

3 – SURVERSE ET TROP PLEIN

Aucune surverse de sécurité (ou trop plein) vers le réseau collectif qu'il soit unitaire ou séparatif n'est acceptée.

Cependant, tout ouvrage de rétention d'eaux pluviales doit disposer d'une surverse adaptée en surface vers des secteurs à moindre vulnérabilité (et non pas vers le réseau communautaire).

4 – DÉBIT D'EAU PLUVIALE, DÉBIT DE FUITE

La formule ci-après dite « rationnelle »³, applicable aux travaux de VRD, permet de déterminer le débit d'eau pluviale à collecter (pour une période de retour T donnée, pour un épisode pluvieux de durée t) sur une superficie $S < 100$ ha. Ce débit est communément appelé débit de fuite :

$$Qt = 2,78 \times Ca \times i \times S$$

avec :

- Qt , débit d'EP (L/s) sur une superficie S (en ha) ; 1 ha = 10 000 m² ;
- Ca , coefficient d'apport ou de ruissellement pondéré ;
- i , intensité de la pluie (en mm/h) calculée à l'aide de la formule de « Montana » (voir ci-après)
- S , superficie totale de collecte (en ha) ;
- 2,78, coefficient de conversion ($\frac{1}{360} \times 1000$)

La formule dite de « Montana » permet de calculer l'intensité d'une pluie en fonction de sa durée ; connaissant deux coefficients a et b (fonction de la région géographique et de la période de retour T) :

$$i(T, t) = a \times t^{-b}$$

avec :

- a et b , coefficients de Montana pour une durée averse t (min) et une période de retour de pluie T donnée ;
- i , intensité moyenne de pluie (de l'averse) en mm/min.

Des ordres de grandeur des coefficients a et b sont donnés (paragraphe 8) pour les 3 régions pluviométriques. Dans tous les cas, leur valeur doit être la plus précise possible pour être introduite dans le calcul de i (faire une demande auprès de Météo France pour obtenir les valeurs locales). La formule ci-dessus, permet de tracer les courbes de hauteur de précipitation $h_{précipitation}$ locale en fonction de $T = 5, 10, 20, 30$ ans, ... et de la durée du phénomène pluvieux.

$$h_{précipitation}(T, t) = a \times t^{(1-b)} \quad \text{avec } t \text{ en min et } h_{précipitation} \text{ en mm.}$$

³ La circulaire n°77-284 expose également une autre méthode de calculs « méthode dite de Caquot » qui ne sera pas développée dans le cadre de cette synthèse.

5 – DÉBIT D'INFILTRATION ET DÉBIT DE REJET

Conditions à remplir pour que l'infiltration soit possible :

- le taux auquel l'eau s'infiltre dans le sol peut être estimé à l'aide de la loi de Darcy $u = K \cdot i$ avec K (perméabilité m/s), i (gradient hydraulique m/m) et u (vitesse d'infiltration m/s) ;
- la perméabilité du sol (K en m/s) doit être comprise entre 10^{-5} et 10^{-2} m/s.

K (m/s)	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴		10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
Types de sols	Gravier sans sable ni éléments fins			Sable avec gravier, Sable grossier à sable fin		Sable très fin Limon grossier à limon argileux			Argile limoneuse à argile homogène			
Possibilités d'infiltration	Excellentes			Bonnes		Moyennes à faibles			Faibles à nulles			

Ordres de grandeur de la conductivité hydraulique K dans différents sols (Musy & Soutter, 1991)

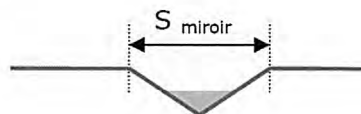
5.1 – DÉBIT DE D'INFILTRATION

Pour le dimensionnement des ouvrages spécifiques d'infiltration : noues, fossés ; on considère que l'aire d'infiltration est représentée par la surface projetée (surface dite « miroir »). La formule du débit d'infiltration, pour les différentes zones d'infiltration s'exprime par :

$$Q_{inf} = \sum S_i \times K_i$$

avec :

- Q_{inf} , débit de fuite d'infiltration (m^3/s) ;
- S_i , superficie d'infiltration (m^2) ;
- K_i , coefficient de perméabilité (m/s).



5.2 – REJET A DÉBIT LIMITÉ DANS LE RÉSEAU EXISTANT

Si un réseau d'assainissement existe, en fonction de son état, une partie ou la totalité des débits d'EP collectés peut y être rejetée (avec ou sans stockage éventuel). Dans ce cas, le débit de rejet autorisé est fixé entre 5 et 15 L/s/ha lotis (y compris la voirie, les trottoirs...). Cette valeur de débit autorisé est à demander avec précision aux services de la direction de l'eau concernée, car cette valeur peut varier en fonction de la région, des différents secteurs d'une agglomération... Dans tous les cas (rejet dans un système unitaire ou séparatif), une valeur minimale de 3 L/s est à considérer.

Le débit de fuite théorique (Qf en L/s) s'exprime par la relation $Qf = S \times q$ avec :

- Qf , débit de fuite théorique (en L/s pour la surface totale) ;
- S , surface totale du projet d'urbanisation (en ha) ;
- Q , débit de rejet autorisé (compris entre 5 à 15 L/s/ha lotis).

