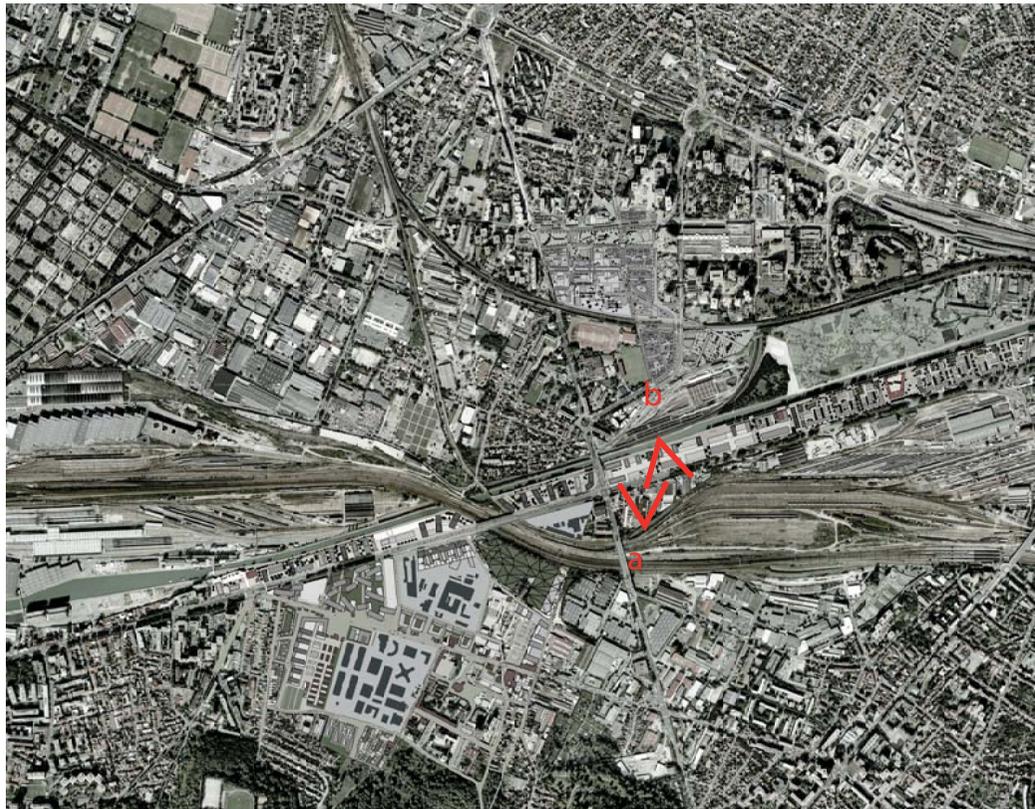
## Bobigny



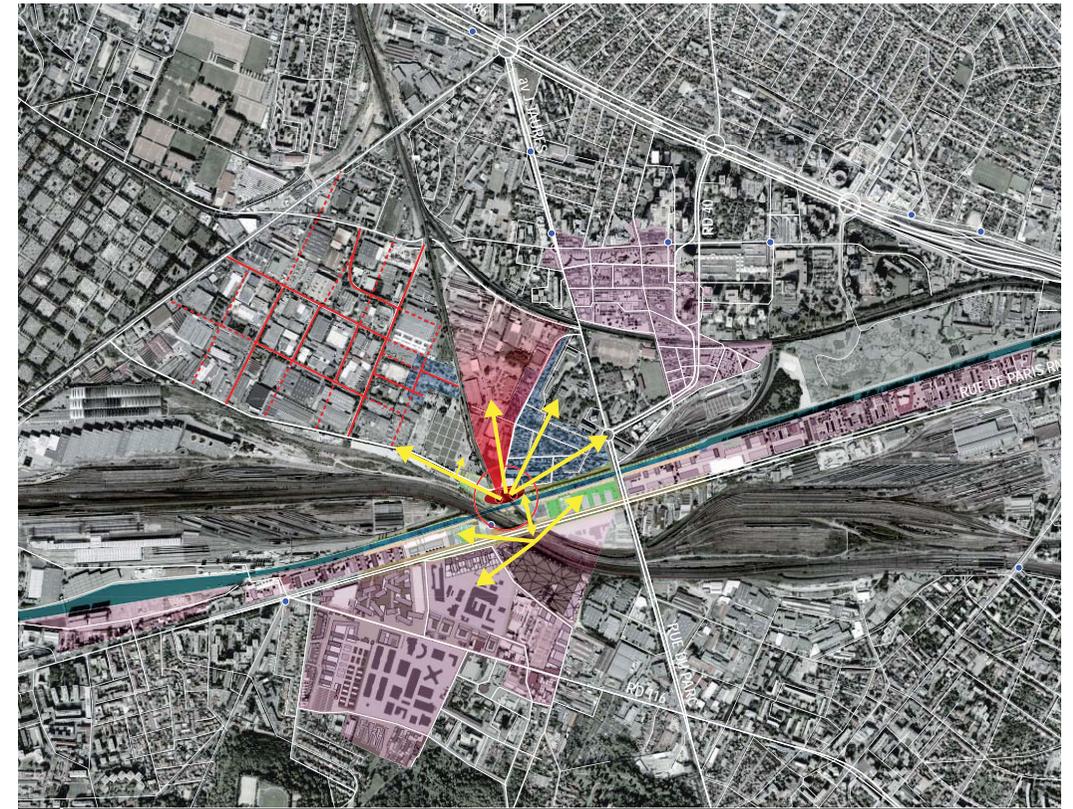
