

1 INSTALLATION CLASSÉE

Rub.	Dénomination	Niveau atteint (Puissance, Volume, Poids, Superficie, Nombre... - maximum atteint)	Classe	SIAMU	Suspicion installation à risque
62-A	Installations géothermiques : systèmes géothermiques fermés (sondes géothermiques)	20 sondes de 120 mètres	1C		
68-A	Parc de stationnement couvert et/ou non couvert, situés en dehors de la voirie publique, pour véhicules à moteur (motos, voitures, camionnettes, camions, bus,...) ou remorques, comptant de 10 à 50 emplacements (*)	Sous-sol 23 voitures	2	X	
132-A	Installation de réfrigération comprenant un circuit frigorifique : a.1) comportant 5 tonnes équivalent CO2 ou plus de gaz à effet de serre fluorés telles que visés à l'annexe Ire du règlement (UE) n° 517/2014 précité et ses éventuelles modifications ultérieures, séparément ou dans un mélange ; ou a.2) dont la puissance électrique maximale absorbée par le(s) compresseur(s) situé(s) sur un même circuit est supérieure à 10 kW mais inférieure à 100 kW. Toute installation de réfrigération comprend tous les appareillages et les accessoires nécessaires au fonctionnement du circuit frigorifique: - des équipements de réfrigération, - des équipements de climatisation, - des pompes à chaleur.	RDC Air/Eau: 13.32 kW (A-7/W35) Eau/Eau: 17.5kW (B0/W35)	3		



Classification rubrique 132
Fréquence contrôle d'étanchéité
Equivalence kg => tonnes CO2

Nom du circuit	Type de fluide	Quantité en kg	Puissance kW élect.	Détecteur fixe	Tonne éq. CO2	Rubrique de l'IC *	Fréquence de contrôle	Catégorie fluide	GWP **
AIR 85 C14A	R410A	32,00	13	OUI	66,8	132 A	12 mois	HFC	2088,0
TERRA 76 HPLA	R410A	13,30	18	OUI	27,8	132 A	24 mois	HFC	2088,0

AIR 85 C14A

- POMPE À CHALEUR AIR/EAU EN VERSION SPLIT
- AVEC ÉVAPORATEUR SPLIT HORIZONTAL
- UNITÉ INTÉRIEURE M6
- CHAUFFAGE OU CHAUFFAGE/RAFRAÎCHISSEMENT
- RÉGULATEUR OTE

DONNÉES DE L'APPAREIL

Réf. cde	288800V	
Charge calorifique de bâtiment appropriée	kW	50 - 78
Température départ max.	°C	65
Unité intérieure		
Dimensions (HxIxP)	mm	1889x680x698
Raccord hydraulique (taille)	Pouce	2
Raccord hydraulique (type de raccord)	Filet extérieur	
Raccord conduite de liquide (diamètre extérieur)	mm	22
Raccord conduite d'aspiration (diamètre extérieur)	mm	42
Poids (sans l'emballage)	kg	295
Couleur standard	Blanc/anthracite	
Niveau de puissance acoustique (EN12102)	dB(A)	63
Niveau de pression acoustique (à 1 m)	dB(A)	55,2
Unité extérieure		
Dimensions (HxIxP)	mm	1340x2224x1940
Poids (sans l'emballage)	kg	360
Couleur standard	Gris (RAL 7016)	
Modèle de carter	Acier inoxydable, revêtu	
Nombre de ventilateurs	Pce	4
	dB(A)	67 / 49,6 Nominal
Niveau de puissance acoustique (EN12102) / Niveau de pression acoustique (à 3 m)	dB(A)	64 / 46,6 Nominal avec pack Super Silent (SSP)
	dB(A)	64 / 46,6 Mode Silent
	dB(A)	61 / 43,6 Mode Silence avec pack Super Silent (SSP)
Type d'évaporateur	Tube à lamelles	
Matériau de l'évaporateur (ICP)	Cuivre/aluminium	

CIRCUIT FRIGORIFIQUE

Fluide frigorigène	R410A	
Quantité de fluide frigorigène	kg	32
Pression de service max. du fluide frigorigène	bar	45
Type de compresseur	Scroll	
Technique de dégivrage	Système par inversion de cycle / gaz chauds	

DONNÉES ÉLECTRIQUES

Fréquence	Hz	50
Facteur de puissance	0,85	
Papillotement/flicker	>16A: EN 61000-3-11	
Composante harmonique	>16A: EN 61000-3-12	
Impédance secteur max. (Zmax)	Ohm	0,472
Circuit électrique principal		
Plage de tension assignée	V	~380-400 3/N/PE
Courant assigné	A	63
Courant de démarrage max.	A	95,6
Protection électrique	1x C63A 3p	
Circuit électrique de commande		
Plage de tension assignée	V	~220-240 L1/N/PE
Courant assigné	A	6,3
Protection électrique	1x C13A 1p	

INSTALLATION CÔTÉ SECONDAIRE

Type de condenseur (ICS)	Échangeur de chaleur à plaques	
Matériau du condenseur (ICS)	Acier inoxydable 1.4301	
Différence de température (ICS)	K	5
Débit volumique (ICS)	m³/h	10,9
Hauteur manométrique résiduelle (ICS)	mbar	818
Élément débitmètre	DEBM 50 x 2" FI, kvs 40	externe
Circulateur	Stratos Para 65/1-12	externe
Fluide caloporteur	Eau	
Pression de service max. du fluide caloporteur	bar	10
Limites d'utilisation min. du chauffage / max.	°C	25 / 65

DONNÉES DE PERFORMANCE

A7/W35

Puissance de chauffage (EN14511)	kW	68,10
Puissance absorbée (EN14511)	kW	13,97
Coefficient de performance COP (EN14511)	4,87	

A2/W35

Puissance de chauffage (EN14511)	kW	50,17
Puissance absorbée (EN14511)	kW	12,95
Coefficient de performance COP (EN14511)	3,87	

A-7/W35

Puissance de chauffage (EN14511)	kW	47,90
Puissance absorbée (EN14511)	kW	13,32
Coefficient de performance COP (EN14511)	3,60	

A2/W55

Puissance de chauffage (EN14825)	kW	51,92
Puissance absorbée (EN14825)	kW	18,80
Coefficient de performance COP (EN14825)	2,76	

A35/W7

Puissance de refroidissement (EN14825)	kW	38,80
Puissance absorbée (EN14825)	kW	15,50
Coefficient de performance EER (EN14825)	2,50	

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE (ZONE CLIMATIQUE TEMPÉRÉE)

À la température départ max. (chauffage)	°C	35	55
Classe d'efficacité énergétique (D à A+++)	A++		A++
Pnom	kW	54	56
Rendement ETA	%	169,6	136,7
SCOP		4,32	3,49
À la température départ min. (rafraîchissement)	°C	18	7
SEER		3,6	3,26

CONDUITE DE RACCORDEMENT

Longueur de tuyau max.	m	16
Différence de niveau max.	m	5

Le courant de fonctionnement maximal au niveau du compresseur est de 63 ampères soit une puissance maximale absorbée de 63 x 1,73 x 400 = 43 kW.

La puissance absorbée par le compresseur en condition nominale (A-7/W35) est de 13,32 kW.

TERRA 76 HPLA

- POMPE À CHALEUR EAU GLYCOLÉE/EAU (SYSTÈME DE CHAUFFE MONOVALENT)
- UNITÉ INTÉRIEURE M6
- CHAUFFAGE
- RÉGULATEUR OTE

DONNÉES DE L'APPAREIL		
Réf. cde		221630
Charge calorifique de bâtiment appropriée	kW	64 - 78
Température départ max.	°C	65
Unité intérieure		
Dimensions (HxIxP)	mm	1889x680x698
Raccord hydraulique (taille)	Pouce	2
Raccord hydraulique (type de raccord)		Filet extérieur
Poids (sans l'emballage)	kg	306
Couleur standard		Blanc/anthracite
Niveau de puissance acoustique (EN12102)	dB(A)	60
Niveau de pression acoustique (à 1 m)	dB(A)	52

INSTALLATION CÔTÉ PRIMAIRE		
Type d'évaporateur (ICP)	Échangeur de chaleur à plaques	
Matériau de l'évaporateur (ICP)	Acier inoxydable 1.4401	
Différence de température (ICP)	K	3
Débit volumique (ICP)	m³/h	18,8
Différence de pression interne (ICP)	mbar	150
Élément débitmètre	DEBM-DN50 kvs40	externe
Fluide caloporteur	Eau glycolée max. 30%	
Pression de service max. du fluide caloporteur	bar	6
Limites d'utilisation min. du chauffage / max.	°C	-6 / 20

INSTALLATION CÔTÉ SECONDAIRE		
Type de condenseur (ICS)	Échangeur de chaleur à plaques	
Matériau du condenseur (ICS)	Acier inoxydable 1.4401	
Différence de température (ICS)	K	5
Débit volumique (ICS)	m³/h	13,3
Différence de pression interne (ICS)	mbar	50
Élément débitmètre	DEBM-DN50 kvs40	externe
Fluide caloporteur	Eau	
Pression de service max. du fluide caloporteur	bar	10
Limites d'utilisation min. du chauffage / max.	°C	35 / 65

DONNÉES ÉLECTRIQUES		
Fréquence	Hz	50
Facteur de puissance		0,85
Papillotement/flicker	>16A: EN 61000-3-11	
Composante harmonique	>16A: EN 61000-3-12	
Impédance secteur max. (Zmax)	ohm	0,329
Circuit électrique principal		
Plage de tension assignée	V	~380-400 3/N/PE
Courant assigné	A	63
Courant de démarrage max.	A	94,4
Protection électrique	1x C80A 3p	
Circuit électrique de commande		
Plage de tension assignée	V	~220-240 L1/N/PE
Courant assigné	A	6,3
Protection électrique	1x C13A 1p	

Le courant de fonctionnement maximal au niveau du compresseur est de 63 ampères soit une puissance maximale absorbée de 63 x 1,73 x 400 = 43 kW.

La puissance absorbée par le compresseur en condition nominale B0/W35 est de 17.6 kW.

CIRCUIT FRIGORIFIQUE			
Fluide frigorigène			R410A
Quantité de fluide frigorigène	kg		13,3
Pression de service max. du fluide frigorigène	bar		45
Type de compresseur	Scroll		

DONNÉES DE PERFORMANCE			
B0/W35			
Puissance de chauffage (EN14511)	kW		77,50
Puissance absorbée (EN14511)	kW		17,60
Coefficient de performance COP (EN14511)			4,40
B0/W50			
Puissance de chauffage (EN14511)	kW		70,70
Puissance absorbée (EN14511)	kW		22,10
Coefficient de performance COP (EN14511)			3,20
B0/W60			
Puissance de chauffage (EN14511)	kW		66,70
Puissance absorbée (EN14511)	kW		26,10
Coefficient de performance COP (EN14511)			2,60
B10/W35			
Puissance de chauffage (EN14511)	kW		99,00
Puissance absorbée (EN14511)	kW		17,80
Coefficient de performance COP (EN14511)			5,50

EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE (ZONE CLIMATIQUE TEMPÉRÉE)			
À la température départ max. (chauffage)	°C	35	55
Classe d'efficacité énergétique (D à A+++)		A++	A+
Pnom	kW	74	67
Rendement ETA	%	167,0	123,0
SCOP		4,46	3,36
À la température départ min. (rafraîchissement)	°C	18	7
SEER		-	-

2 PRODUCTION D'ÉNERGIE

2.1 CHOIX DU SYSTÈME

Le projet s'inscrit dans une démarche générale dont l'objectif est de supprimer les énergies fossiles tel le gaz pour chauffer et refroidir le bâtiment. Le souhait est donc de travailler avec des pompes à chaleur.

Le projet combine à la fois la géothermie et des pompes à chaleur air/eau. En hiver, la pompe géothermique puise la chaleur du sol pour chauffer le bâtiment, tandis qu'en été, elle peut évacuer l'excès de chaleur dans le sol pour le refroidir (geocooling). La pompe à chaleur air/eau est utilisée en complément, notamment lorsque les conditions extérieures sont favorables, maximisant ainsi l'efficacité énergétique. Ce système hybride offre des économies d'énergie, réduit les émissions de CO2 et améliore le confort intérieur tout en assurant une fiabilité et une durabilité accrue.

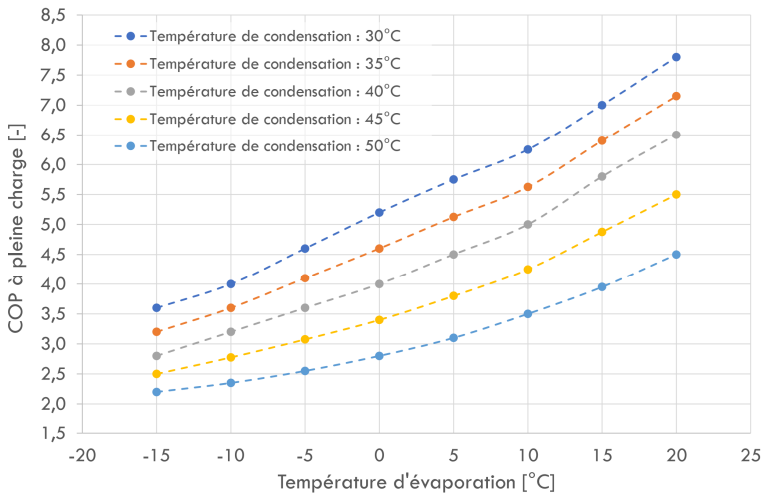
A Avantage environnemental d'une pompe-à-chaleur électrique

- Evolution de l'impact environnemental de la PAC en fonction du mix énergétique du pays
- Pas de rejet atmosphérique du système de production
- Pas d'utilisation sur site d'énergie fossile
- Compatible directement avec les objectifs environnementaux à long terme

La PAC est un producteur de chaleur dont l'impact environnemental devrait diminuer dans le futur sans investissement supplémentaire.

B Coefficient de performance (COP) d'une pompe-à-chaleur (PAC)

- La performance d'une pompe à chaleur s'exprime par le coefficient de performance (COP). Le COP est défini comme étant le rapport entre la quantité d'énergie transférée par la PAC (chaleur restituée dans le bâtiment) et l'énergie consommée pour réaliser ce transfert (énergie utilisée pour faire fonctionner le compresseur et celle consommée par les auxiliaires). Plus le COP est élevé, plus la pompe à chaleur est performante.
- Le COP de la PAC sera d'autant plus élevé que l'écart de température entre la source et le milieu à chauffer sera faible.



FORMATION BATIMENT DURABLE – POMPE À CHALEUR : CHOIX ET CONCEPTION – AUTOMNE 2022

A titre de comparaison, la COP d'une PAC air/eau sera

- Pompe-à-chaleur air/eau avec radiateur surdimensionné : A-5 /W50 (air à -5°C à la source froide et eau à 50°C à la source chaude) : 2,6
- Pompe-à-chaleur air/eau avec chauffage par le sol : A-5 /W35 (air à -5°C à la source froide et eau à 35°C à la source chaude) : 4,2
- Pompe-à-chaleur géothermique avec chauffage par le sol : W10/W35 (eau à 10°C à la source froide et eau à 35°C à la source chaude) : 5,6

Note technique

Le choix de la pompe-à-chaleur nécessite de travailler à très basse température. Le **chauffage par le sol** s'impose comme la solution la plus simple à mettre en œuvre.

C Pompe-à-chaleur géothermique :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- PAC est un producteur de chaleur dont l'impact environnemental devrait diminuer dans le futur sans investissement supplémentaire.- Efficacité élevée et « constante »- Plus silencieux à l'extérieur- Potentiel de geocooling	<ul style="list-style-type: none">- Emprise échangeur extérieur- Puissance limitée à la surface de terrain disponible- Coût des sondes- Nécessite réseau électrique adapté- Dimensionnement délicat (attention épuisement sol)

D Pompe-à-chaleur air/eau :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- PAC est un producteur de chaleur dont l'impact environnemental devrait diminuer dans le futur sans investissement supplémentaire.- Pas d'énergie fossile sur le site- Large gamme de puissance- Peut-être combiné à du PV	<ul style="list-style-type: none">- Investissement plus élevé qu'une chaudière- Utilisation de fluides frigorigènes (effet serre)- Nécessite réseau électrique adapté- Esthétique et bruit de l'unité extérieure- Performance et puissance dépendantes des températures sources chaudes et froides, en baisse avec la T°ext. La performance et la puissance sont moindres lorsque la demande est importante

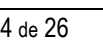
Une attention particulière sera portée à la distribution d'eau chaude dans les bâtiments permet de limiter fortement les pertes de la boucle d'eau chaude sanitaire.

- La distribution se fera via des trémies judicieusement placées afin de limiter la longueur et le nombre de conduites et plus particulièrement des boucles d'eau chaude sanitaire.
- Le choix d'isolants très performants (coquille en PUR),

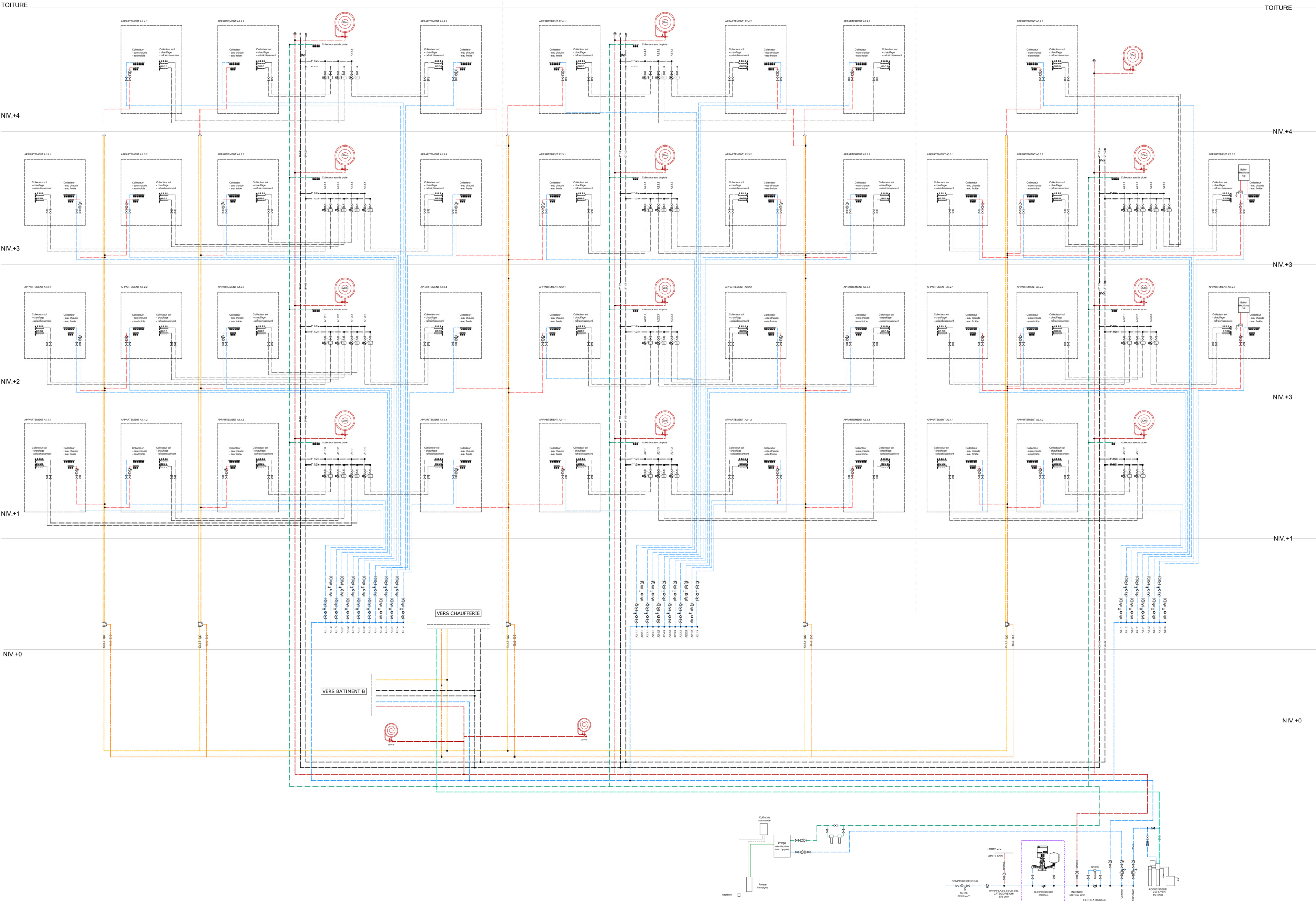


- l'intégration du retour de la boucle ECS au conduit de distribution d'eau chaude sanitaire permet de réduire les pertes de 40-50%. Plusieurs marques proposent ce système : Geberit, Viega, Henco.