Si Qf (calculé ci-dessus) est inférieur à 3 L/s, alors le débit de fuite autorisé pour la surface totale du projet sera égal à 3 L/s.

Si Qf est supérieur à 3 L/s, le débit de fuite autorisé pour la surface total du projet est égal à la valeur calculée.

6 – VOLUME D'EAU À STOCKER ET/OU À REJETER

6.1 – COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT Cr et COEFFICIENT D'APPORT Ca

Lorsque la pluie tombe sur le sol, elle peut suivre différents cheminements (infiltrations partielles, rétention, ruissellements...) En fonction du type de sol sur lequel tombe la pluie, la répartition du volume d'eau entre les différents cheminements est différente. À chaque type de surface, on affecte un coefficient de ruissellement (Cr) :

Type de surface	Coefficient Cr	Type de surface	Coefficient Cr
Zone d'activités tertiaires		Rue et trottoirs	
centres villes	0,70 / 0,95	asphalte	0,95
autres	0,50 / 0,70	béton	0,95
Zone résidentielle		pavé	0,85
pour 1 pavillon	0,30 / 0,50	Pelouse (sol sablonneux)	
pavillons détachés	0,40 / 0,60	pente < 2 %	0,05 / 0,10
pavillons attachés	0,60 / 0,75	2 % < pente < 7 %	0,10 / 0,15
		pente > 7 %	0,15 / 0,25

Exemples de coefficients de ruissellement en fonction du type de surface

Le coefficient d'apport Ca_{global} mesure le rendement global de la pluie (fraction de la pluie qui parvient réellement à l'exutoire du bassin versant considéré).

$$Ca_{global} = \frac{\sum Cr_i \times S_i}{S_{totale}} \quad \text{et} \quad S_{totale} = \sum S_i$$

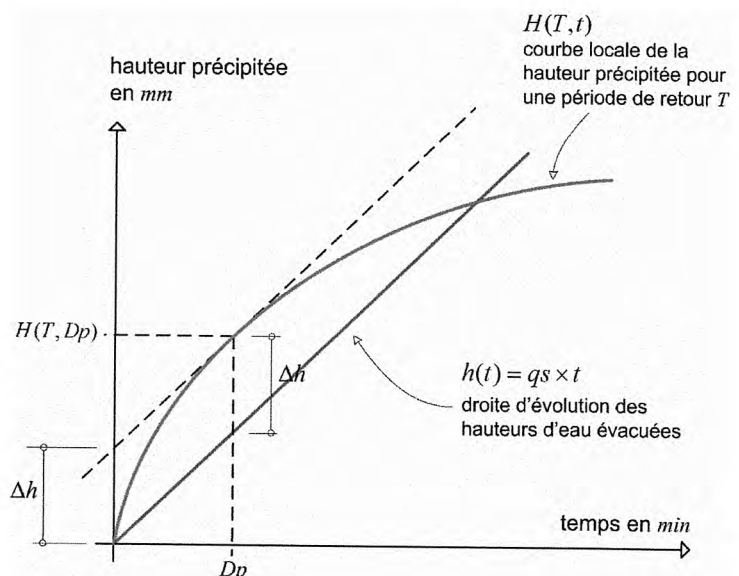
6.2 – DÉTERMINATION DE LA SURFACE ACTIVE À CONSIDÉRER (Sa)

La surface active de ruissellement (Sa en m^2) d'un aménagement complet représente le produit de la surface totale du bassin versant ou impluvium local (S en m^2) par son coefficient d'apport (Ca sans unité) : $Sa = Ca_{global} \times S$

6.3 – DÉTERMINATION DU VOLUME D'EAU À STOCKER

Cette méthode repose sur l'exploitation du graphique ci-contre représentant les courbes de la hauteur précipitée $H(T, t)$ pour une période de retour donnée T et de l'évolution des hauteurs d'eaux évacuées $qs \times t$ en fonction du temps t d'évacuation.

Pour tracer la courbe d'évolution des hauteurs d'eaux évacuées $h(t)$ en fonction du temps, il est nécessaire de déterminer la pente de cette droite qs .



On suppose que la parcelle a un débit d'infiltration Q_{inf} constant (déterminé au paragraphe 5 du présent document) que l'on exprime sous la forme d'un débit spécifique qs :

$$qs = 60\,000 \times \frac{Q_{inf}}{Sa}$$

avec :

- qs , débit spécifique de vidange (en mm/min) ;
- Q_{inf} , débit d'infiltration (en m³/s) ;
- Sa , surface active (en m²).

Nota : 60 000 est un facteur de correction d'unité m/s → mm/min.

Sur le graphique, on trace la droite de vidange de l'ouvrage de stockage ayant pour équation :

$$h(t) = qs \times t$$

avec :

- $h(t)$, hauteur (en mm) vidangée au temps t ;
- t , temps (en min).