↳ Vue depuis la RN3 (a)



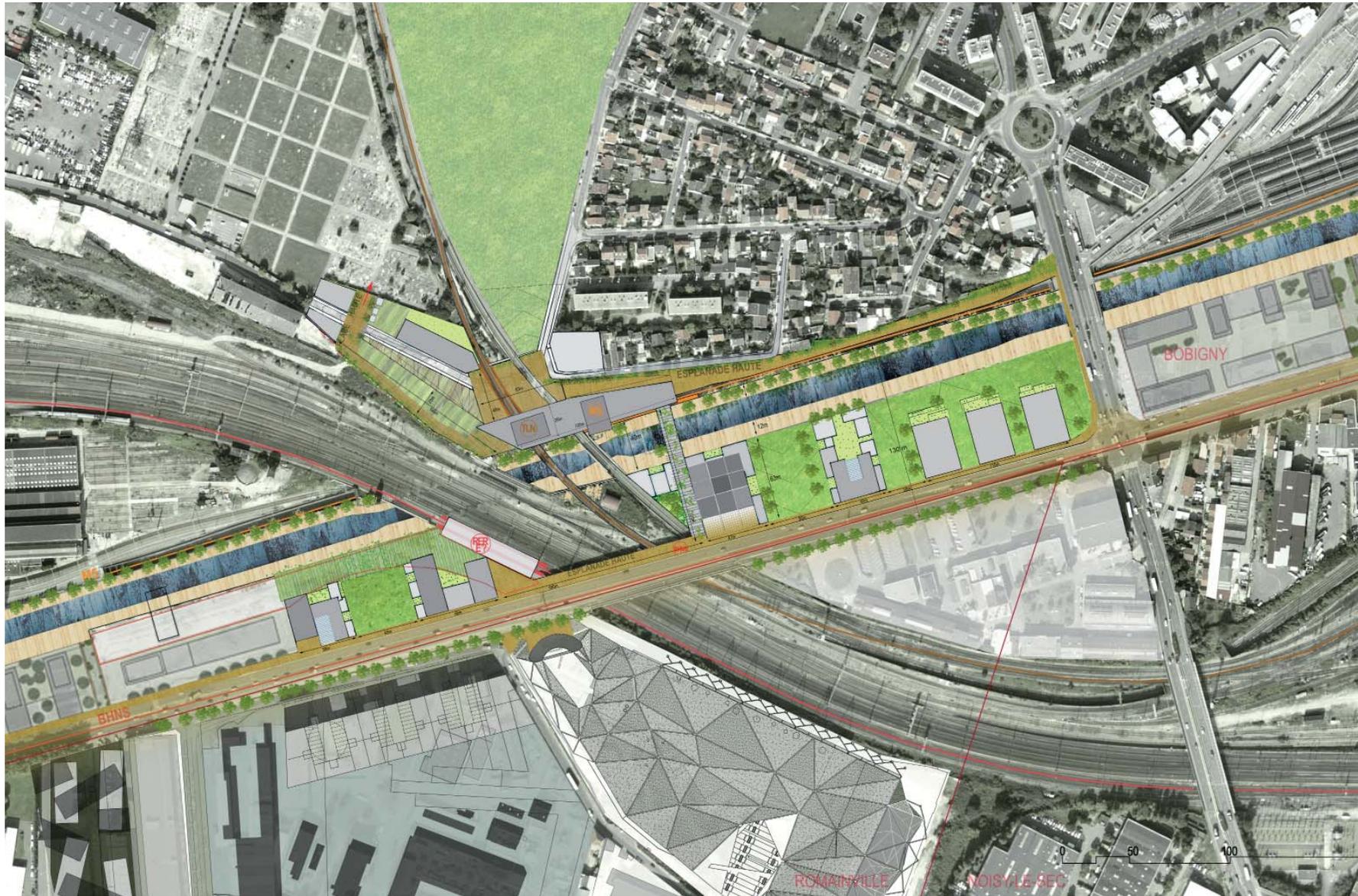
↳ Vue depuis la rue Gallieni (b)