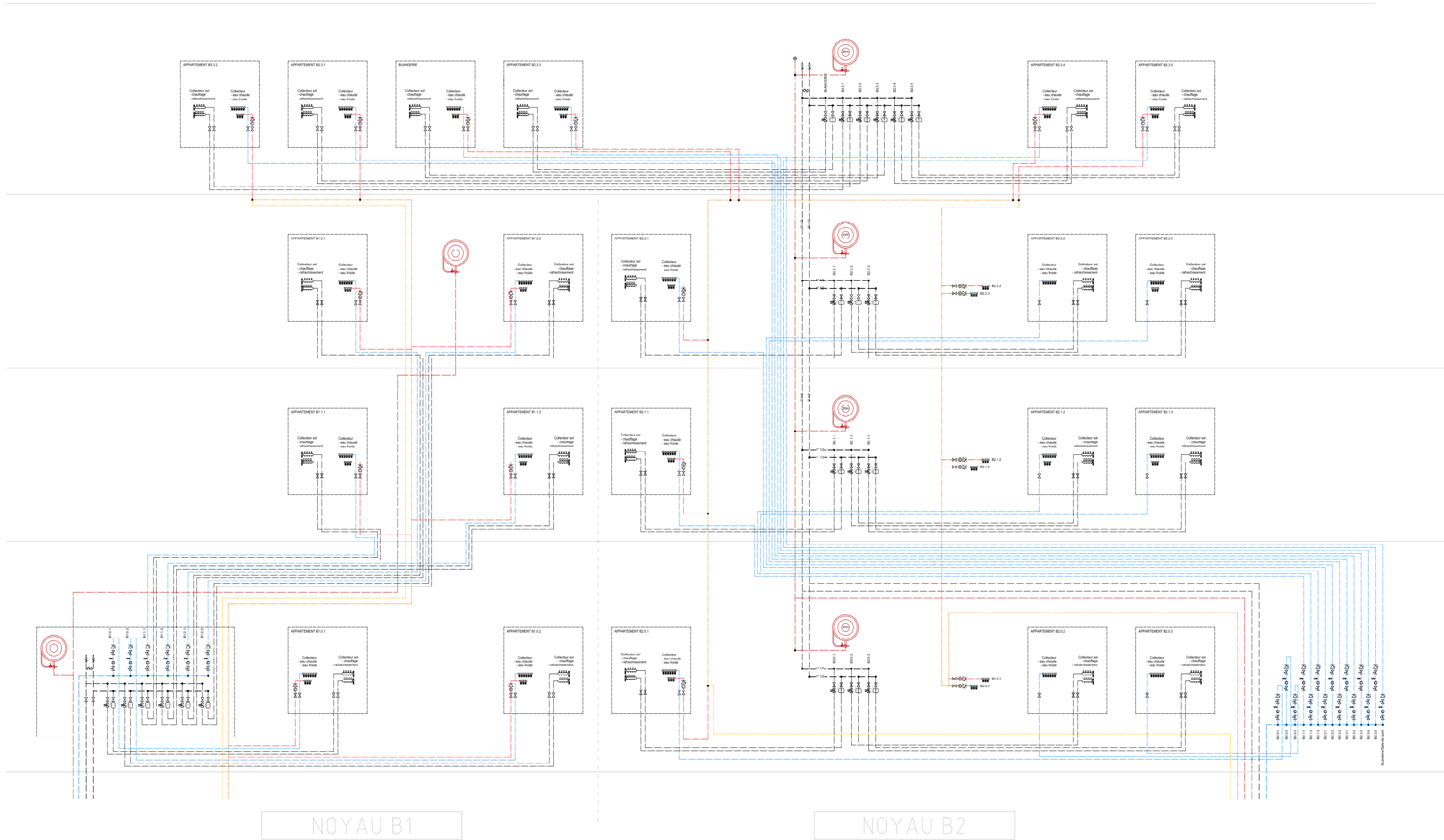




SCHEMA HYDRAULIQUE BAT A



SCHEMA HYDRAULIQUE BAT B

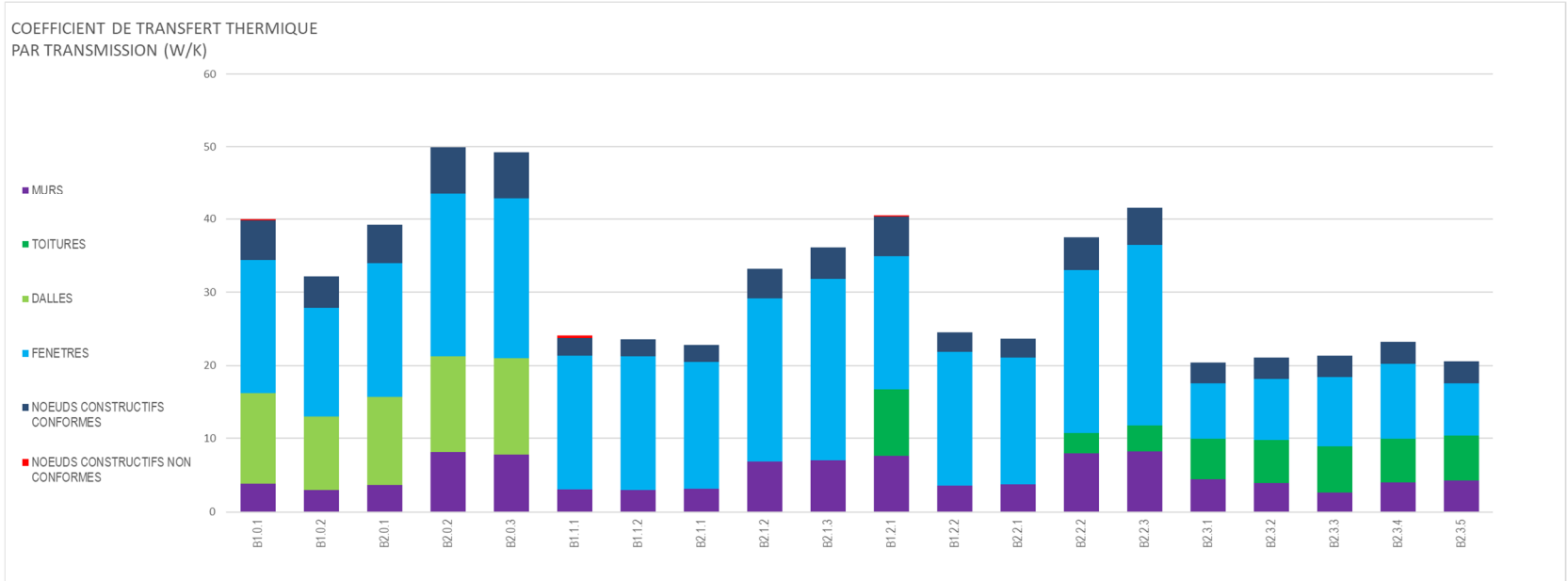
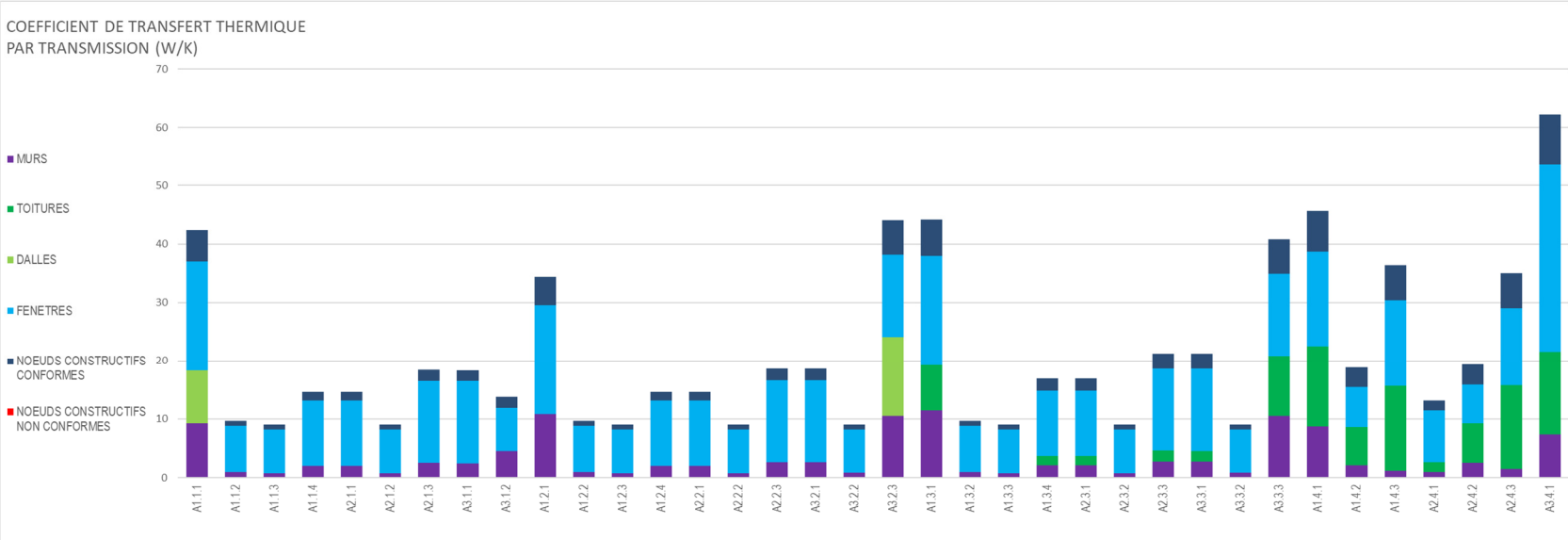
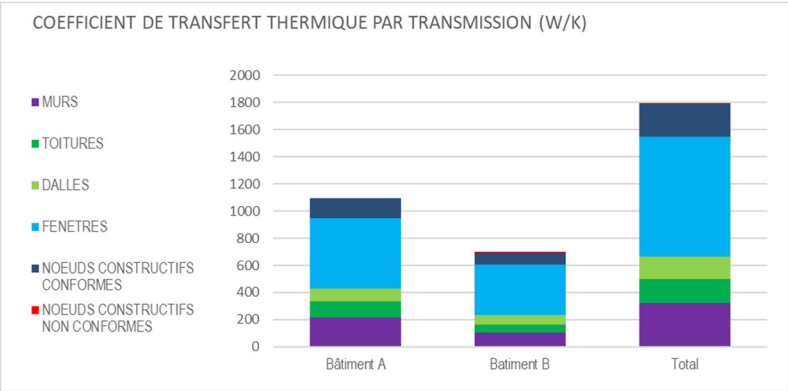


2.2 GÉOTHERMIE

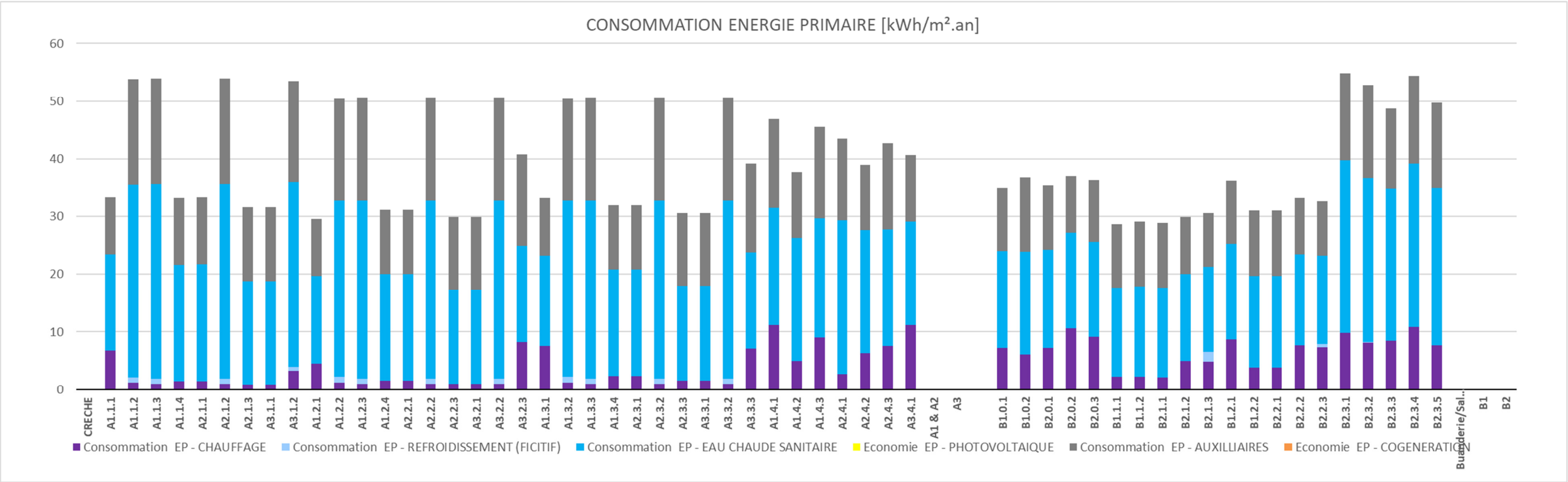
A Besoins thermiques du bâtiment en chaud/froid annuels (kWh/an)

Besoins thermiques du bâtiment en chaud/froid annuels (kWh/an) évalués par un bureau d'étude spécialisé.

	Bâtiment A	Bâtiment B	Total
Pertes par transmission	34.320 W	22.586 W	56.905 W
Pertes par infiltration	6.088 W	3.544 W	9.632 W
Pertes par ventilation	11.288 W	6.657 W	17.945 W
Puissance de la relance	6.167 W	3.735 W	9.902 W
Total	57.863 W	36.522 W	94.385 W
Superficie chauffée	3083,4 m²	1867,5 m²	4950,9 m²
Puissance spécifique	19 W/m²	20 W/m²	19 W/m²



Note technique



Les besoins thermiques du bâtiment ont été calculés à l'aide du logiciel PEB. La consommation d'énergie primaire, détaillée par appartement, est représentée dans le graphique ci-dessus.

Le profil de demande en chaleur et en froid pour la pompe à chaleur a également été extrapolé à partir de la PEB, sur base des hypothèses suivantes :

- Besoins de chaleur : la PEB sous-estime fortement les besoins de chaleur pour les bâtiments bien isolés. On considère ici que le bâtiment est chauffé à 18 °C. Ce n'est pas réaliste pour ce type de bâtiment bien isolé. La demande a donc été augmentée de 50 %.
- Eau chaude sanitaire : la PEB a également tendance à sous-estimer la consommation d'eau chaude dans des appartements. Une pondération a été ajoutée afin de se rapprocher de la réalité, soit 25 l/jour par personne à 60 °C, avec un rendement de boucle de 70 %.

Type de logement	Nombre d'occupants	Nombre de logement	Total
Studio	1,5	20	30
1 ch	2	6	12
2 ch	2,5	10	25
3 ch	3,5	17	59,5
4 ch	4,5	3	13,5
		56	140 personnes

- Pour le profil de demande de froid, il a été considéré qu'un refroidissement actif était présent, afin d'identifier le besoin brut en refroidissement. L'expérience montre toutefois que la demande réelle en froid pour le geocooling sera plus faible. Ce besoin brut a donc été pondéré également.

Besoins bruts issus du logiciel PEB

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
Chauffage	10.898	7.407	3.224	433	31	2	0	0	7	315	5.366	10.651	38.334 kWh
ECS	6.527	5.895	6.527	6.317	6.527	6.317	6.527	6.527	6.317	6.527	6.317	6.527	76.850 kWh
Froid	11	50	248	1.148	4.985	10.398	13.978	13.618	6.750	1.173	66	5	52.430 kWh

Besoins bruts issus du logiciel PEB pondérés

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
Chauffage (PEB x1,5)	16.347	11.111	4.835	649	46	4	0	0	10	473	8.049	15.977	57.501 kWh
ECS (PEB x1,35)	8.811	7.959	8.811	8.527	8.811	8.527	8.811	8.811	8.527	8.811	8.527	8.811	103.748 kWh
Froid (PEB x0,8)				-918	-3.988	-8.318	-11.183	-10.894	-5.400				-40.702 kWh

Répartition pompe-à-chaleur eau

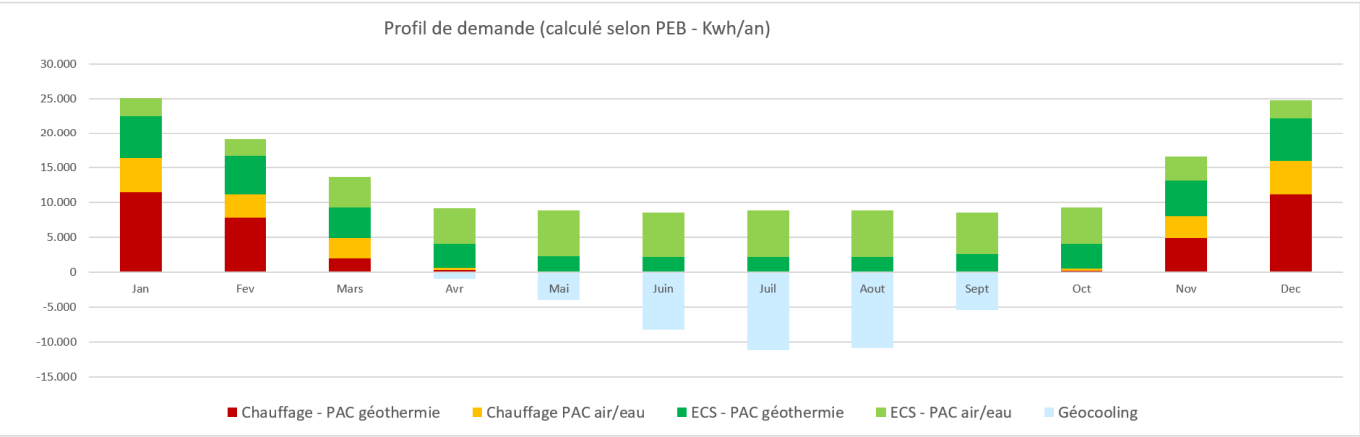
PAC géothermique	70%	70%	40%	40%	10%	0%	0%	0%	10%	40%	60%	70%	65%
Pac air eau	30%	30%	60%	60%	90%	100%	100%	100%	90%	60%	40%	30%	35%
PAC géothermique	70%	70%	50%	40%	25%	25%	25%	25%	30%	40%	60%	70%	44%
Pac air eau	30%	30%	50%	60%	75%	75%	75%	75%	70%	60%	40%	30%	56%

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
Chauffage - PAC géothermie	11.443	7.777	1.934	260	5	0	0	0	1	189	4.830	11.184	37.622 kWh
Chauffage PAC air/eau	4.904	3.333	2.901	389	41	4	0	0	9	284	3.220	4.793	19.879 kWh
ECS - PAC géothermie	6.168	5.571	4.406	3.411	2.203	2.132	2.203	2.203	2.558	3.525	5.116	6.168	45.663 kWh
ECS - PAC air/eau	2.643	2.388	4.406	5.116	6.609	6.395	6.609	6.609	5.969	5.287	3.411	2.643	58.085 kWh
Geocooling	0	0	0	-918	-3.988	-8.318	-11.183	-10.894	-5.400	0	0	0	-40.702 kWh

Profil de demande

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Total
Demande de chaleur	17.611	13.349	6.340	3.670	2.207	2.132	2.203	2.203	2.559	3.714	9.946	17.352	83.286 kWh
Demande de froid	0	0	0	-918	-3.988	-8.318	-11.183	-10.894	-5.400	0	0	0	-40.702 kWh

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Demande de chaleur	21%	16%	8%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	4%	12%	21%
Demande de froid	0%	0%	0%	2%	10%	20%	27%	27%	13%	0%	0%	0%



Note technique

D Caractérisation projetée du système géothermique

- Le pourcentage de la demande en chaud/froid couvert sur une base annuelle par la géothermie dans le mix projeté : 50 % à 60%
- Pompe à chaleur : puissance électrique absorbée (kW), type et quantité de fluide frigorigène (kg), COP,... ;
Produit proposé : OCHSNER TERRA 76 HPLA
 - Modulante de 75 kW
 - COP: 4,70 B0 / W35 selon EN14511
 - Réfrigérant : R410 / 13,3 kg / 27,8 Tonnes équivalent CO2 (GWP 2088)
- Sondes géothermiques : nombre de sondes, écart entre sondes, type (ex : double U, triple U, coaxial,...), matériaux (ex : PE100, PE-Xa,...), pression nominale (bar), profondeur, diamètre, type de liquide caloporteur, type de grouting, ... ;
 - 20 sondes - +/- 100 m
 - Type double U : PE100 RC- SDR17
 - Conduite de liaison : PE100 – SDR11
 - Pression nominale : SDR 11 (16bar)
 - Type de liquide caloporteur : Monopropylène de glycol 25%
 - Type grouting : Coulis ciment thermiquement amélioré $\lambda > 2 \text{ W/mK}$
 - Température minimale/maximale de réinjection : min : 0°C / max : 25°C) ;
- Evaluation des impacts du système géothermique selon une approche conservatrice et plus précisément l'impact thermique, à savoir l'évolution de la température des sondes sur au moins 20 ans d'exploitation.