On trace la parallèle à la droite $h(t) = qs \times t$ passant par la courbe $H(T, t)$. La différence Δh entre la courbe $h(t)$ et $H(T, t)$ correspond à la hauteur maximale d'eau à stocker pour qu'il n'y ait pas de débordement. Le volume d'eau pluviale à stocker peut alors facilement être déterminé par la formule suivante :

$$V_{max} = 1,20 \times 10 \times \Delta h \times Sa$$

avec :

- V_{max} , volume d'eau à stocker (en m³) ;
- Δh , hauteur d'eau maximale à stocker (en mm) ;
- Sa , surface active (en ha).

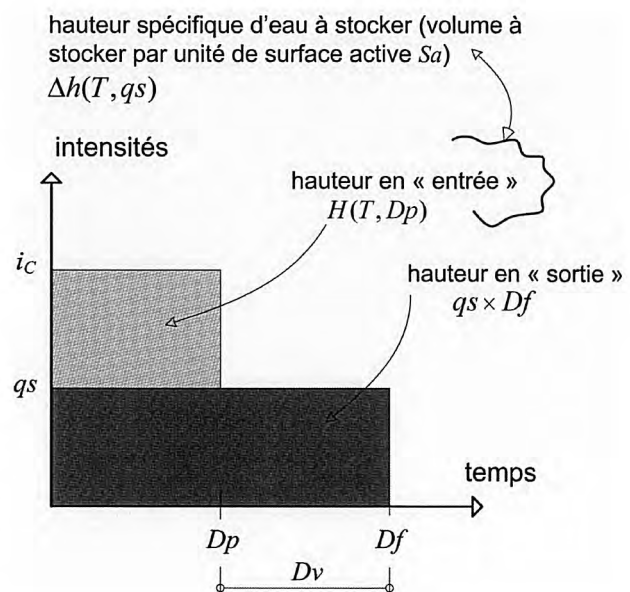
1,20 est un coefficient de sécurité majorant et 10 est un facteur de correction d'unité (1 ha = 10 000 m²).

6.4 – DURÉE DE REMPLISSAGE ET DE VIDANGE

Afin d'éviter les risques d'engorgement des systèmes de rétention on estime dans une première approche que le temps maximal de vidange doit être inférieur à 24 h.

Le temps de fonctionnement est l'intervalle de temps pendant lequel l'ouvrage est en eau. Dans cette modélisation tout se passe comme si le bassin recevait une sollicitation constante d'intensité $i_c = \frac{H(T, Dp)}{Dp}$

pendant une durée Dp (Dp correspond au temps de remplissage). L'ouvrage fonctionne, quant à lui pendant une durée Df .



On a : $H_{\text{entrée}} = H(T, Dp)$ et $H_{\text{sortie}} = qs \times Df$; ainsi l'égalité des hauteurs « d'entrée » et de « sortie » donne :

$$Df = \frac{H(T, Dp)}{qs}$$

Le temps de vidange Dv est le temps mis par l'ouvrage pour se vidanger soit $Dv = Df - Dp$. Il peut également être calculé comme le temps nécessaire pour écouler l'ensemble du volume stocké à débit constant :

$$Dv = \frac{V_{\text{max}} \overbrace{(\text{pour un coeff de sécurité de } 1,20)}^{(1,20)}}{qs \times Sa} = \frac{\Delta h(T, qs) \times Sa}{qs \times Sa} = \frac{\Delta h(T, qs)}{qs}$$

7 – ÉCOULEMENT À SURFACE LIBRE

La formule de *Manning* permet de caractériser les écoulements à surface libre (fossé, caniveau, ...) :

$$u = \frac{1}{n} \times R_H^{2/3} \times p_f^{1/2} \Leftrightarrow \text{formule de Manning}$$

avec :

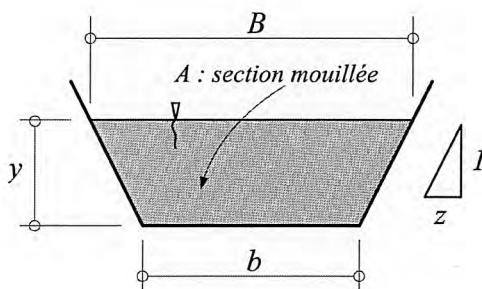
- u , vitesse moyenne d'écoulement (m/s) ;
- p_f , pente de la ligne de charge ou du fossé (m/m) ;
- R_H , rayon hydraulique (m) ;
- n , coefficient de Manning qui dépend de la nature des parois.

Avec $u = Q / A$, on a : $Q = \frac{A}{n} \times R_H^{2/3} \times p_f^{1/2}$

avec :