↳ Vue aérienne du site



↳ Intentions projetées



↳ Insertion urbaine

# Intégration urbaine



↳ Perspectives sur la tour TOTEM à Bobigny

# Intégration urbaine

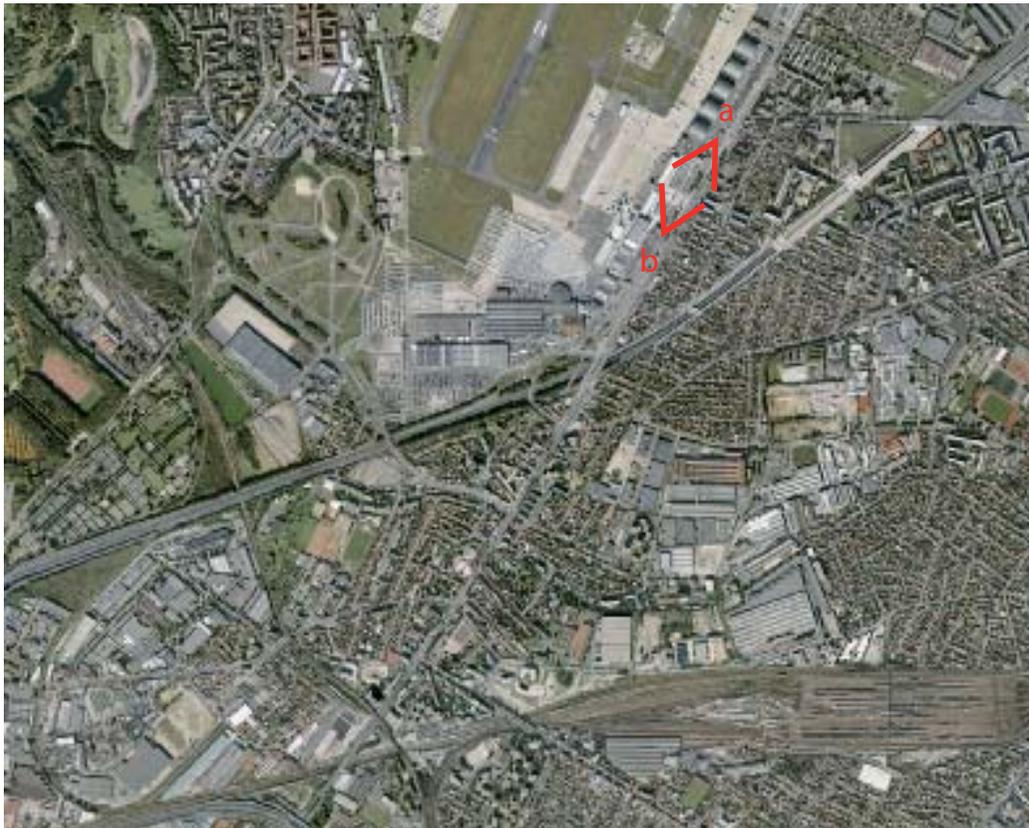
## Le Bourget



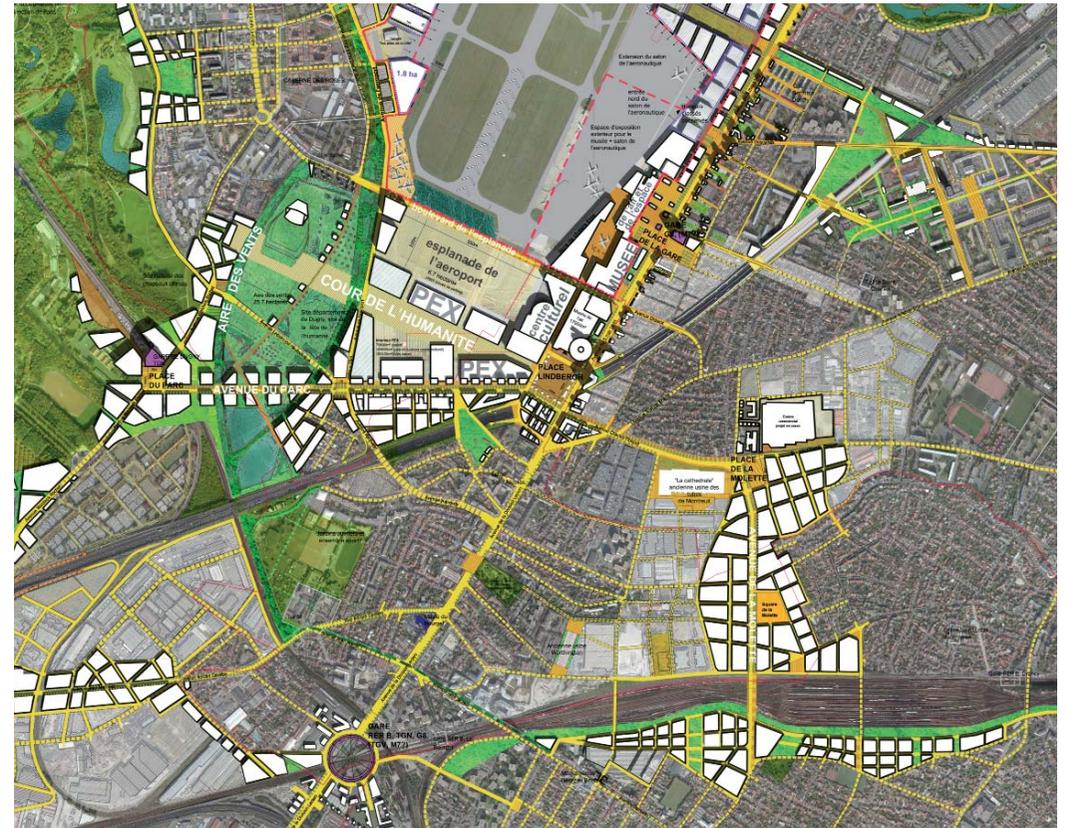
↳ Vue depuis l'avenue du 8 Mai 1945 [a]



↳ Vue depuis l'avenue du 8 Mai 1945 [b]