Un test de réponse thermique (TRT) a été réalisé sur une sonde géothermique déjà forée, d'une profondeur de 120 mètres. Lors de ce test TRT, une puissance constante de 3,855 kW a été injectée dans la sonde pendant plus de 78 heures, avec une différence de température (ΔT) constante d'environ 3 °C.

À partir de l'évolution des températures du fluide caloporteur entrant et sortant pendant le test, une conductivité thermique (λ) de 2,07 W.m⁻¹.K⁻¹ (hypothèse conservatrice) et une résistance thermique du forage (Rb) de 0,108 m.K.W⁻¹ ont été calculées. La température initiale du sol non perturbé (To) a été mesurée au début du test et est de 13,01 °C.

Dans le cadre de la conception correcte du champ de sondes géothermiques verticales pour ce projet, une simulation EED a été réalisée en tenant compte de plusieurs scénarios de variantes.

Attention : l'étude a été réalisée sur la base d'un profil de demande plus élevé. À la suite d'une analyse plus approfondie des besoins, le nombre de sondes géothermiques a été réduit de 24 à 20.

L'équilibre thermique du sol pourra être garanti grâce au pilotage à distance (GTC) des pompes à chaleur. En fonction de l'évolution des températures, les paramètres de régulation seront optimisés afin de donner la priorité soit à la pompe à chaleur air/eau, soit à la pompe à chaleur géothermique.

E Protocoles de forage

Protocole de forage détaillé pour l'énergie géothermique basé sur le forage à la boue à été transmis par l'entreprise [redacted] qui a réalisé le forage test.

- Préparation du site de forage :
 - Détermination de l'emplacement : l'emplacement des forages est choisi sur la base d'études géologiques, de l'espace disponible et de la présence de réservoirs thermiques appropriés.
 - Aménagement du terrain : une plateforme de forage est installée avec un bac de décantation pour recueillir la boue de forage.
- Processus de forage :
 - Installation de la tour de forage : une tour de forage d'environ 10 mètres de hauteur est mise en place.
 - Forage du tubage : un tube métallique de guidage (longueur : 2,5 m) est foré dans le sol et fixé avec de l'argile.
 - Forage rotatif : un trépan est entraîné en rotation par une tige de forage pour désagréger le sol. De la boue de forage est pompée jusqu'au fond du trou pour remonter les déblais de forage.

- Cimentation : pour éviter le mélange des couches géologiques, l'additif Baro-Gel est ajouté à l'eau de forage. Il forme une « croûte » étanche sur toute la longueur du forage.
- Mise en place des échangeurs thermiques :
 - Insertion des sondes géothermiques : après le forage, des sondes en double U sont introduites dans le trou.
 - Remplissage avec du coulis thermique : le forage est scellé avec un coulis thermique pour améliorer le transfert de chaleur et protéger les nappes phréatiques.
- Finition et tests :
 - Finition du puits : le puits est finalisé et testé afin de garantir son efficacité et sa sécurité.

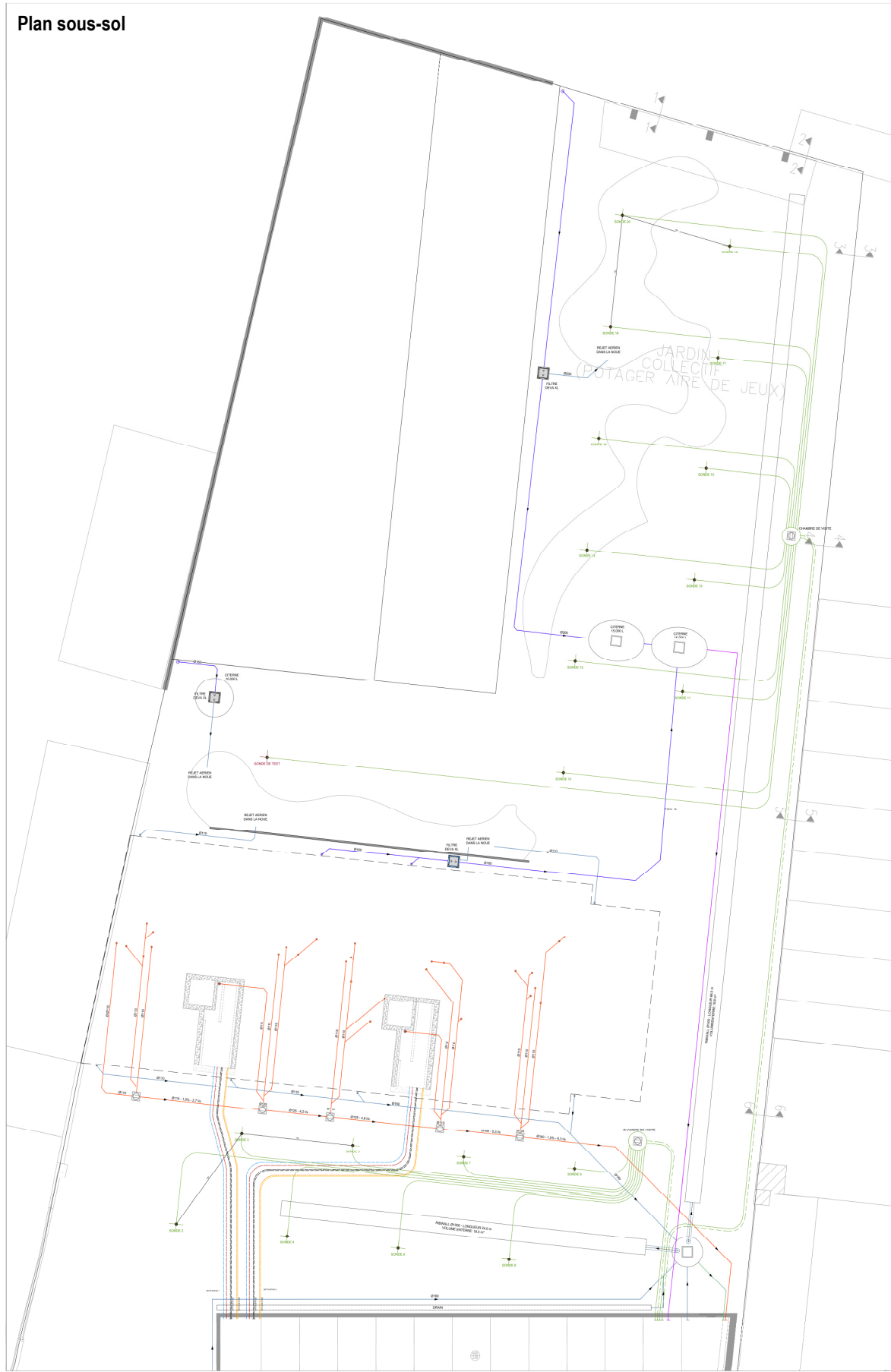


BARO-GEL™

Viscosifier							
Description	BARO-GEL™ viscosifier, is an easy-to-mix, finely ground (200 mesh), specially selected sodium activated bentonite for the vertical drilling industry. BARO-GEL viscosifier imparts viscosity, fluid loss control, and gelling characteristics to freshwater-based drilling fluids.						
Applications/Functions	<p>The use of BARO-GEL viscosifier promotes or assists the following:</p> <ul style="list-style-type: none">• Mix with fresh water to form a low-solids drilling fluid for general drilling applications• Viscosify water-based drilling fluids• Reduce filtration by forming a thin filter cake with low permeability• Improve hole-cleaning capability of drilling fluids						
Advantages	<ul style="list-style-type: none">• Single sack product and cost-effective• Can provide lubricity for drilling fluids• Can mix easily and quickly reaches maximum viscosity• Can yield more than twice as much drilling fluid of the same viscosity as an equal concentration of an API oilfield grade bentonite.						
Typical Properties	<table><tr><td>• Appearance</td><td>Grey to Tan Powder</td></tr><tr><td>• Bulk Density</td><td>900 kg/m³ ± 10%</td></tr><tr><td>• pH (3% solution)</td><td>8.9</td></tr></table>	• Appearance	Grey to Tan Powder	• Bulk Density	900 kg/m³ ± 10%	• pH (3% solution)	8.9
• Appearance	Grey to Tan Powder						
• Bulk Density	900 kg/m³ ± 10%						
• pH (3% solution)	8.9						
Recommended Treatment	<p>Mix slowly through a high shear, jet mixer or sift slowly into the vortex of a high-speed stirrer or mixer.</p> <table><tr><th colspan="2">Approximate Amounts of BARO-GEL viscosifier Added to Freshwater, kg/m³</th></tr><tr><td>Normal Drilling Conditions</td><td>18 - 30</td></tr><tr><td>Unconsolidated Formations</td><td>30 - 42</td></tr></table>	Approximate Amounts of BARO-GEL viscosifier Added to Freshwater, kg/m³		Normal Drilling Conditions	18 - 30	Unconsolidated Formations	30 - 42
Approximate Amounts of BARO-GEL viscosifier Added to Freshwater, kg/m³							
Normal Drilling Conditions	18 - 30						
Unconsolidated Formations	30 - 42						
Additional Information	<p>Note: It is always recommended that the make-up water be properly tested to assess the Total Hardness and pH of the water prior to mixing. This practice will assist the user in gaining optimum yield and performance of the product during use.</p> <p>Target Water Quality: Total Hardness: Less than or equal to 100 mg/l pH Range: Between 8.5 and 9.5</p> <p>Pre-treat make-up water as needed with Soda Ash based on testing results. Slowly add Soda Ash at a general concentration of 0.5 – 1.0 kg/m³ through a high-shear mixer/hopper to facilitate uniform distribution throughout the active system.</p>						

F Plan d'implantation des sondes

Plan sous-sol



Plan rez-de-chaussée



Note technique

2.3 POMPE-À-CHALEUR AIR/EAU

Couplée avec de la géothermie, une pompe à chaleur air/eau est placée au rez-de-chaussée.

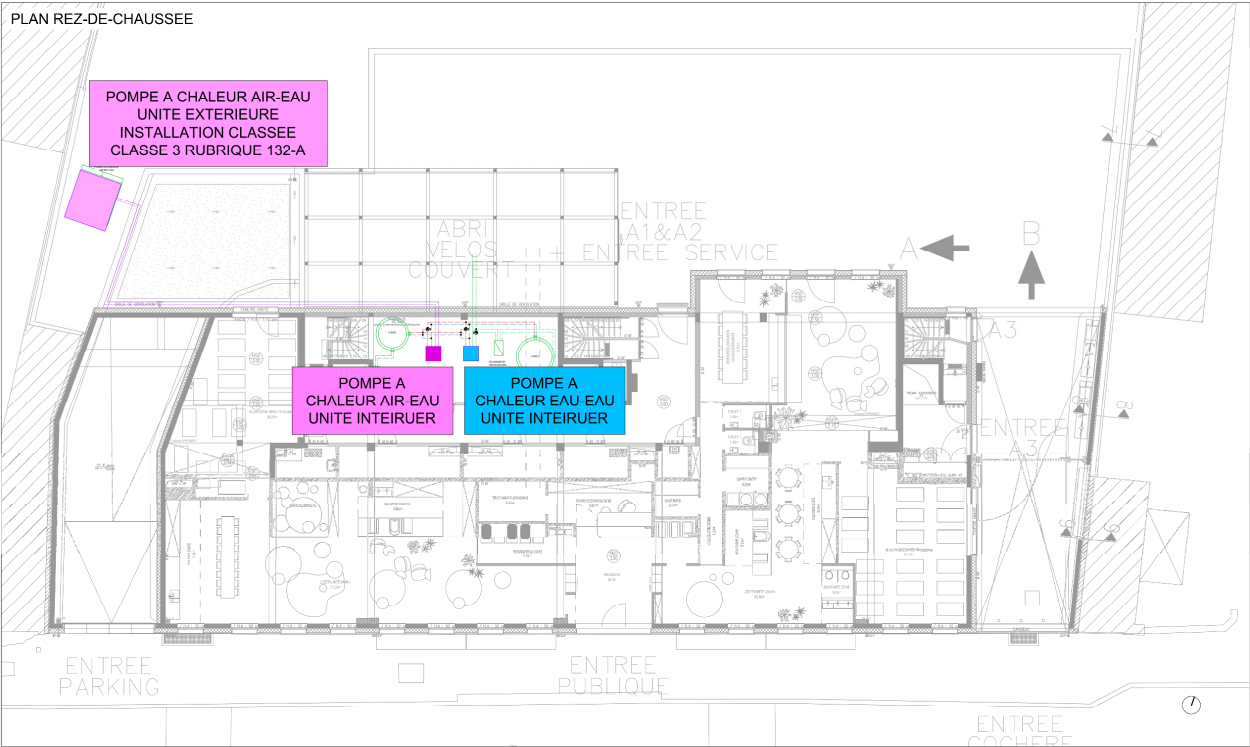
L'option d'une pompe à chaleur de type « split » est retenue. Les composants techniques (compresseur, condenseur, détendeur et évaporateur) sont répartis dans deux unités, une intérieure et une extérieure. Ceci permet d'avoir une unité extérieure beaucoup plus silencieuse par rapport à une seule pompe à chaleur monobloc.



Figure 1: PAC air-eau split OCHSNER AIR 85 – unité intérieure à gauche et extérieure à droite

A Localisation

L'installation est placée de la manière suivante (voir plan du rez-de-chaussée ci-dessous) :



B Acoustique

Selon les stipulations de l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles Capitale relatif à la lutte contre le bruit et les vibrations produit par les installations classées du 21 novembre 2002, deux niveaux de critères acoustiques peuvent être imposés selon la classification du site.

Il s'agit d'une part, de « zones » et d'autre part de « périodes ».

Le territoire régional est divisé en différentes **zones** selon les affectations principales que l'on retrouve dans le zonage du projet de Plan Régional d'Affectation du Sol (P.R.A.S.).

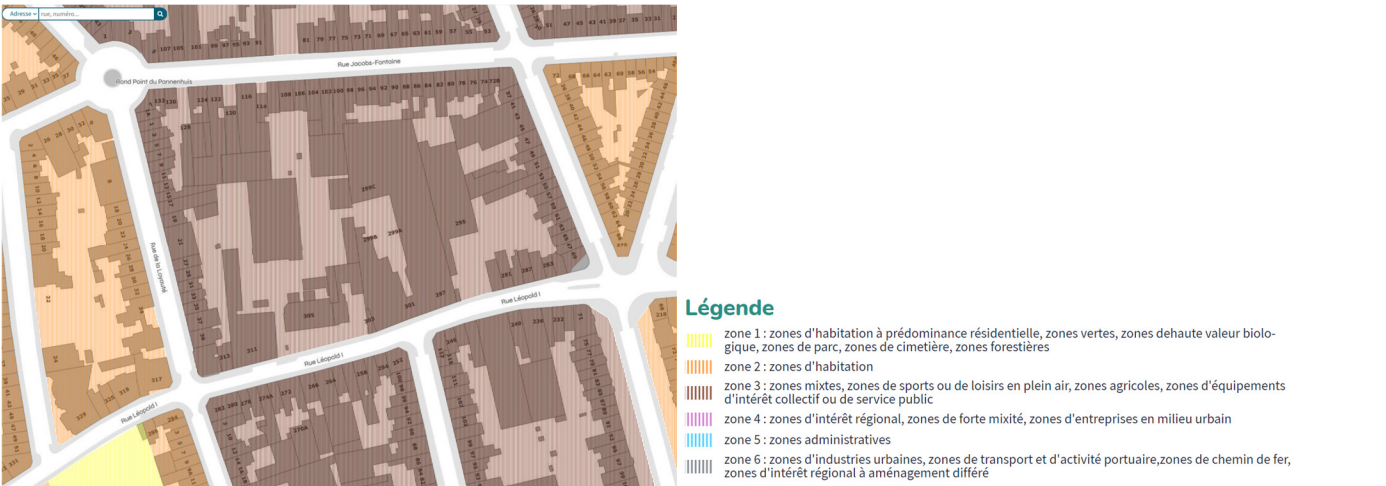
zone 1	Les zones d'habitations à prédominance résidentielle, les zones vertes, les zones de haute valeur biologique, les zones de parcs, les zones de cimetières et les zones forestières.
zone 2	Les zones d'habitations.
zone 3	Les zones mixtes, les zones de sports ou de loisirs en plein air, les zones agricoles et les zones d'équipements d'intérêts collectifs ou de service public.
zone 4	Les zones d'intérêt régional et les zones de forte mixité.
zone 5	Les zones administratives.
zone 6	Les zones d'industries urbaines et les zones de transport et d'activité portuaire, les zones de chemin de fer et les zones d'intérêt régional à aménagement différé.

Le temps est lui divisé en trois **périodes** différentes **A, B et C**, en fonction du jour et de l'heure à prendre en considération (voir tableau ci-dessous) :

Périodes	lundi → vendredi	samedi	dimanche et jours fériés
07h à 19h	A	B	C
19h à 22h	B	C	C
22h à 07h	C	C	C

Les valeurs seuils du bruit spécifique (Lsp) s'appliquent en fonction de la tranche horaire et de la zone où vous vous situez.