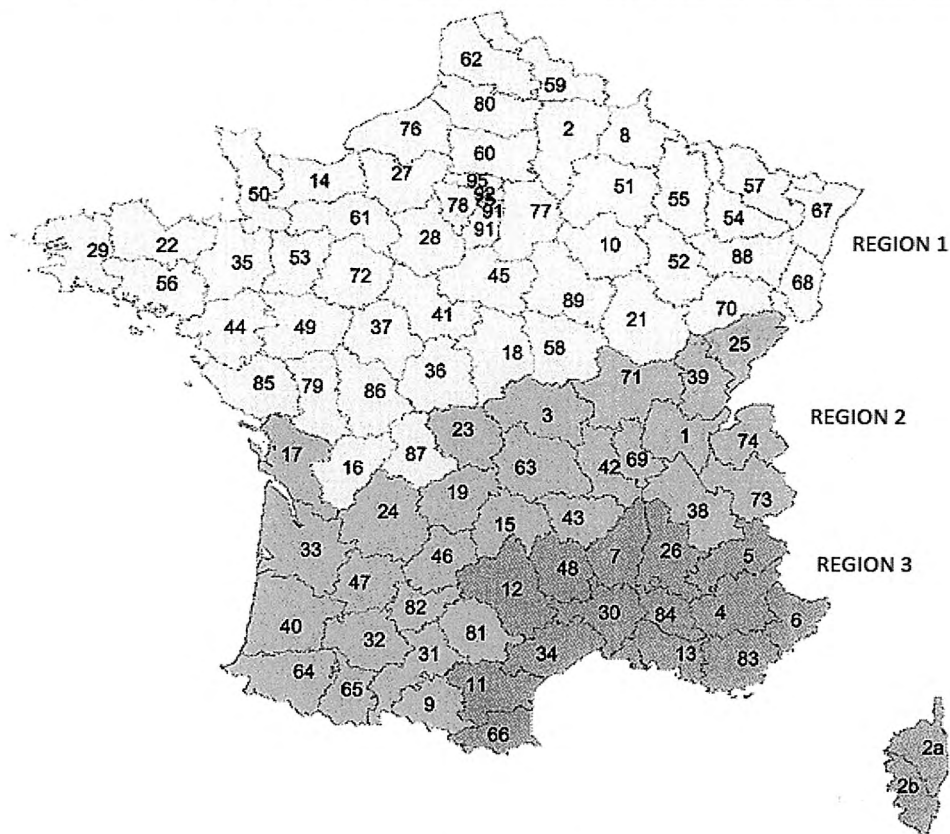
- Q , débit (m³/s),
- A , section mouillée (m²).

Pour un canal de forme trapézoïdale, on a :



- section mouillée $A = (b + z \times y) \times y$;
- périmètre mouillé $P_H = b + 2 \times y \times \sqrt{1 + z^2}$;
- rayon hydraulique $R_H = \frac{(b + z \times y) \times y}{b + 2 \times y \times \sqrt{1 + z^2}}$;
- largeur $B = b + 2 \times z \times y$.

8 – CARTE PLUVIOMÉTRIQUE ET COEFFICIENTS DE MONTANA



Carte de pluviométrie

Région 1 : coefficient de Montana

T(1ans) : $a=3,1$ / $b=0,64$
 T(2ans) : $a=3,7$ / $b=0,62$
 T(5ans) : $a=5,0$ / $b=0,61$
 T(10ans) : $a=5,9$ / $b=0,59$