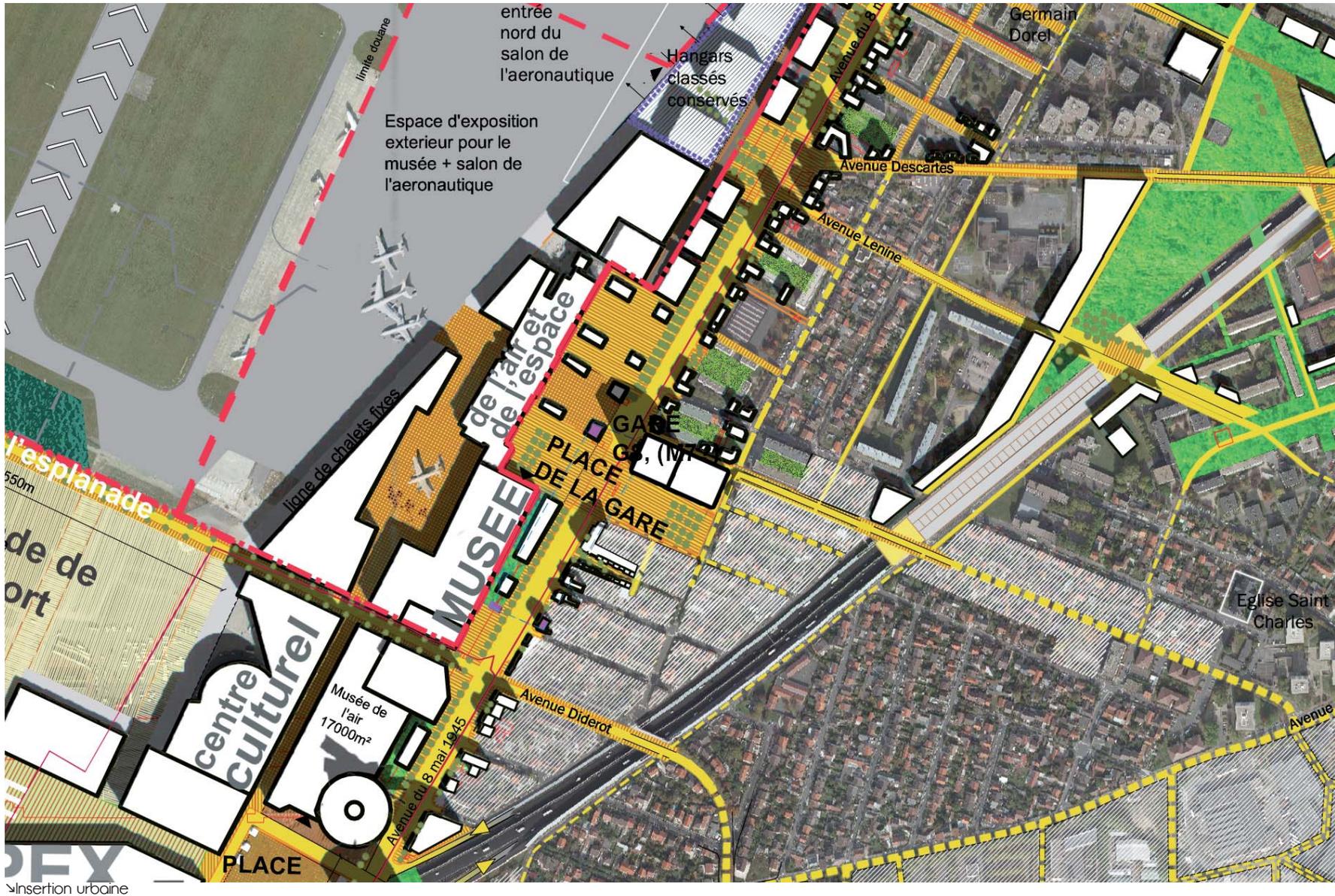


↳ Vue aérienne du site



↳ Intentions projetées

# Intégration urbaine





↳ Perspectives sur la tour TOTEM au Bourget