	Période A	Période B	Période C
Zone 1	42 dB	36 dB	30 dB
Zone 2	45 dB	39 dB	33 dB
Zone 3	48 dB	42 dB	36 dB
Zone 4	51 dB	45 dB	39 dB
Zone 5	54 dB	48 dB	42 dB
Zone 6	60 dB	54 dB	48 dB



Note technique

En zone 3 pour la période C, le niveau de pression acoustique équivalent du bruit spécifique, Lsp, est de 36 dB.

Pour limiter les nuisances acoustiques des pompes à chaleur en toiture, 3 pistes sont privilégiées.

- Position des pompes à chaleur à distance des zones critiques.
- Choix de pompe à chaleur extrêmement silencieuse.

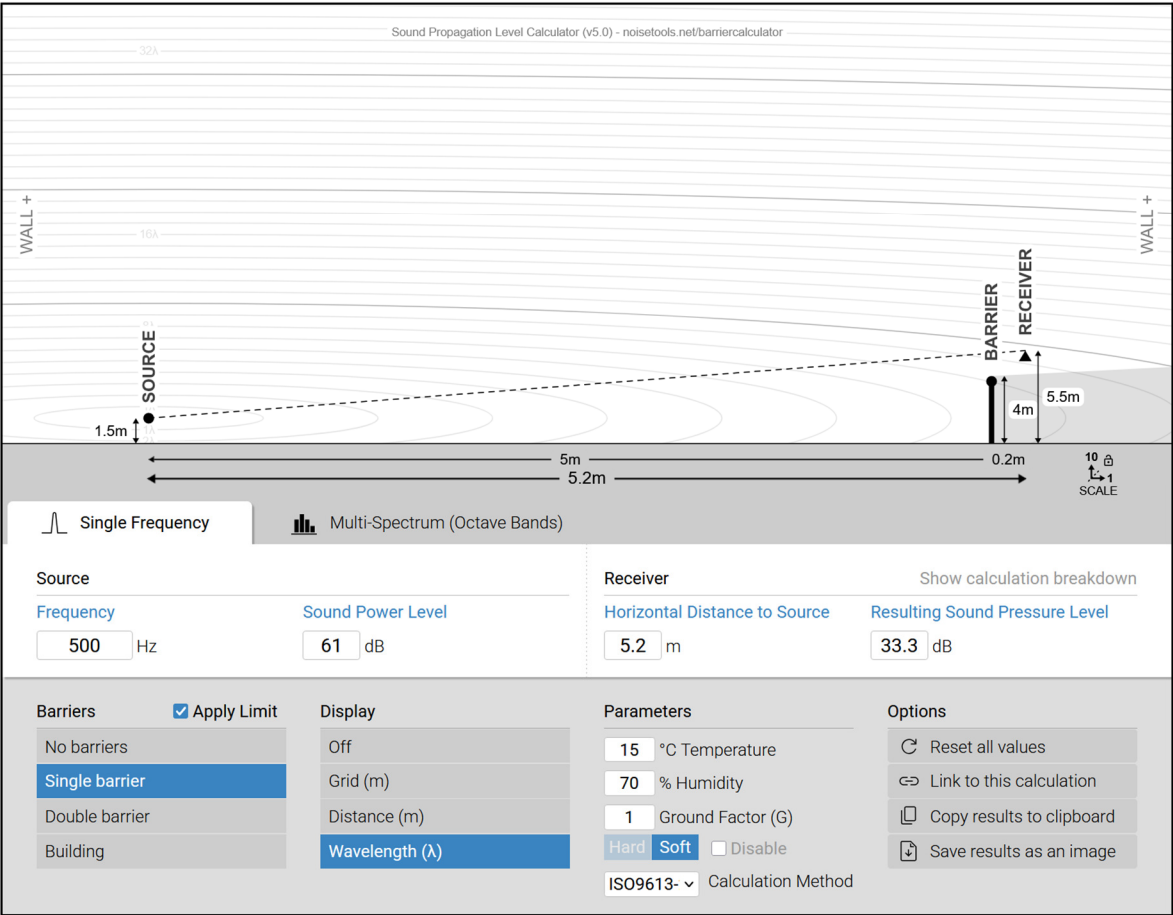
	dB(A)	67 / 49,6	Nominal
	dB(A)	64 / 46,6	Nominal avec pack Super Silent (SSP)
Niveau de puissance acoustique (EN12102) / Niveau de pression acoustique (à 3 m)	dB(A)	64 / 46,6	Mode Silent
	dB(A)	61 / 43,6	Mode Silence avec pack Super Silent (SSP)

- La pompe à chaleur est équipée de silencieux complémentaires (Pack super silent).



Sound Propagation Level Calculator

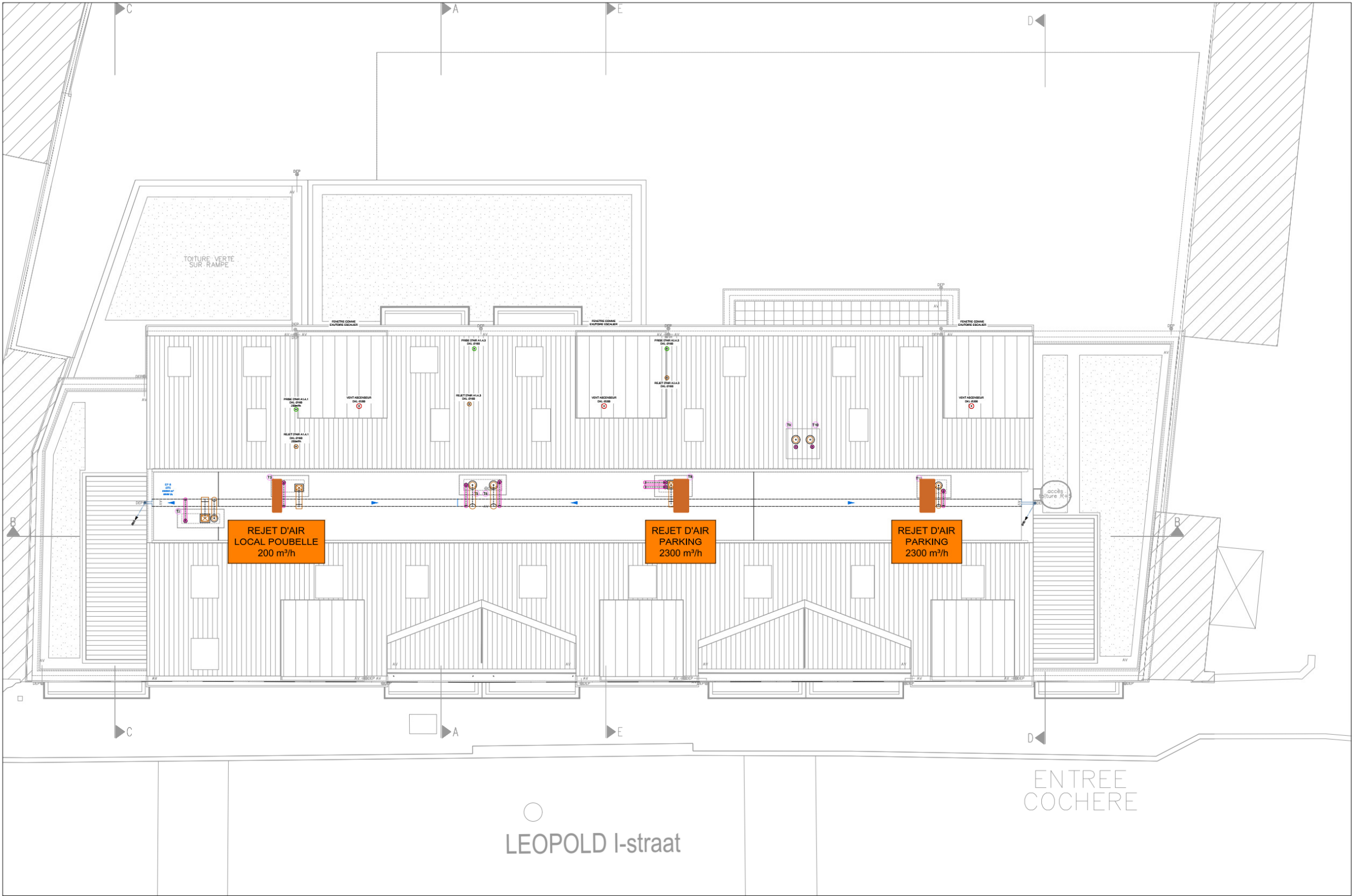
Interactive noise source and receiver diagram with barrier calculations (CNOSSOS-EU update)



This interactive diagram is for calculating a sound level affected by propagation over a distance, insertion of a barrier, ground effect and air absorption.

Le niveau de pression acoustique équivalent du bruit spécifique, Lsp, est de 33 dB < 36 dB recommandé.

Les simulations permettent de mettre en évidence que les valeurs limites, imposées par l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles Capitale relatif à la lutte contre le bruit et les vibrations produit par les installations classées du 21 novembre 2002, sont respectées pour les périodes A, B, et C.



Note technique

Le système de ventilation a une capacité à plein régime, calculée par niveau, de **200 m³/h par emplacement**. Le projet compte un total de 23 emplacements voitures en sous-sol, dont 2 PMR.

Le système a donc une capacité totale de 4.600 m³/h et a été conçu de manière à garantir le balayage complet de l'air du parking.

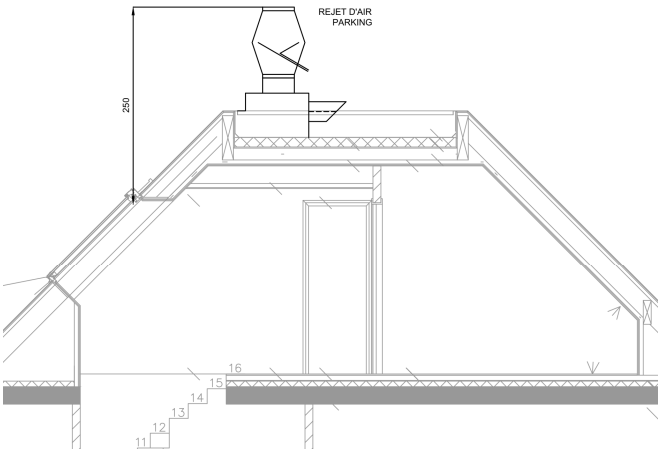
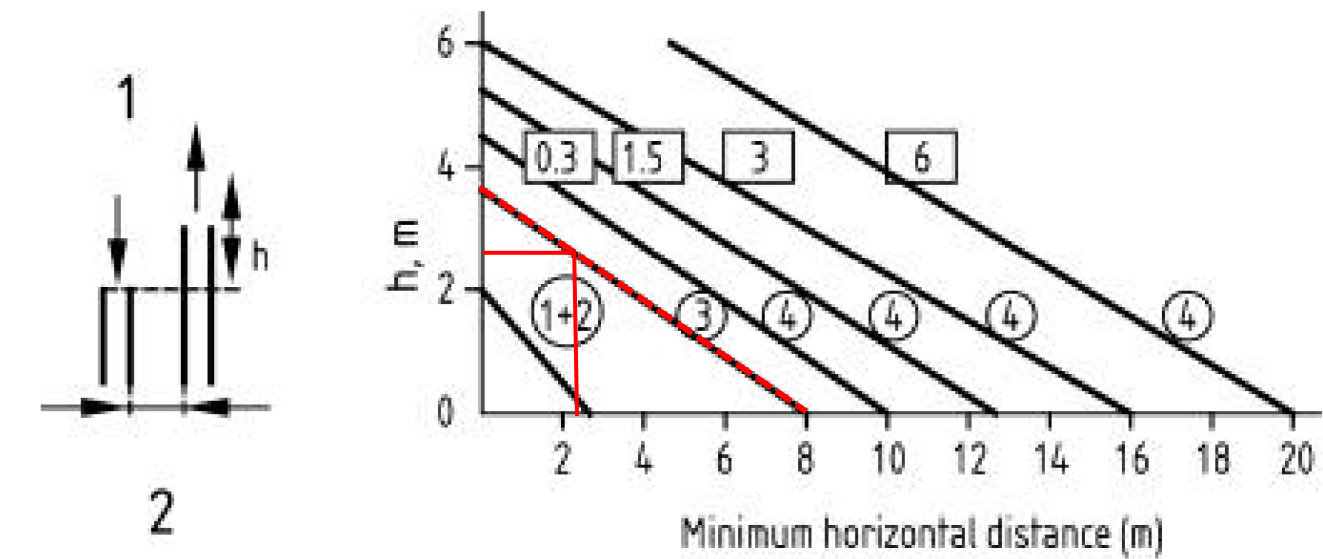
Le sous-sol est ventilé mécaniquement au moyen de 3 ventilateurs et est équilibré par un complément d'air neuf avec les débits suivants :

- 2 groupes d'extraction air vicié avec un débit de 2300 m³/h chaque
- 1 groupe d'extraction du local poubelle de 300 m³/h

La prise d'air est réalisée par la rampe de parking via une porte de garage grillagée.

L'air repris de la crèche est pulsé dans les caves et est transféré au reste du parking par des grilles de ventilation.

L'air vicié est rejeté en toiture du bâtiment situé à front de rue (bâtiment A). Pour certains Velux, la distance de 8 mètres n'a pas pu être parfaitement respectée en raison de la configuration spécifique de la toiture et de la présence de fenêtres de toit. Néanmoins, la sortie reste conforme aux prescriptions de la norme NBN 13779, qui précise que la distance minimale de 8 mètres s'applique lorsque les prises d'air et les rejets d'air se trouvent à la même hauteur. Cette distance peut toutefois être réduite à 2,3 mètres si une différence de hauteur d'au moins 2,5 mètres est observée entre les deux.



Les ventilateurs sont équipés de moteurs à courant continu avec variateur de vitesse. Une régulation horaire sera prévue pour le fonctionnement du groupe du parking. Deux plages horaires seront désignées avec accord du MO :

- Un mode absence : 21h00-05h30 / 10h00-17h30
- Un mode présence : 5h30-10h00 / 17h30-21h00

3.2 VENTILATION DES LOGEMENTS

- Les appartements sont équipés d'une unité de ventilation individuelle avec récupération de chaleur, placée à l'intérieur de l'appartement, soit dans la buanderie soit dans une armoire technique derrière le WC. Ces unités de ventilation sont conformes à la réglementation PEB (reprise dans la base de données EPBD) et doivent être sélectionnées à 70 à 75% de leur débit maximal pour des raisons acoustiques.
- L'air frais extérieur est pulsé par l'unité de ventilation vers le salon et les chambres à coucher, ainsi que vers toute autre pièce dite « sèche ». L'extraction est assurée par la même unité, et ce, dans la cuisine, la ou les salles de bains, les toilettes et toute autre « pièce humide », comme le débarras/buanderie.
- L'air circule entre les différentes pièces par des ouvertures de passage sous les portes. Ces ouvertures sont réalisées en prévoyant une certaine distance entre le bas de la feuille de porte et le sol fini (= fente).

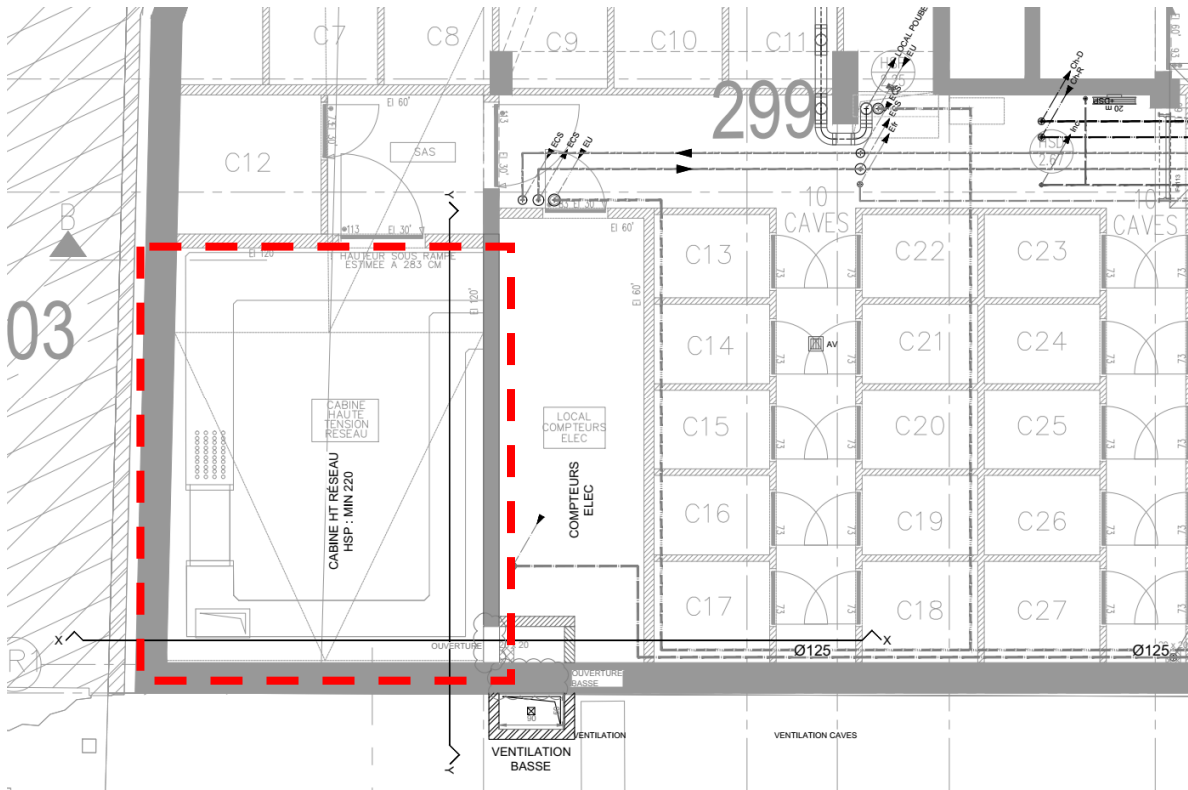
3.3 VENTILATION DE LA CRÈCHE

L'espace dédié à la crèche du rez-de-chaussée du bâtiment A sera doté de ses propres groupes de ventilation, un système D avec récupération d'énergie et climatisation. La prise d'air sera faite en façade et le rejet sera fait dans le sous-sol.

4 INSTALLATION ÉLECTRIQUE

4.1 CABINE DE TRANSFORMATION

Un local pour une cabine de transformation, placée par Sibelga, est prévue au sous-sol. Le local sera conforme au cahier des charges édité par (VERSION 01/10/2016) : Locaux à mettre à la disposition de Sibelga en vue d'y installer une cabine de transformation pour l'alimentation du réseau de distribution BT.