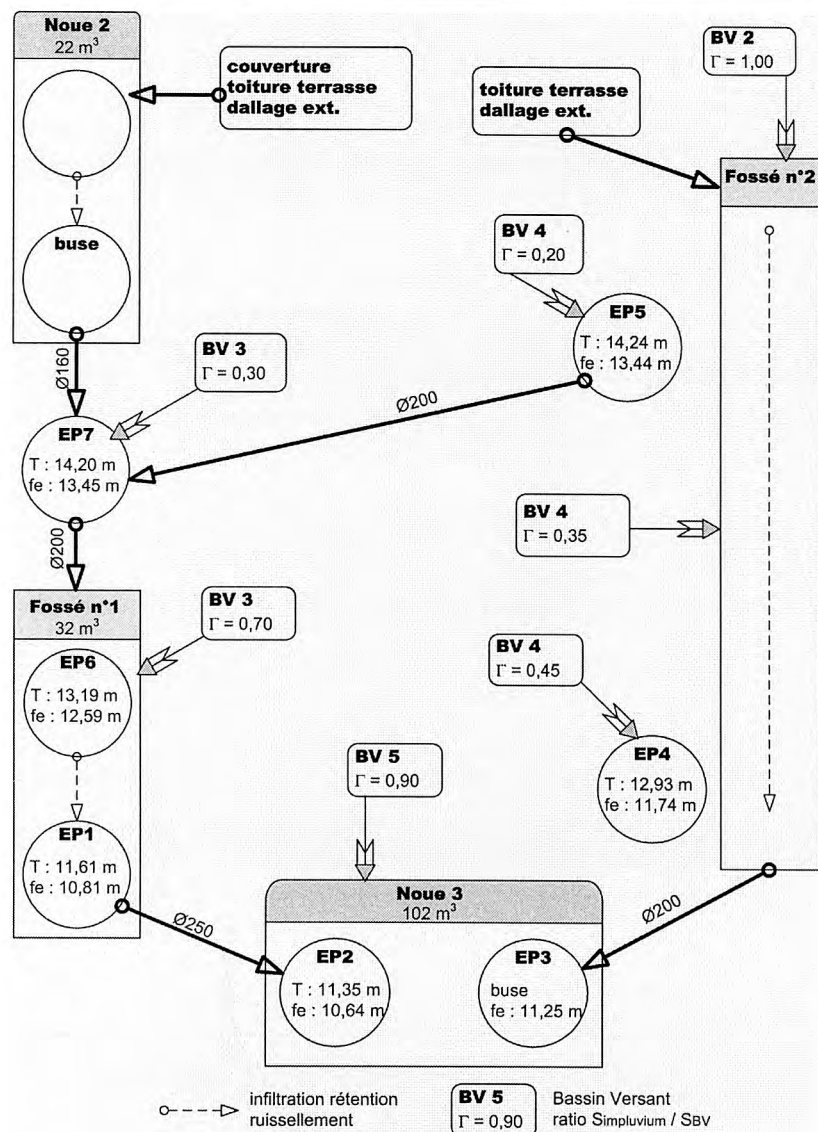
Région 2 : coefficient de Montana

T(1ans) : $a=3,5$ / $b=0,62$
 T(2ans) : $a=4,6$ / $b=0,62$
 T(5ans) : $a=5,5$ / $b=0,57$
 T(10ans) : $a=6,7$ / $b=0,55$

Région 3 : coefficient de Montana

T(1ans) : $a=3,8$ / $b=0,53$
 T(2ans) : $a=5$ / $b=0,54$
 T(5ans) : $a=5,9$ / $b=0,51$
 T(10ans) : $a=6,1$ / $b=0,44$

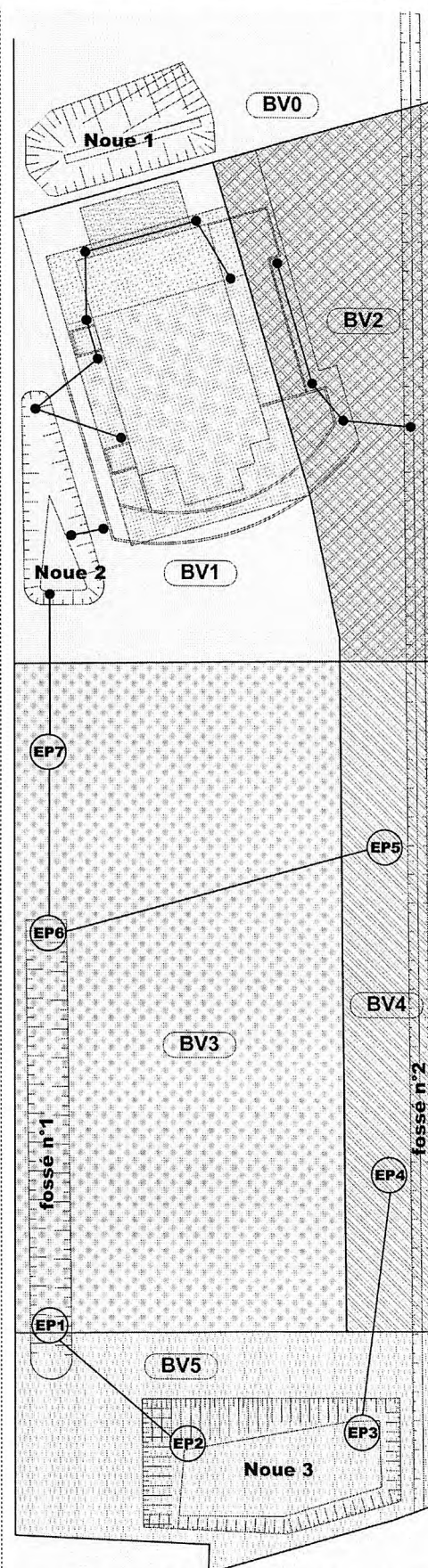
ANNEXE III – PRINCIPE DE COLLECTE DES EAUX PLUVIALES



– Principe du réseau hydraulique Zone Sud –

Bassin Versant	Superficie totale de collecte (m ²)	Superficie (m ²)				Superficie végétalisée hors noues et fossés (m ²)	Superficie miroir d'infiltration noues et fossés (m ²)
		couverture bâtiment	toiture terrasse	béton désactivé	enrobé et GRH		
BV1	1687	670	12	150	40	685	noue 2 : 130
BV2	945	...	175	100	500	50	fossé 2 : 120
BV3	2390	...	...	...	1950	240	fossé 1 : 200
BV4	660	...	...	...	405	115	fossé 2 : 140
BV5	945	...	...	...	245	305	fossé 2 : 40 noue 3 : 355
$\Sigma =$	6627	670	187	250	3140	1395	985

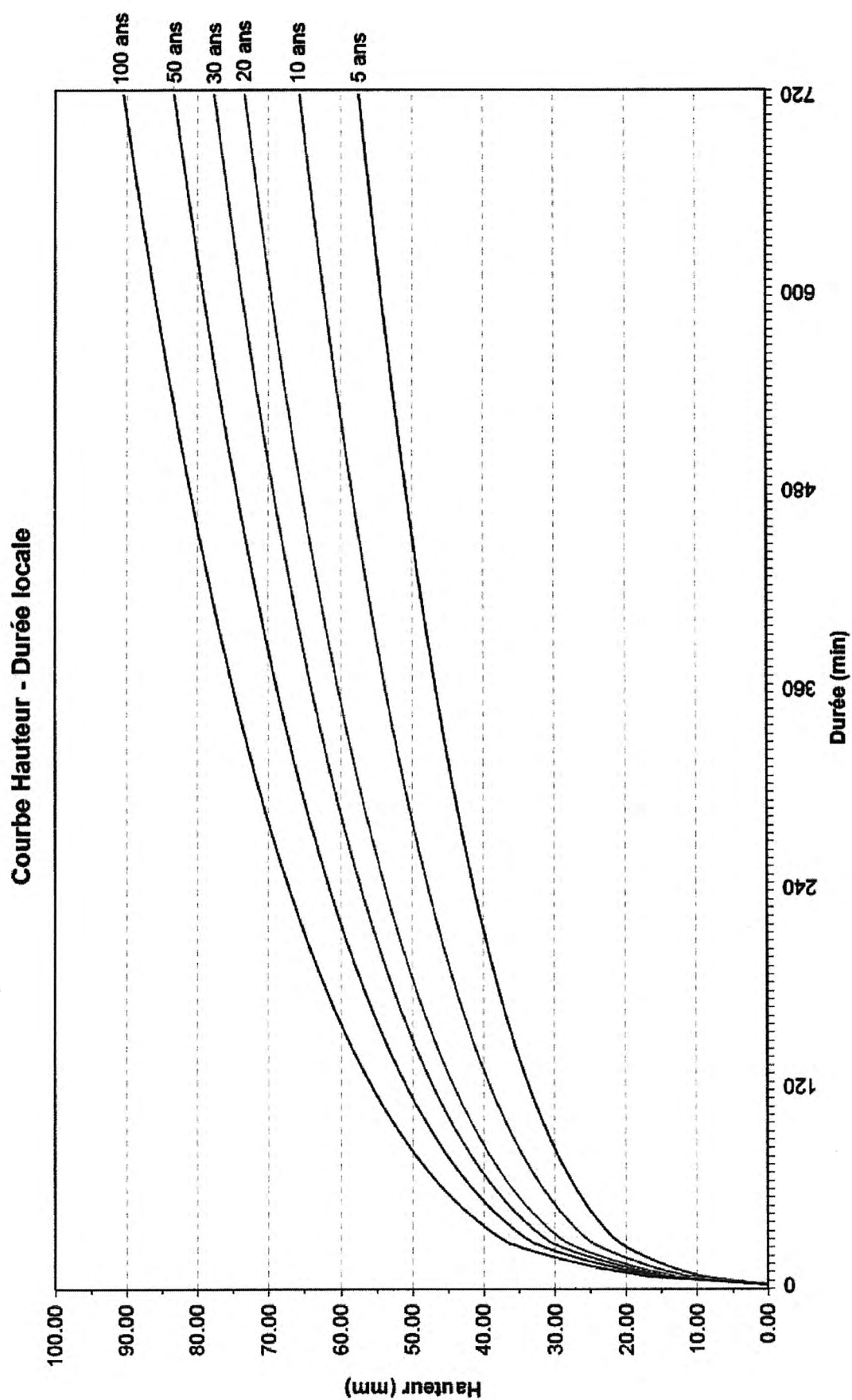
– Aires de collecte Zone Sud –



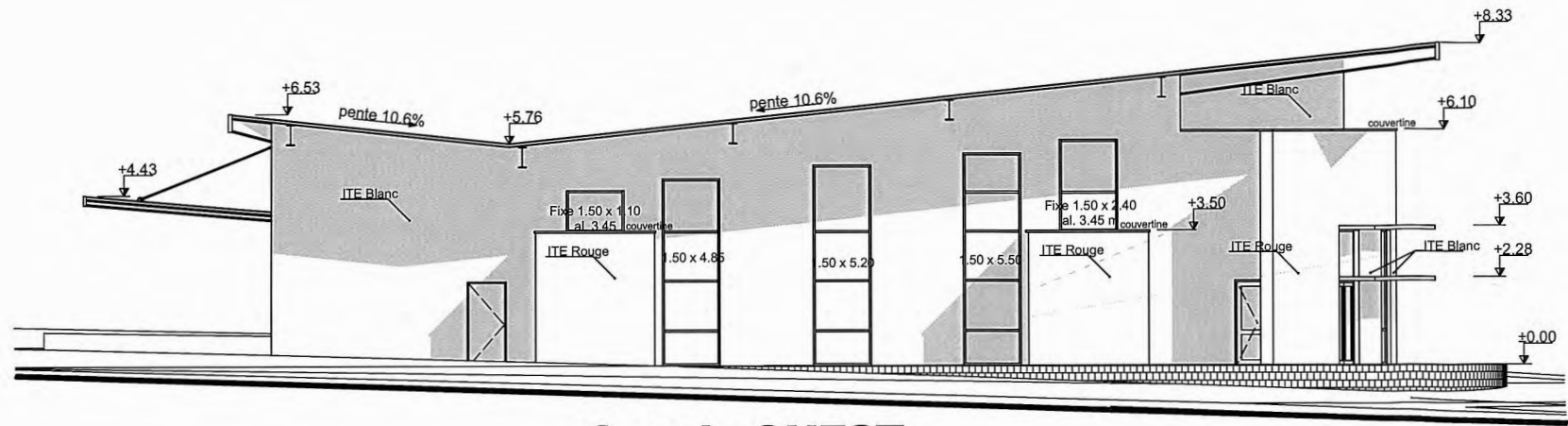
– Décomposition en 5 bassins versants –

nota : BV0 non considéré pour les études