4.2 BORNES DE RECHARGE POUR VÉHICULES ÉLECTRIQUES

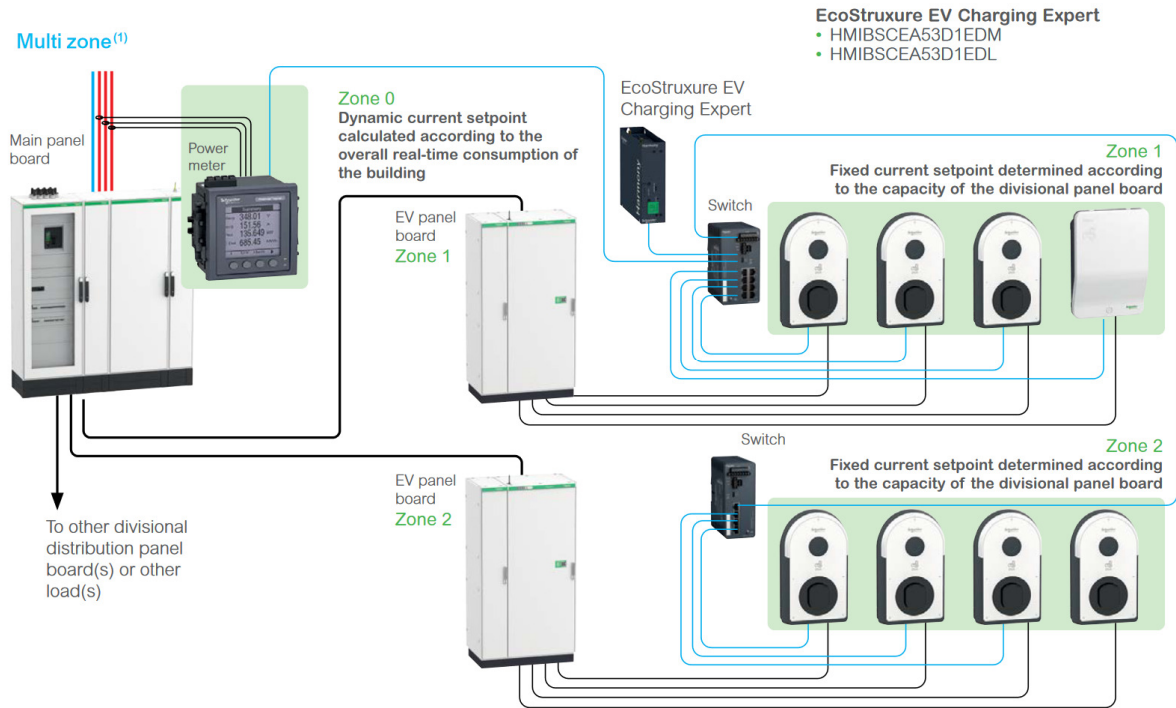
L'ensemble des chemins de câbles sera placé pour faciliter la mise en place des bornes de recharge. L'installation des bornes de recharge électrique est réalisée par une entreprise spécialisée et sont raccordées sur une installation commune pour l'immeuble. La société assure les services CPO et MSP.

Un Charge Point Operator (CPO) est une société exploitant une infrastructure de recharge. Le CPO met en place les stations de recharge, installe le matériel et s'assure du bon fonctionnement et de la maintenance des bornes :

- Installation des bornes de recharge (installation de base qui doit être évolutive selon les demandes du client)
- Gestion dynamique de la charge pour adapter la vitesse de chargement des véhicules à la puissance disponible ;
- Asservissement incendie et bouton d'arrêt d'urgence à l'entrée du site ;
- Service de maintenance intégrée.

Un Mobility Service Provider (MSP) est une entreprise qui propose un service de recharge des véhicules électriques :

- Plateforme de gestion en ligne pour avoir une vue d'ensemble des sessions de recharge et une facturation partagée automatisée ;
- Abonnement sous forme de carte de mobilité



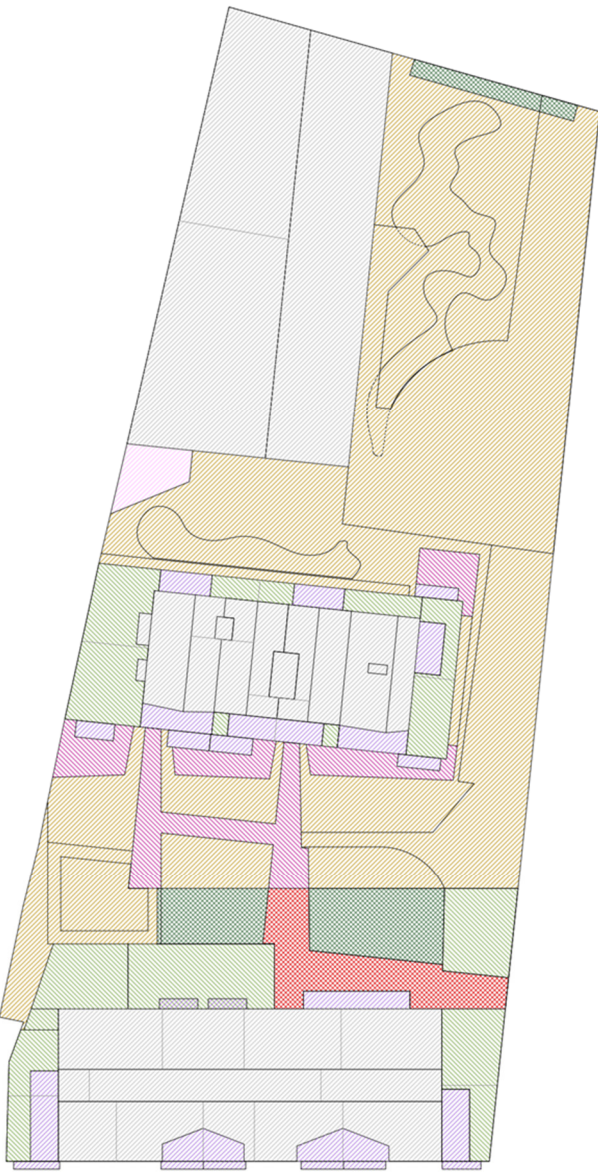
Pour une gestion dynamique de la charge, la consommation d'électricité du bien immobilier ou de l'alimentation sur secteur est mesurée à intervalles réguliers. Les valeurs obtenues permettent de déduire le courant maximal disponible pour l'infrastructure de charge (ligne gris clair). Grâce au système de gestion de la charge, le courant de charge est distribué de manière intelligente à tous les véhicules connectés. Cette limite supérieure dynamique du courant disponible n'est pas dépassée.

En base, les place 20 à 23 sont équipés de bornes de recharge.

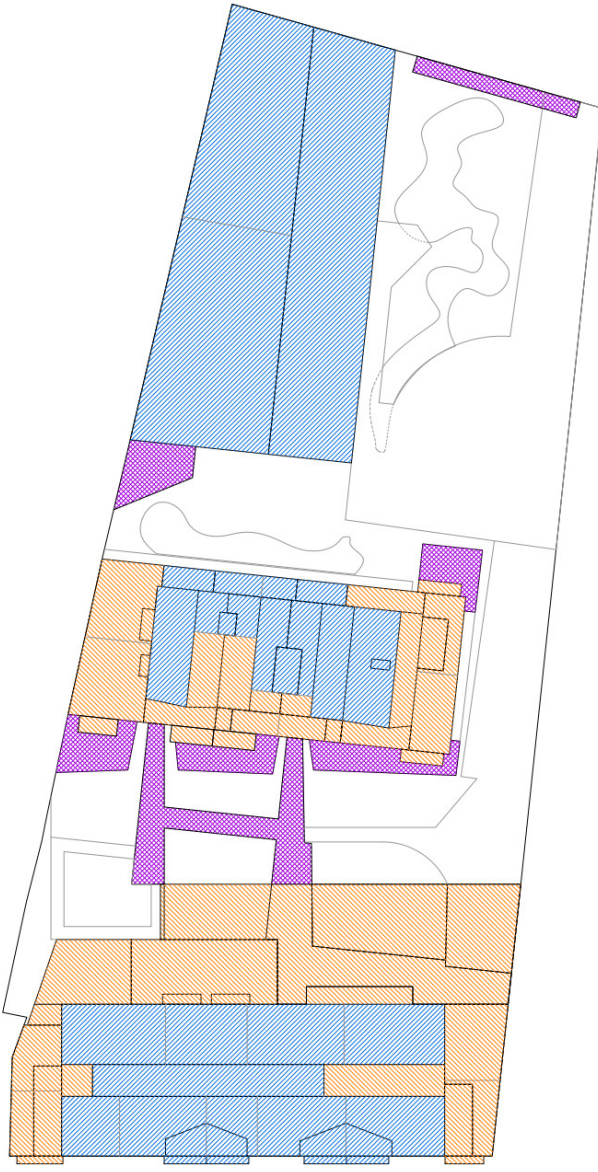
5 GESTION DE L'EAU

5.1 GESTION DE L'EAU DE PLUIE LA PARCELLE

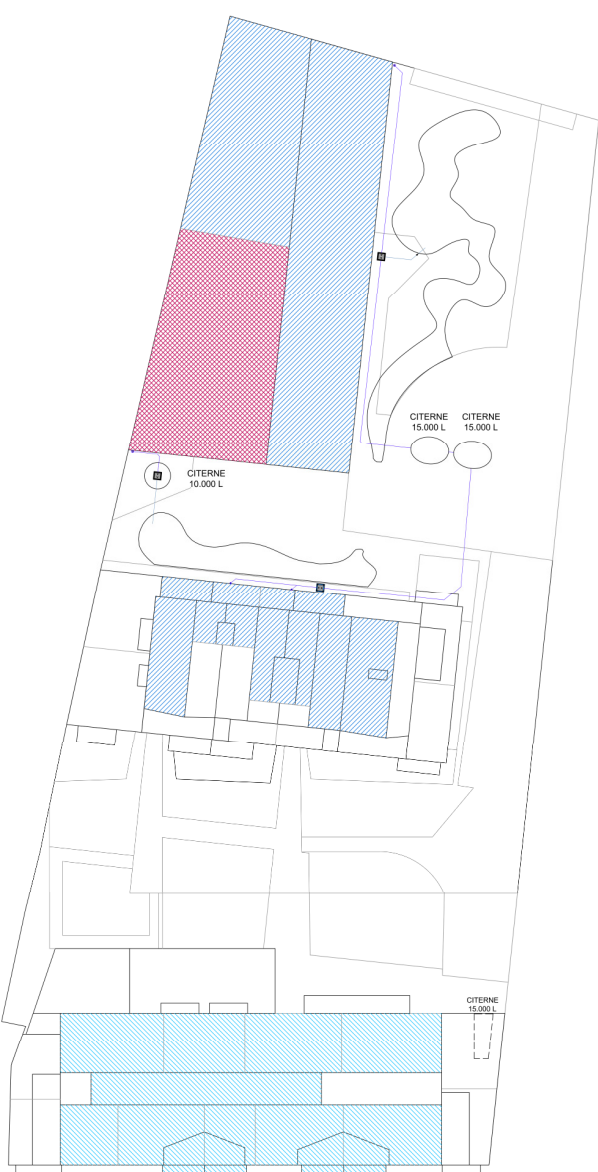
TYPE DE TOITURE



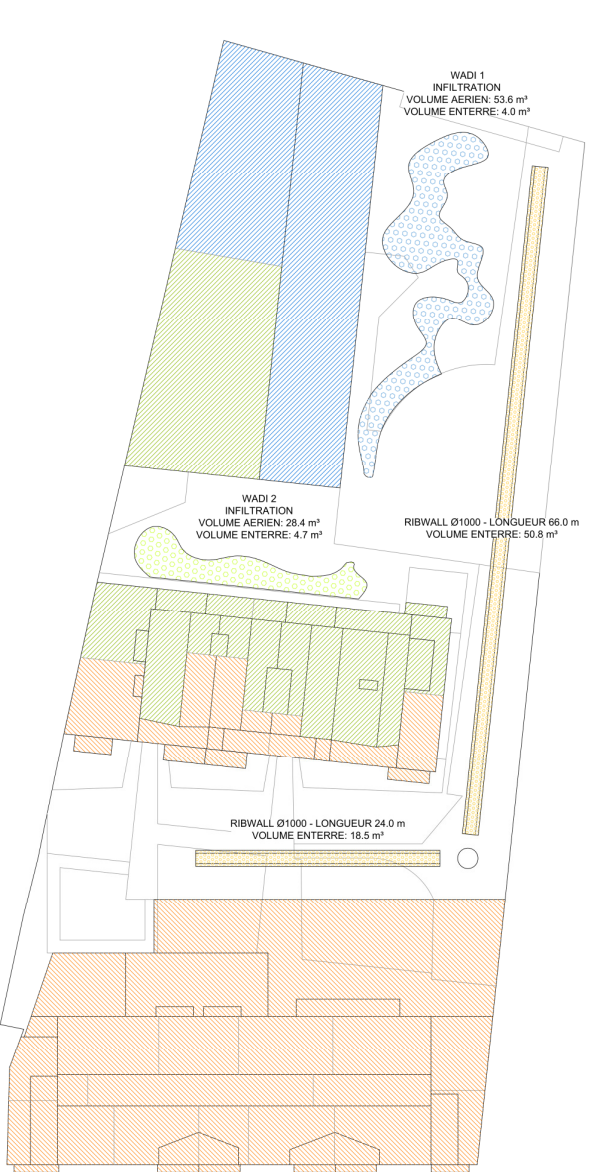
GESTION DE L'EAU DE PLUIE



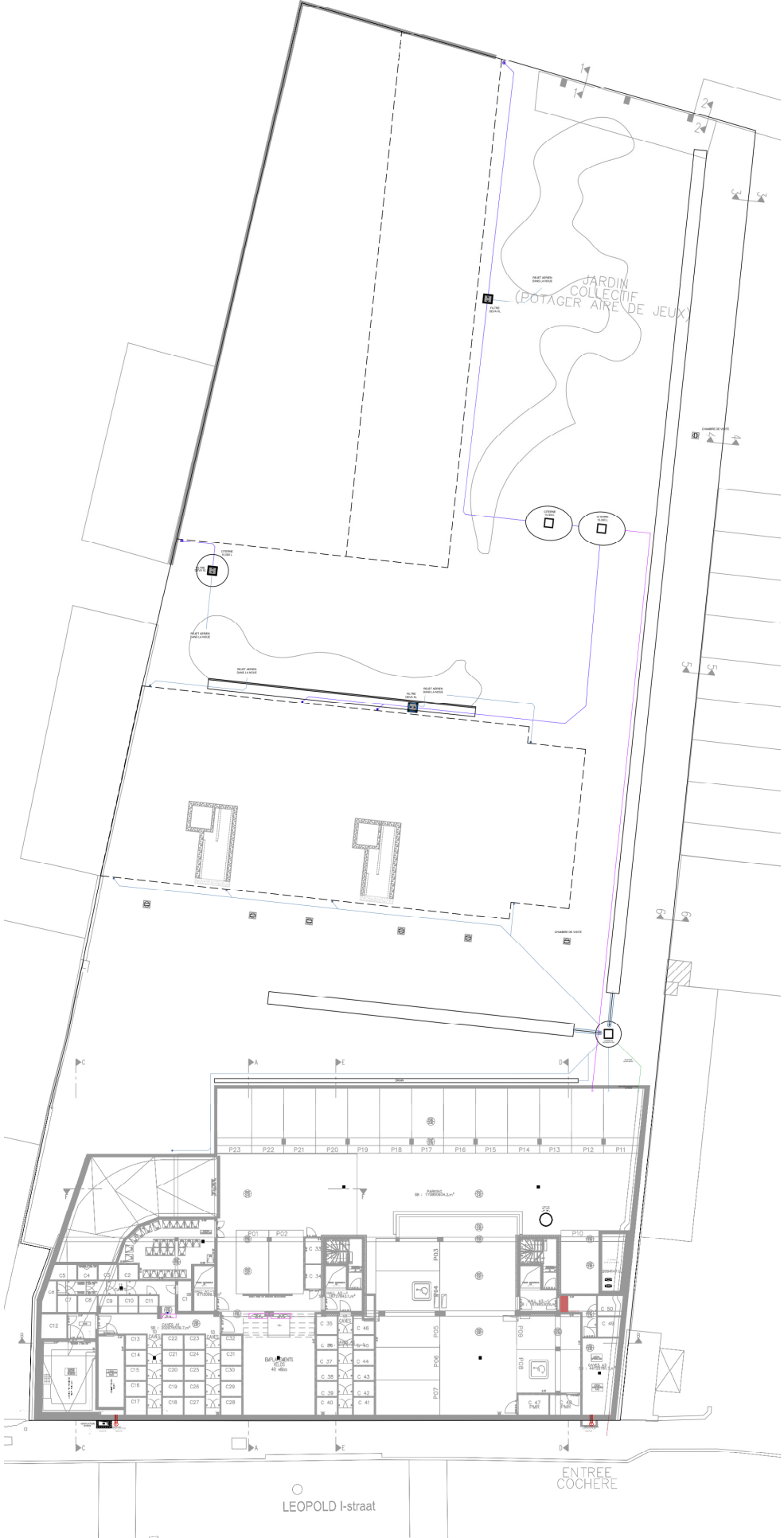
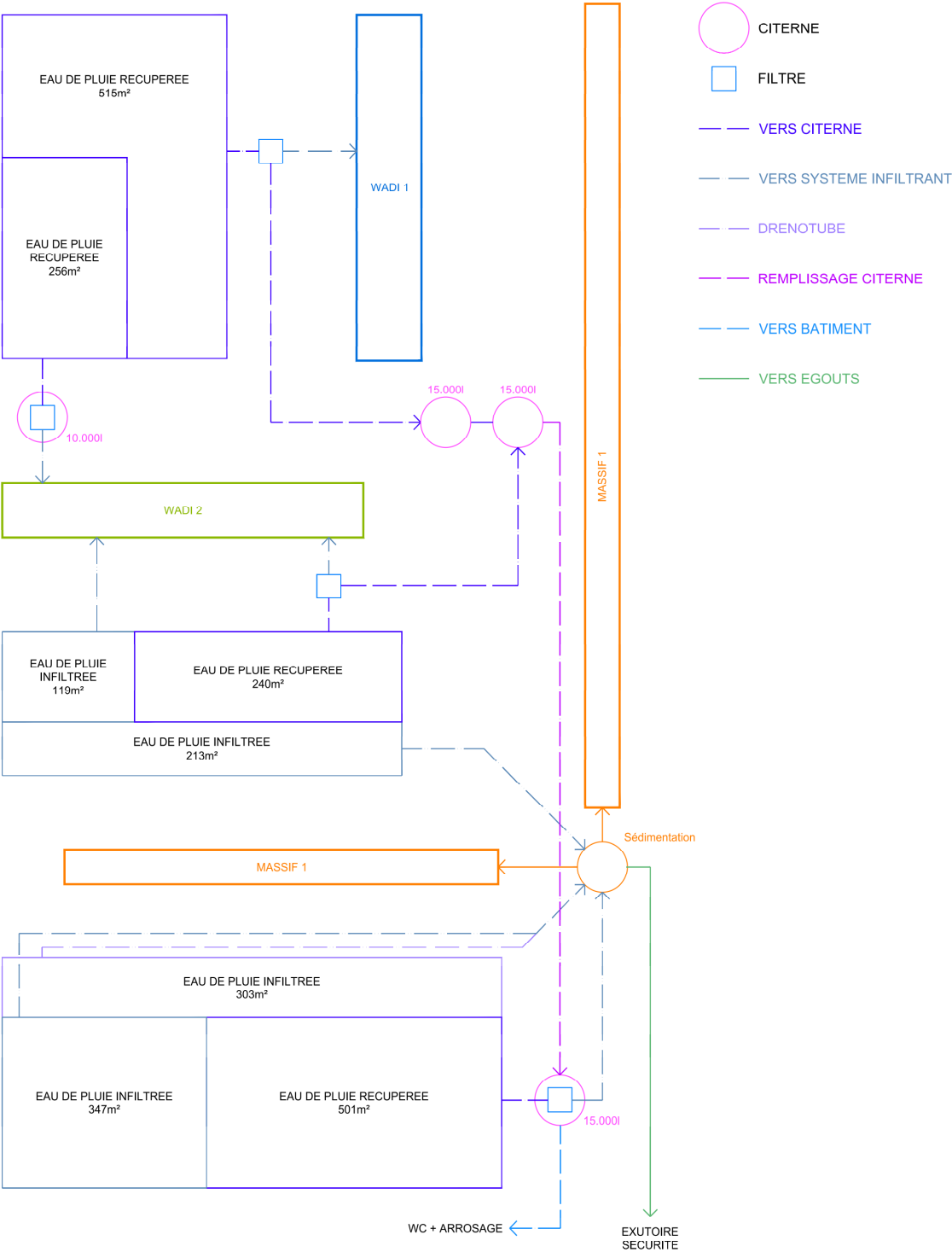
RECUPERATION EAU DE PLUIE