ANNEXE IV – COURBES DE PRÉCIPITATIONS

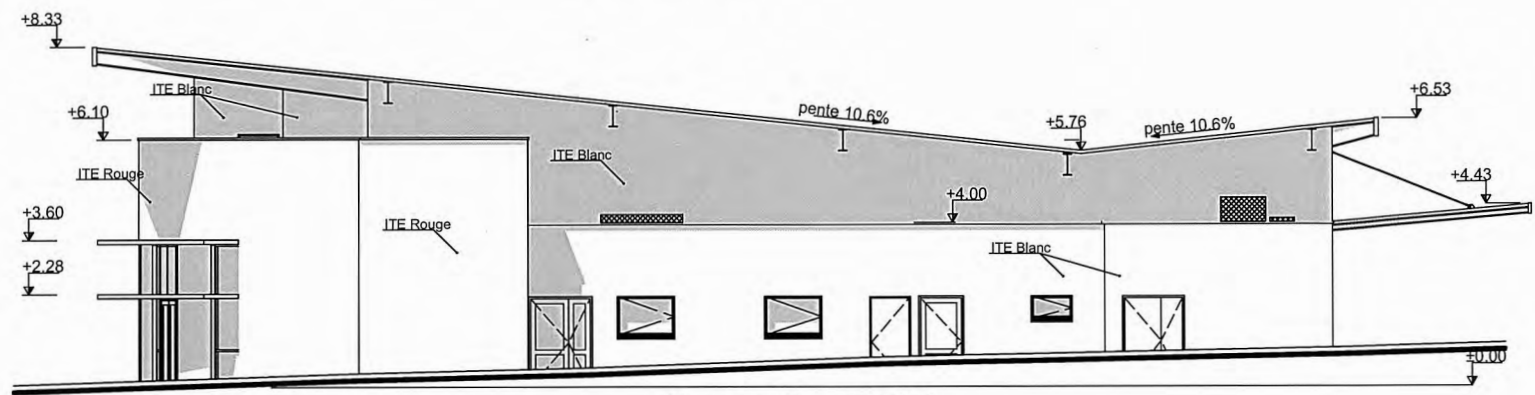


courbes de précipitations applicables pour le projet
 $T = 5, 10, 20, 30, 50, 100$ ans