MASSIF D'INFILTRATION



SCHEMA GESTION EAU DE PLUIE

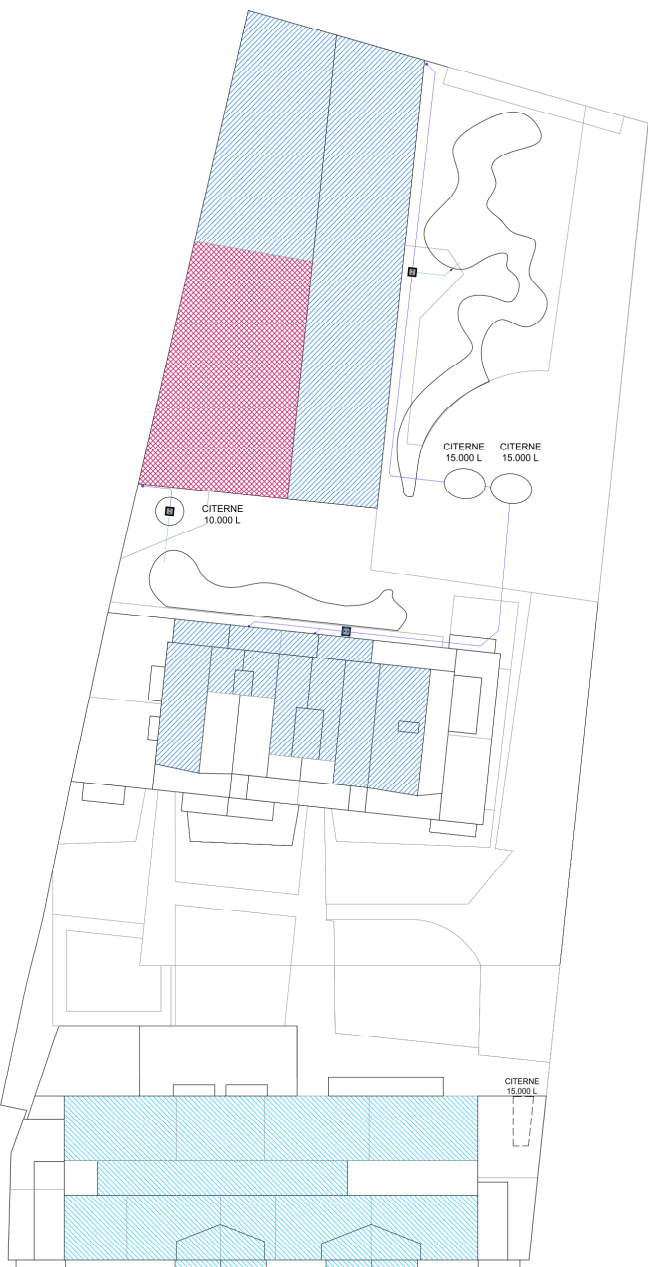


5.2 RÉCUPÉRATION DE L'EAU DE PLUIE

SOLUTION THEORIQUE



SOLUTION PROPOSEE



TOITURES A RECUPERER - 1548m 

EAU DE PLUIE RECUPEREE POUR SALLE POLYVALENTE - 256 m  (EQUIPEMENT)

EAU DE PLUIE RECUPEREE VERS CITERNES - 501 m  (BAT A)

EAU DE PLUIE RECUPEREE VERS CITERNES - 240m  (BAT B) + 515m  (EQUIPEMENT) = 755m 

L'eau de pluie est utilisée pour les chasses d'eau des WC, l'arrosage et l'entretien du bâtiment.

Idéalement (schéma de gauche), les surfaces suivantes ne sont pas assimilées à des toitures et les surfaces de celles-ci ne sont donc pas comptabilisées dans le calculateur (tableau de gauche).

- La terrasse accessible car la qualité de l'eau récoltée risque d'être légèrement poll e à cause des produits d'entretien pour la terrasse. Ce risque peut être problématique pour la récupération d'eau de pluie, mais ne justifie pas pour autant son rejet à l'égout. Cette eau sera infiltrée est partiellement traitée par épuration des plantes. Pour limiter cette pollution accidentelle, un paragraphe dans le règlement d'ordre intérieur insistera sur la nécessité de nettoyer la terrasse avec des produits biodégradables et respectueux de l'environnement.
- Les toitures végétalisées, car le taux de récupération des surfaces de collecte d'une toiture à rétention est de l'ordre de 20 à 40 % selon les références de reprises dans la guide Bâtiment Durable. De plus cette eau est de moins bonne qualité : coloration et risque d'odeur. Bruxelles Environnement confirme qu'il n'est pas nécessaire de récupérer l'eau récoltée sur les toitures végétales dont l'épaisseur du substrat est supérieure à 10 cm et dont la réserve d'eau supérieure à 8l/m .

En réalité (schéma et tableaux correspondants de droite), ce n'a pas été toujours possible techniquement sans démultiplier les descentes d'eau et complexifier anormalement le réseau de récolte des eaux. En parallèle, 2 réseaux distincts de récolte sont prévus :

- Logement
- Equipement

Les calculs théoriques à l'aide de fichier de Bruxelles environnement ont été réalisé pour les 3 cas : projet, logements et équipement.

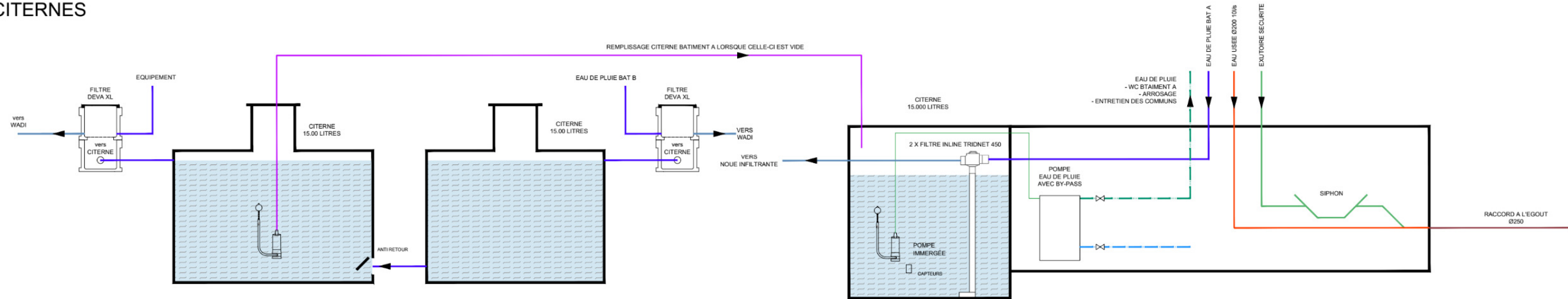
Réutilisation des eaux pluviales	Réutilisation des eaux pluviales	Réutilisation des eaux pluviales
Remplissez les cases vertes	Remplissez les cases vertes	Remplissez les cases vertes
<div><div>A. Données</div><div>Encod�ez ci-dessous les affectations du bâtiment concerné par ordre de priorité en fonction de l'affectation que vous souhaitez privilégier pour y raccorder les eaux pluviales.</div><div>Affectation 1 <div>Logement</div></div><div>Affectation 2 (� remplir obligatoirement) <div>Ecole</div></div><div>Encod�ez ci-dessous les surfaces de toitures en projection horizontale.</div><div>Toitures non végétalisées 1548 m�</div><div>Toitures végétalisées avec un substrat < 10 cm 0 m�</div><div>Toitures végétalisées avec un substrat à 10 cm et avec une réserve d'eau de min 8 l/m� 606 m�</div><div>B. Estimation des usages</div><div>Encod�ez ci-dessous le nombre total de W.C. de votre projet.</div><div>Nombre total de W.C. affectation 1 76 W.C.</div><div>Nombre total de W.C. affectation 2 2 W.C.</div><div>Volume d'eau de pluie disponible par jour en moyenne 2322 /jour</div><div>Usages journaliers standards affectation 1 50 /jour.WC.</div><div>Usages journaliers standards affectation 2 250 /jour.WC.</div><div>C. Résultats</div><div>Volume de citerne 51 m�</div><div>Nombre de W.C. de l'affectation 1 à raccorder 46 W.C.</div><div>Nombre de W.C. de l'affectation 2 à raccorder 0 W.C.</div><div>Au minimum 1 robinet extérieur doit également être raccordé à la citerne</div><div>Les usages connectés sont suffisants</div></div>	<div><div>A. Données</div><div>Encod�ez ci-dessous les affectations du bâtiment concerné par ordre de priorité en fonction de l'affectation que vous souhaitez privilégier pour y raccorder les eaux pluviales.</div><div>Affectation 1 <div>Logement</div></div><div>Affectation 2 (� remplir obligatoirement) <div>Pas de deuxième affectation</div></div><div>Encod�ez ci-dessous les surfaces de toitures en projection horizontale.</div><div>Toitures non végétalisées 1256 m�</div><div>Toitures végétalisées avec un substrat < 10 cm 0 m�</div><div>Toitures végétalisées avec un substrat à 10 cm et avec une réserve d'eau de min 8 l/m� 0 m�</div><div>B. Estimation des usages</div><div>Encod�ez ci-dessous le nombre total de W.C. de votre projet.</div><div>Nombre total de W.C. affectation 1 76 W.C.</div><div>Nombre total de W.C. affectation 2 2 W.C.</div><div>Volume d'eau de pluie disponible par jour en moyenne 1884 /jour</div><div>Usages journaliers standards affectation 1 50 /jour.WC.</div><div>Usages journaliers standards affectation 2 250 /jour.WC.</div><div>C. Résultats</div><div>Volume de citerne 41 m�</div><div>Nombre de W.C. de l'affectation 1 à raccorder 36 W.C.</div><div>Nombre de W.C. de l'affectation 2 à raccorder 0 W.C.</div><div>Au minimum 1 robinet extérieur doit également être raccordé à la citerne</div><div>Les usages connectés sont suffisants</div></div>	<div><div>A. Données</div><div>Encod�ez ci-dessous les affectations du bâtiment concerné par ordre de priorité en fonction de l'affectation que vous souhaitez privilégier pour y raccorder les eaux pluviales.</div><div>Affectation 1 <div>Ecole</div></div><div>Affectation 2 (� remplir obligatoirement) <div>Pas de deuxième affectation</div></div><div>Encod�ez ci-dessous les surfaces de toitures en projection horizontale.</div><div>Toitures non végétalisées 256 m�</div><div>Toitures végétalisées avec un substrat < 10 cm 0 m�</div><div>Toitures végétalisées avec un substrat à 10 cm et avec une réserve d'eau de min 8 l/m� 0 m�</div><div>B. Estimation des usages</div><div>Encod�ez ci-dessous le nombre total de W.C. de votre projet.</div><div>Nombre total de W.C. affectation 1 2 W.C.</div><div>Nombre total de W.C. affectation 2 2 W.C.</div><div>Volume d'eau de pluie disponible par jour en moyenne 384 /jour</div><div>Usages journaliers standards affectation 1 250 /jour.WC.</div><div>Usages journaliers standards affectation 2 250 /jour.WC.</div><div>C. Résultats</div><div>Volume de citerne 8 m�</div><div>Nombre de W.C. de l'affectation 1 à raccorder 2 W.C.</div><div>Nombre de W.C. de l'affectation 2 à raccorder 0 W.C.</div><div>Au minimum 1 robinet extérieur doit également être raccordé à la citerne</div><div>Les usages connectés sont suffisants</div></div>

L'ensemble des chasses d'eau du bâtiment à rue sont alimenté (45 W). Alimenter le bâtiment B en eau de pluie était beaucoup plus complexe et la surface de toiture ne permet pas de la justifier.

L'arrosage extérieure est également connecté sur l'eau de pluie

Le pompe d'eau de pluie à basculement sur l'eau de ville conforme Belgaqua est placée dans le local technique situé à rue. Lorsque la citerne dans le parking est vide, celle-ci est remplie avec l'eau en provenance des citernes situées en intérieur d'îlot.

SCHEMA CITERNES



La pertinence de la récupération de l’eau de pluie (**WC du bâtiment A**), a été modélisée en détail sur base des hypothèses suivantes :

- Année de références pour les pluies : 1998 à 2008 (pluviométrie moyenne de 890 mm par an).
- Surface collectée :
- Besoin en eau de pluie : 1041 m³/an
- Consommation journalière (en semaine) : 2,15 m³ par jour
- 79 habitants (voir tableau ci-dessous) avec consommation moyenne de 19 l/jour pour les WC.
- Occupation la semaine ainsi que les week-ends et les vacances.

CHOIX DU VOLUME DE LA CITERNE DE RÉCUPÉRATION D'EAU DE PLUIE									
Volume	Eau collectée [m³/an]	Consommation d'eau [m³/an]	Economie d'eau [m³/an]	Appoint en eau de ville [m³/an]	Fraction économisée [%]	Rejet d'eau [m³/an]	Rejet d'eau/eau récoltée [%]	Autonomie [jours]	Assèchement
10 m³	761 m³	548 m³/an	414 m³/an	134 m³/an	76%	347 m³/an	46%	7 jours	18%
15 m³	761 m³	548 m³/an	457 m³/an	91 m³/an	83%	304 m³/an	40%	10 jours	13%
20 m³	761 m³	548 m³/an	486 m³/an	62 m³/an	89%	275 m³/an	36%	13 jours	9%
25 m³	761 m³	548 m³/an	505 m³/an	44 m³/an	92%	257 m³/an	34%	17 jours	6%
30 m³	761 m³	548 m³/an	516 m³/an	32 m³/an	94%	245 m³/an	32%	20 jours	5%
35 m³	761 m³	548 m³/an	524 m³/an	24 m³/an	96%	236 m³/an	31%	23 jours	3%
40 m³	761 m³	548 m³/an	530 m³/an	18 m³/an	97%	230 m³/an	30%	27 jours	3%
45 m³	761 m³	548 m³/an	535 m³/an	13 m³/an	98%	225 m³/an	29%	30 jours	2%
50 m³	761 m³	548 m³/an	539 m³/an	9 m³/an	98%	220 m³/an	29%	33 jours	1%

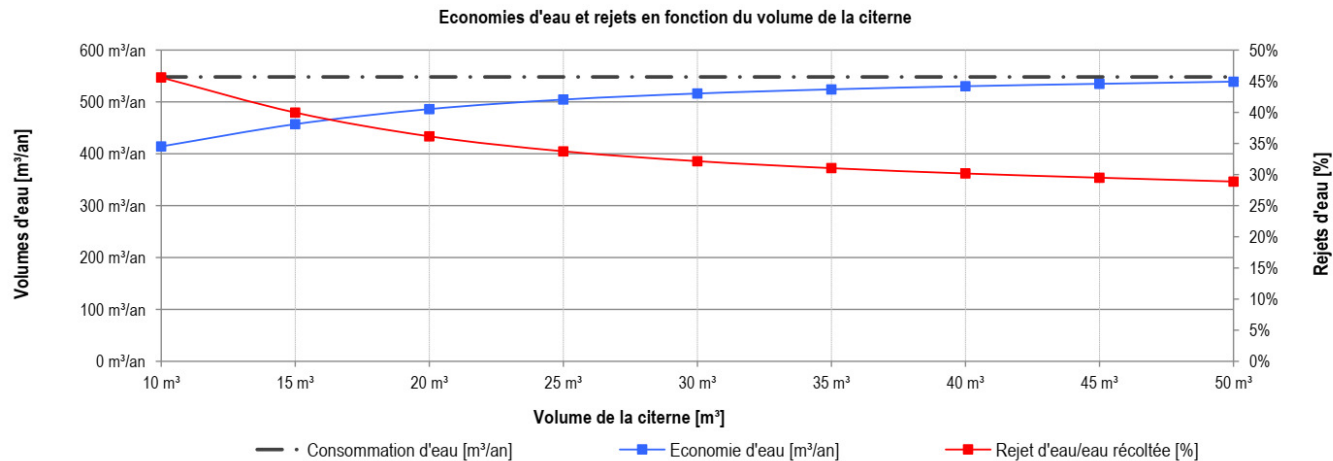
Calcul occupation

Type de logement	Nombre d'occupants	Nombre de logement	Total
studio	1,5	15	22,5
1 chambre	2	6	12
2 chambres	2,5	9	22,5
3 chambres	3,5	5	17,5
4 chambres	4,5	1	4,5
			79

Pour être conformes aux exigences de Bruxelles environnement, des citernes pour une contenance de 45m³ (partie logement) sont prévues bien que cela soit légèrement surdimensionné.

- L'autonomie est de l'ordre de 30 jours.
- Le taux d'assèchement est de l'ordre de 2%. Le taux d'assèchement est idéalement compris entre 5 et 10%. Ce taux correspond à la proportion de jours pendant laquelle la citerne sera vide.

Le graphique reprend l'économie d'eau projeté selon la contenance des citernes prévues.




Note technique

5.3 TOITURE VÉGÉTALE À RÉTENTION

Les toitures partiellement végétalisées sont conçues comme des **toitures à rétention d'eau**. Un système alvéolaire de drainage et de stockage avec géotextile filtrant intégré offre plusieurs avantages :

- Réduction des déversements et du volume d'eau ruisselée vers l'égout ;
- Écrêtage et décalage de débit de pointe en cas d'orage ;
- Diminution des îlots de chaleur grâce à la régulation de l'air par la végétation ;
- Empêche la formation d'eau stagnante sur les toitures à faibles pente ;

L'épaisseur du substrat variera en fonction de l'aménagement « paysagé » avec un minimum de 10 cm. La capacité de stockage permanent sera de l'ordre 10 l/m² conformément à la fiche technique. Il n'y pas d'organe de régulation prévu au niveau des avaloirs en toiture. Cela n'est pas nécessaire. L'objectif de la toiture est de gérer les pluies courantes et de favoriser l'évapotranspiration. La gestion de la pluie d'orage (centennale) sera gérée par massif d'infiltration.



Excellent drainage et élément de stockage d'eau en plastique dur recyclé thermoformé (ABS) pour un usage sur toitures intensives.

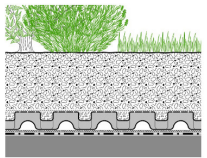
Données techniques	
Floradrain® FD 60 Drainage et élément de stockage d'eau en plastique dur recyclé thermoformé.	
Matière:	ABS
Couleur:	noir
Hauteur de l'élément:	env. 60 mm
Poids:	env. 2,30 kg/m²
Capacité de stockage d'eau si c'est rempli avec du Zincolit® Plus	env. 10 l/m²
Volume de remplissage:	env. 27 l/m²
Force de compression max. (à 10% de compression): sans remplissage	env. 19 kN/m²
Remplissage avec Zincolit® Plus:	env. 75 kN/m²
Capacité de drainage (EN ISO 12958): Avec 1 % de pente:	env. 1,4 l/(s.m)
Avec 2 % de pente:	env. 2,0 l/(s.m)
Avec 3 % de pente:	env. 2,5 l/(s.m)
Dimensions:	env. 1,00 m x 2,00 m

Caractéristiques

- Système de canal ample pour ventilation et drainage
- Spécialement haut stockage d'eau
- Irrigation par diffusion et action capillaire
- Potentiel pour barrage d'irrigation jusqu'à 40 mm sans que la plantation en souffre
- Résistance à de hautes pressions mécaniques
- Utilise comme coffrage sous les chemins et fondations

Exemple d'application

"Terrasse jardin"



Niveau de plantes (gazon, plantes vivaces, broussailles, etc.)
Substrat pour toiture verte intensif
Système de filtrage SF
Floradrain® FD 60, rempli avec Zincolit® Plus
Nappe de protection isolante ISM 50
Élément porteur avec étonchité anti-racines

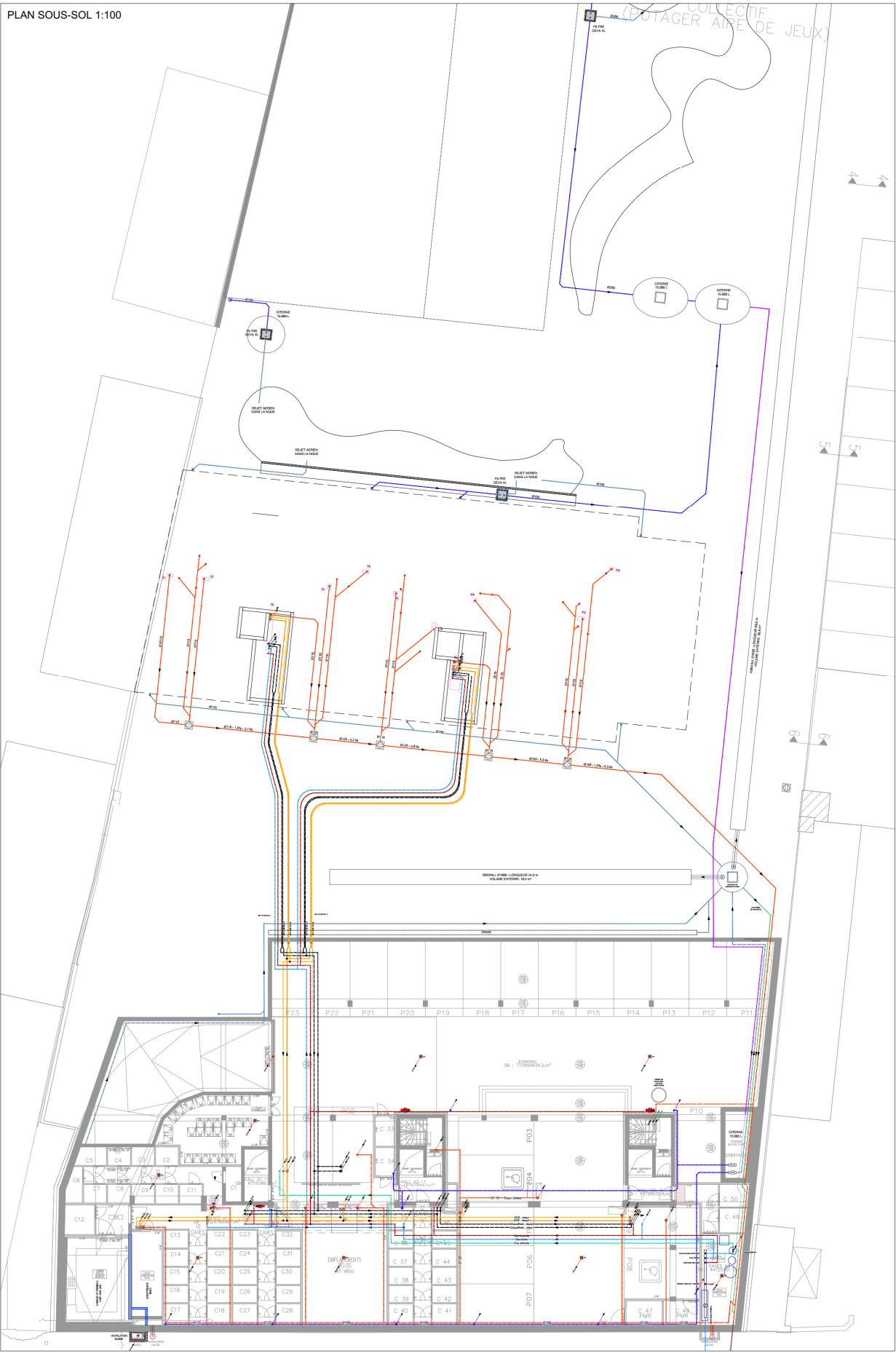
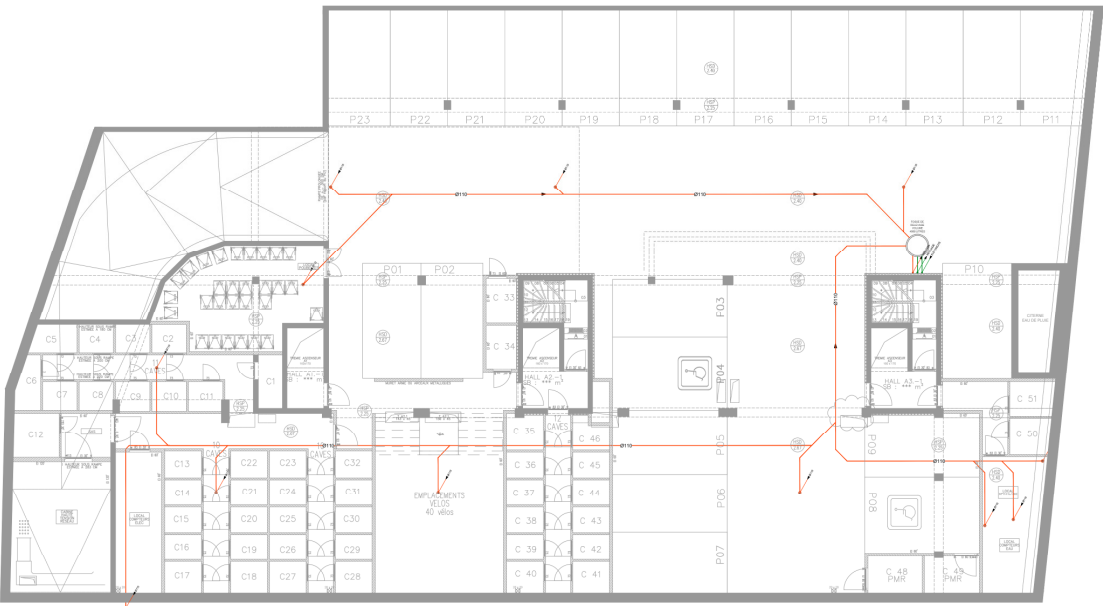
Propositions cahier de charges

Drainage et élément de stockage d'eau, hauteur env. 60 mm, cellules de stockage d'eau et ouvertures pour le ventilation et l'évaporation ainsi qu'un système de drainage multidirectionnel au-dessous; effet capacité drainage testé selon EN ISO 12958.

Livraison et installation selon les instructions du fabricant.
Produit: ZinCo Floradrain® FD 60
Fournisseur: ZinCo Benelux

5.4 RÉSEAU D'EAU SÉPARATIF

Les raccordements des différentes évacuations d'eau des appareils sanitaire sont reliés aux tuyaux de descente dans les gaines. Ces conduites d'évacuation des eaux usées sont dotées d'une aération (primaire, secondaire). Les eaux fécales (= eaux usées des toilettes) et les eaux résiduaires (= eaux usées des douches, lavabos, lave-vaisselle, etc.) sont évacuées ensemble mais séparément de l'eau de pluie vers les égouts publics. Une fosse de relevage est prévue pour la récolte de l'eau usée au sous-sol (avaloir, régénération de l'adoucisseur, condensat et purge des locaux de chauffe, vidoirs).



5.5 MASSIFS D’INFILTRATION

Des tests d’infiltration ont été réalisés par ABV le 25-04-2025.



Nom du test	Perméabilité moyenne (mm/h)	Perméabilité minimale mesurée (mm/h)	Infiltration mesurée (m/s)	Profondeur du test	Texture du sol observé
T1*	-	-	-	1 m	Remblai limoneux
T1B	149.44	123.9	0.000034416666666666665	1 m	Limon
T2	9.84	6.7	0.000001861111111111111111	1 m	Limon
T3	52.45	35.8	0.00000994444444444444443	1 m	Limon

Nous pouvons en conclure que le site dispose d'une perméabilité moyenne et que l'ensemble des eaux des toitures et des eaux de ruissellement peuvent être gérés par des massifs infiltrants afin de gérer les eaux pluviales à 100% sur la parcelle.

Ceci a été confirmé par ABV sous condition de dépolluer le site (conditions reprises dans leur rapport).

- Les massifs d’infiltration sont dimensionnés sur base de la méthode des pluies pour un temps de retour de 100ans (données IRM)
- Parallèlement, le dimensionnement est contrôlé par le fichier Excel réalisé par Bruxelles Environnement.

Deux types de dispositif d’infiltration sont prévus :

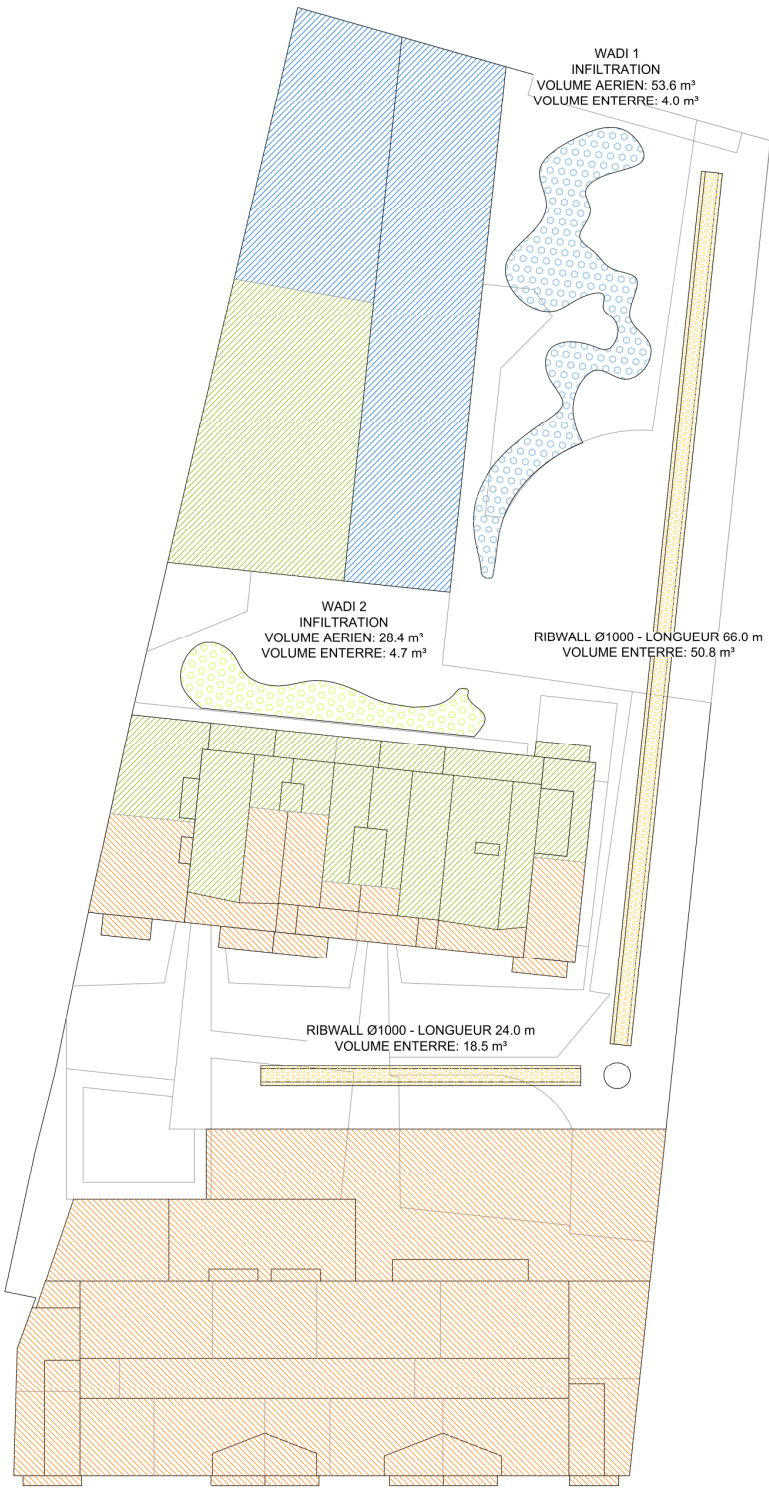
- **Massif infiltrant paysager (WADI).** Cette solution est privilégiée lorsque cela est techniquement possible. Les Wadi ne disposent pas d'exutoire de sécurité et donc pas de raccord à l'égout.
- **Tranchée infiltration enterrée** réalisée par des conduites de type Ribwall. Cette solution offre de nombreux avantages :
 - Solution robuste qui permet le passage des camions pompiers ;
 - Solution durable qui peut être entretenue et contrôlée ;
 - Solution simple à mettre en œuvre et qui limite les terrassements ;
 - Solution qui peut être plantée.

Pour la tranchée infiltrante enterrée et le Wadi1, la valeur de la perméabilité utilisée est une moyenne entre les mesures T2 et T3 soit 21.25mm/h. Pour la noue/WADI 2, la valeur de la perméabilité utilisée est une moyenne entre les mesures T1B et T2, soit 65 mm/h.

Pour chaque ensemble, le calcul a été réalisé à l'aide du fichier Excel édité par Bruxelles environnement et à l'aide d'un second fichier de dimensionnement basé sur la méthode des pluies.

Les calculs démontrent que les massifs pourront absorber une pluie centennale. Un trop plein est néanmoins prévu pour le massif 1. Vu que les WADI n'ont pas de trop plein vers l'égout, un facteur de sécurité de 2 est appliqué.

5.6 CALCULS



- WADI PAYSAGER 1 - 515 m²
- WADI PAYSAGER 2 - 615 m²
- TRANCHEE DRAINANTE - CONDUITE RIBWALL IT - 1365 m²

Note technique

5.6.1 MASSIF 1

LOCALISATION

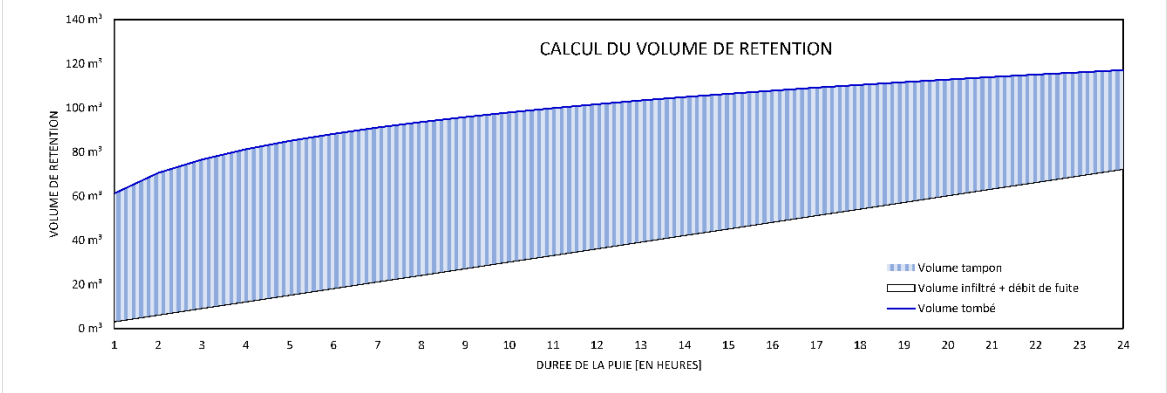


- WADI PAYSAGER 1 - 515 m²
- WADI PAYSAGER 2 - 615 m²
- TRANCHEE DRAINANTE - CONDUITE RIBWALL IT - 1365 m²

METHODE DES PLUIES

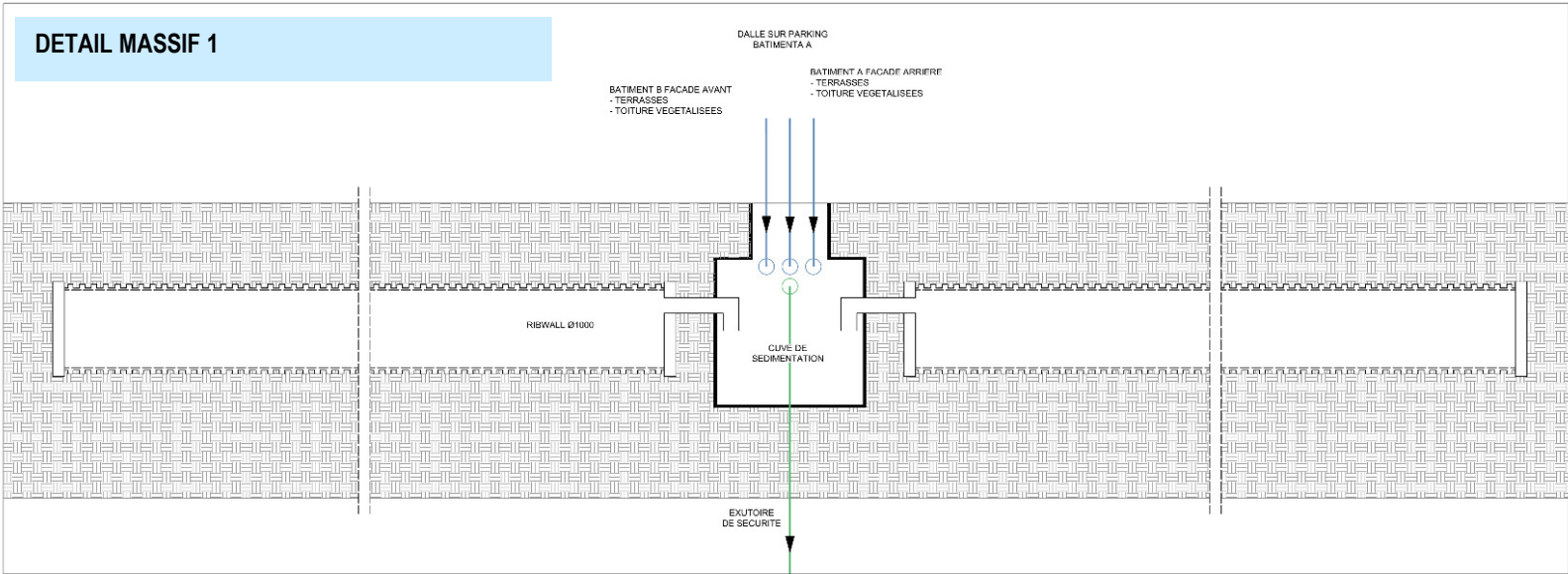
	Cr	m²
Toiture verte intensive	1	292
Toiture verte extensive à rétention	1	140
Toiture classique	1	629
Toiture terrasse accessible	1	194
Surface imperméable	1	110
Chemin perméable	0,5	0
Pleine terre	0	0
1365 m²		
Surface imperméable équivalente	1365	m²
Diamètre intérieur	0,99	m
Diamètre extérieur	1	m
Volume tampon conduit	0,77	m³/m
Volume tampon graves 20/80	0,00	m³/m
Surface d'infiltration	1,57	m²/m
Longueur	90	m
Volume total	69,3	m³
Surface d'infiltration	141,4	m²
Capacité d'infiltration du sol	21,25	mm/h
Facteur de sécurité	1	
Capacité d'infiltration du sol	21,25	mm/h
Capacité d'infiltration	0,83	l/s
Débit de fuite	0,00	l/s
Pas de raccord à l'égout		

Événement pluvieux de référence		minutes	60 min	120 min	180 min	240 min	300 min	360 min	720 min	1.440 min
100 ans - IRM		secondes	3.600 s	7.200 s	10.800 s	14.400 s	18.000 s	21.600 s	43.200 s	86.400 s
		litres/m²	44,81 l	51,63 l	56,09 l	59,48 l	64,30 l	68,50 l	74,45 l	85,77 l
Volume tombé	m³	61	70	77	81	90	102	117	141,4	174,1
Volume infiltré	m³	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0	36,0	72,1
Débit de fuite	m³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Volume de rétention correspondant		58	64	68	69	45	50	66	45	



Volume de rétention maximal	69,2 m³	<	Volume retenu	69,3 m³
Temps de vidage	23,0 heures	<	temps de vidange maximal	24 heures

DETAIL MASSIF 1



FICHER « BRUXELLES ENVIRONNEMENT »

MASSIF 1

A. Surfaces

Encodez ci-dessous les surfaces de la zone considérée.

Surfaces de pleine terre	0 m²
Surfaces de ruissellement	1365 m²
Total de la zone considérée	1365 m²

B. Calcul du débit d'infiltration

Encodez ci-dessous les surfaces d'infiltration de la zone considérée.

Surfaces des aménagements d'infiltration	141,4 m²
--	----------

Les surfaces d'infiltration suffisent à peine à faire face aux surfaces de ruissellement. Augmenter les surfaces d'infiltration permettrait d'améliorer le projet. Cela réduirait les volumes à gérer et les temps de vidange des aménagements.

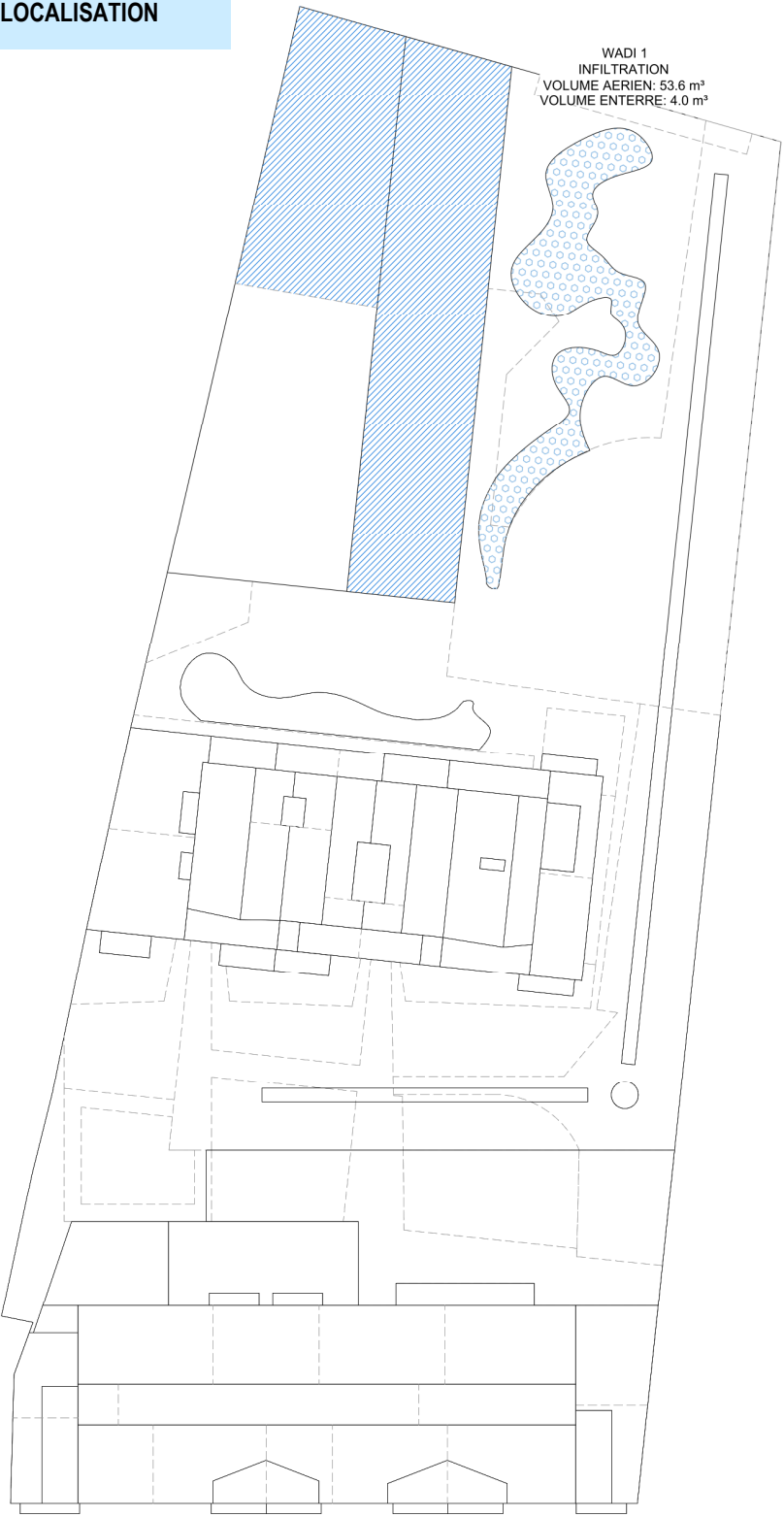
Encodez ci-dessous la perméabilité du sol. La perméabilité doit idéalement être mesurée in situ.

Perméabilité	21,25 mm/h
Débit d'infiltration	0,83 l/s

C. Calcul du volume tampon

Volume tampon	72 m³
Hauteur d'eau correspondante sur la surface d'infiltration	51 cm
Temps de vidange	24 h

LOCALISATION



- WADI PAYSAGER 1 - 515 m²
- WADI PAYSAGER 2 - 615 m²
- TRANCHEE DRAINANTE - CONDUITE RIBWALL IT - 1365 m²

METHODE DES PLUIES

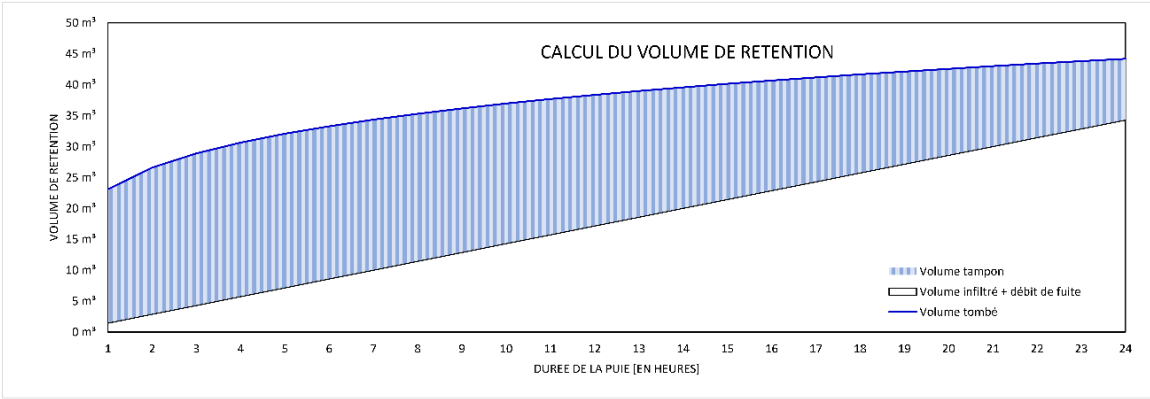
	Cr	m²
Toiture verte intensive	1	0
Toiture verte extensive à rétention	1	0
Toiture classique	1	515
Toiture terrasse accessible	1	0
Surface imperméable	1	0
Chemin perméable	0,5	0
Pleine terre	0	0

Surface imperméable équivalente	515 m²
Surface d'infiltration	134,0 m²
Surface de graves	67,0 m²
Volume tampon à l'air libre	53,60 m³
Volume tampon graves 20/80	4,02 m³
Volume total	57,6 m³

40 cm de hauteur
20 cm - 30% de vide

Capacité d'infiltration du sol	21,3 mm/h	5,92E-06 (rapport ABV)
Facteur de sécurité	2	
Capacité d'infiltration du sol	11 mm/h	
Capacité d'infiltration	0,40 l/s	
Débit de fuite	0,00 l/s	Pas de raccord à l'égout

Événement pluvieux de référence	minutes	60 min	120 min	180 min	240 min	300 min	360 min	720 min	1.440 min
100 ans - IRM	secondes	3.600 s	7.200 s	10.800 s	14.400 s	18.000 s	21.600 s	43.200 s	86.400 s
	litres/m²	44,81 l	51,63 l	56,09 l	59,48 l	64,30 l	69,50 l	74,45 l	85,77 l
Volume tombé	m³	23	27	29	31	33	35	38	44
Volume infiltré	m³	1,4	2,9	4,3	5,7	7,1	8,6	17,1	34,3
Débit de fuite	m³	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Volume de rétention correspondant		22	24	25	25	16	17	21	10



Volume de rétention maximal	24,9 m³	<	Volume retenu	57,6 m³
Temps de vidage	17,5 heures	<	temps de vidage maximal	24 heures

FICHER « BRUXELLES ENVIRONNEMENT »

WADI 1

A. Surfaces

Encodez ci-dessous les surfaces de la zone considérée.

Surfaces de pleine terre	0 m²
Surfaces de ruissellement	515 m²
Total de la zone considérée	515 m²

B. Calcul du débit d'infiltration

Encodez ci-dessous les surfaces d'infiltration de la zone considérée.

Surfaces des aménagements d'infiltration	134 m²
--	--------

Les surfaces d'infiltration sont suffisantes face aux surfaces de ruissellement. Le projet optimise les surfaces d'infiltration!

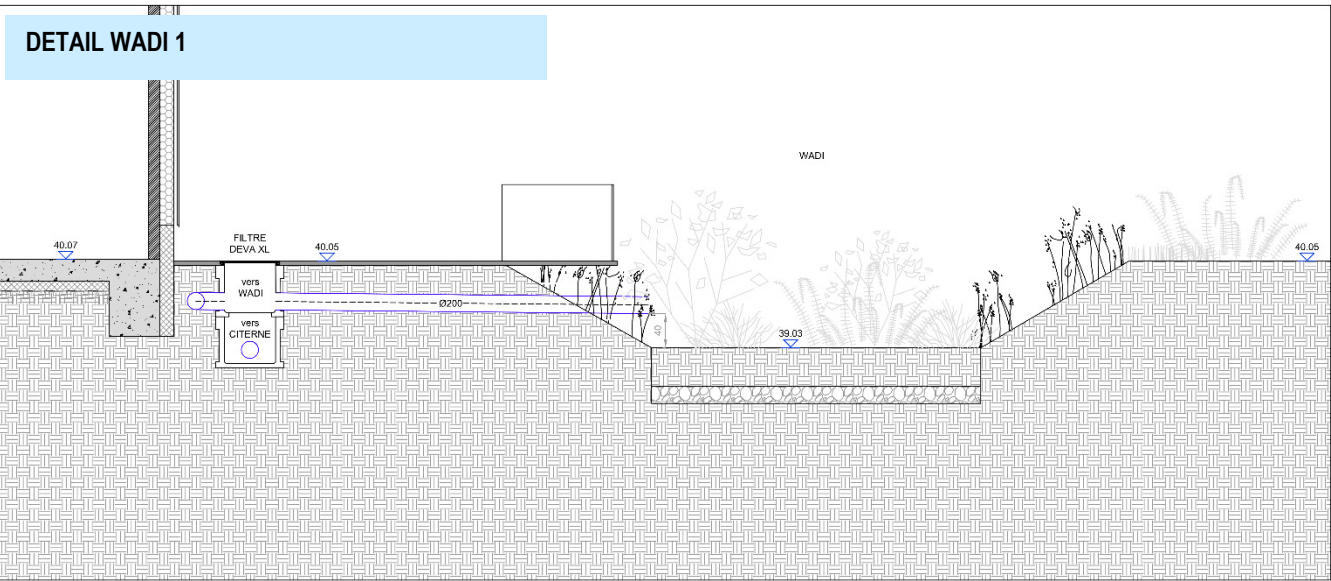
Encodez ci-dessous la perméabilité du sol. La perméabilité doit idéalement être mesurée in situ.

Perméabilité	21,25 mm/h
Débit d'infiltration	0,79 l/s

C. Calcul du volume tampon

Volume tampon	19 m³
Hauteur d'eau correspondante sur la surface d'infiltration	14 cm
Temps de vidage	7 h

DETAIL WADI 1



5.6.3 WADI 2

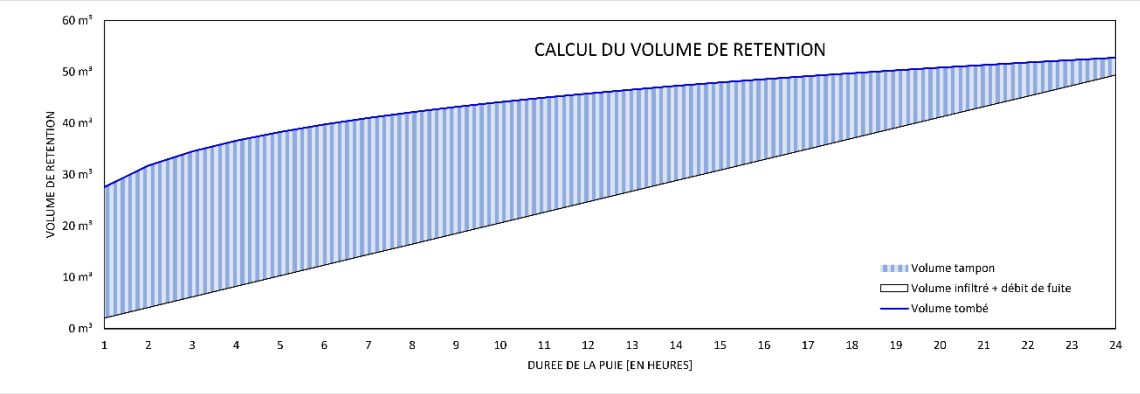
LOCALISATION



- WADI PAYSAGER 1 - 515 m²
- WADI PAYSAGER 2 - 615 m²
- TRANCHEE DRAINANTE - CONDUITE RIBWALL IT - 1365 m²

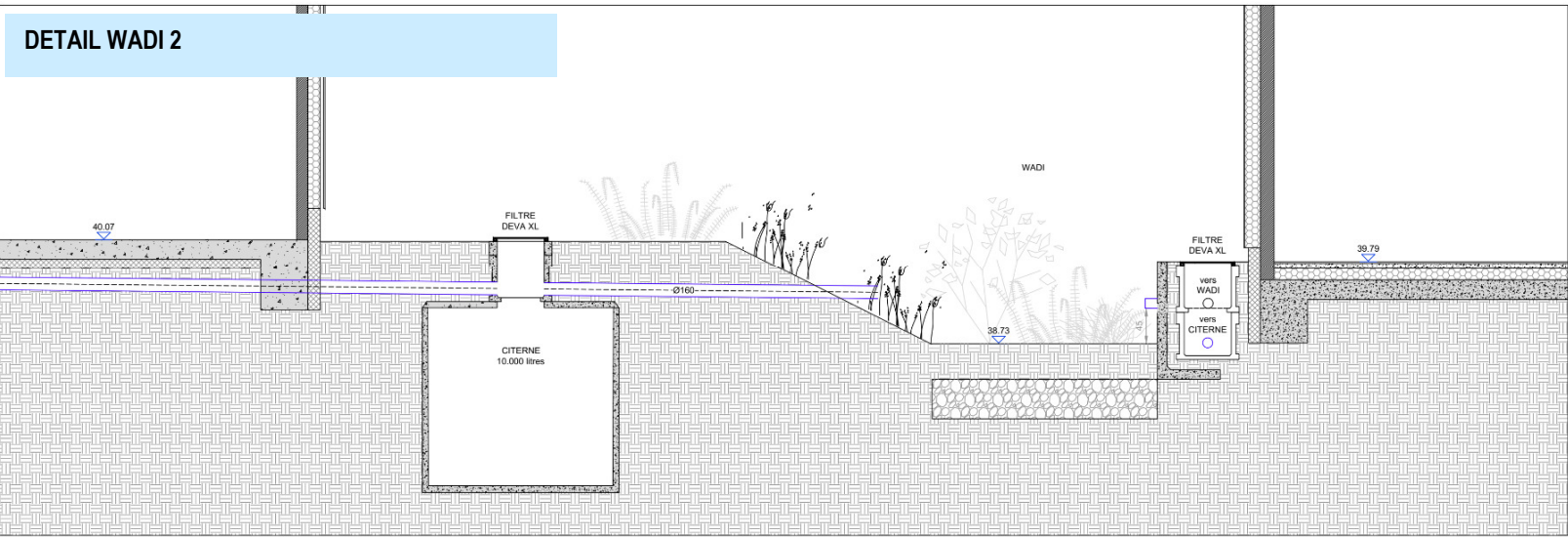
METHODE DES PLUIES

	Cr	m²	
Toiture verte intensive	1	60	
Toiture verte extensive à rétention	1	0	
Toiture classique	1	518	
Toiture terrasse accessible	1	37	
Surface imperméable	1	0	
Chemin perméable	0,5	0	
Pleine terre	0	0	
		615 m²	
Surface imperméable équivalente		615 m²	
Surface d'infiltration		63,0 m²	
Surface de graves		31,5 m²	
Volume tampon à l'air libre		28,35 m³	45 cm de hauteur
Volume tampon graves 20/80		4,73 m³	50 cm - 30% de vide
Volume total		33,1 m³	
Capacité d'infiltration du sol	65,3 mm/h		1,81E-05 (rapport ABV)
Facteur de sécurité	2		
Capacité d'infiltration du sol	33 mm/h		
Capacité d'infiltration	0,57 l/s		
Débit de fuite	0,00 l/s		Pas de raccord à l'égout
Événement pluvieux de référence	minutes	60 min	120 min
100 ans - IRM	secondes	3.600 s	7.200 s
	litres/m²	44,81 l	51,63 l
Volume tombé	m³	28	32
Volume infiltré	m³	2,1	4,1
Débit de fuite	m³	0,0	0,0
Volume de rétention correspondant		26	28



Volume de rétention maximal	28,4 m³	<	Volume retenu	33,1 m³
Temps de vidage	13,8 heures	<	temps de vidage maximal	24 heures

DETAIL WADI 2



FICHER « BRUXELLES ENVIRONNEMENT »

WADI 2

A. Surfaces

Encodex ci-dessous les surfaces de la zone considérée.

Surfaces de pleine terre	0 m²
Surfaces de ruissellement	615 m²
Total de la zone considérée	615 m²

B. Calcul du débit d'infiltration

Encodex ci-dessous les surfaces d'infiltration de la zone considérée.

Surfaces des aménagements d'infiltration	63 m²
--	-------

Les surfaces d'infiltration suffisent à peine à faire face aux surfaces de ruissellement. Augmenter les surfaces d'infiltration permettrait d'améliorer le projet. Cela réduirait les volumes à gérer et les temps de vidage des aménagements.

Encodex ci-dessous la perméabilité du sol. La perméabilité doit idéalement être mesurée in situ.

Perméabilité	65,3 mm/h
Débit d'infiltration	1,14 l/s

C. Calcul du volume tampon

Volume tampon	21 m³
Hauteur d'eau correspondante sur la surface d'infiltration	34 cm
Temps de vidage	5 h