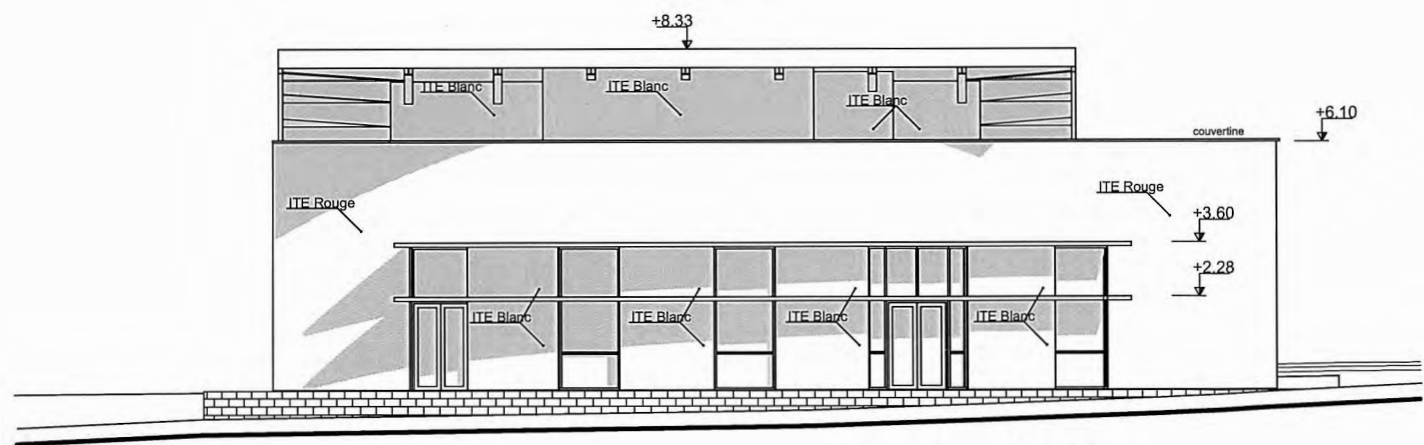
façade OUEST

Ech : 1 / 180



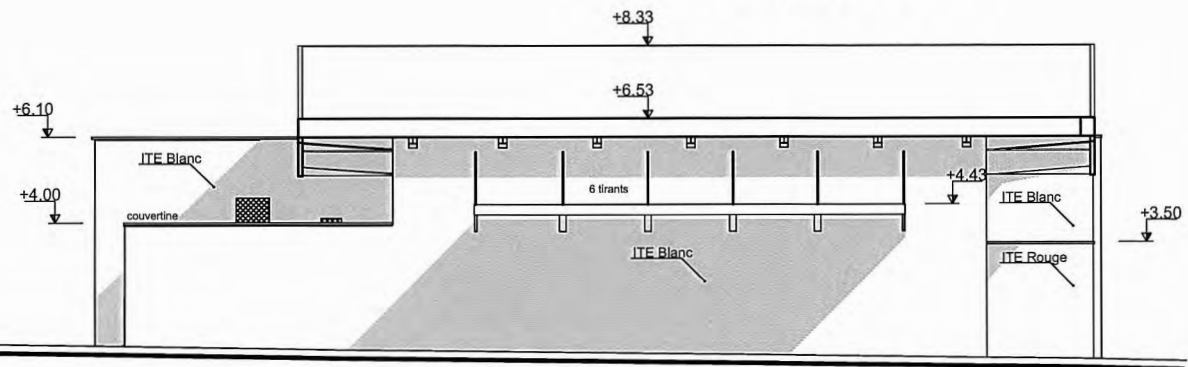
façade EST

Ech : 1 / 180



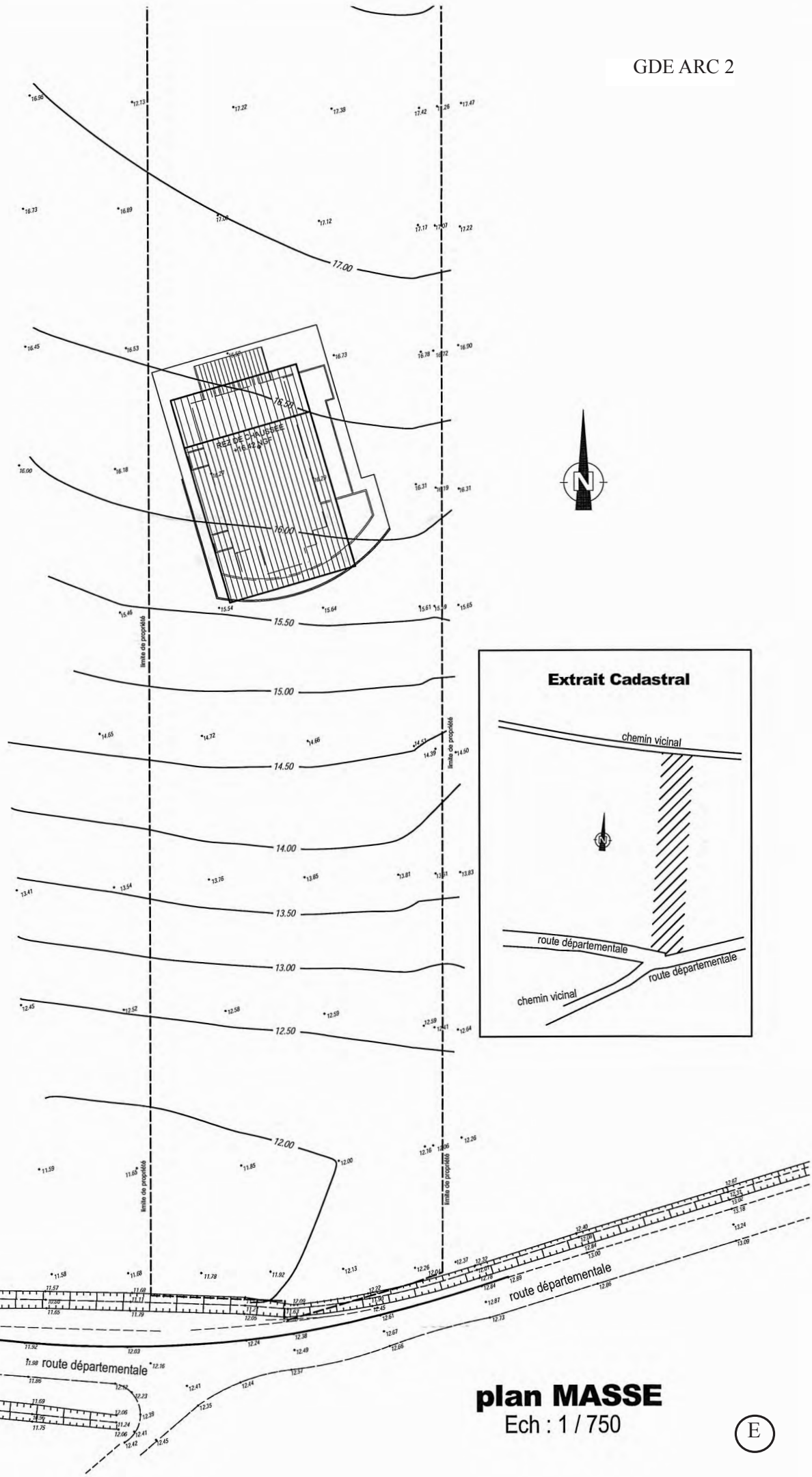
façade SUD

Ech : 1 / 180



façade NORD

Ech : 1 / 180



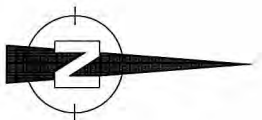
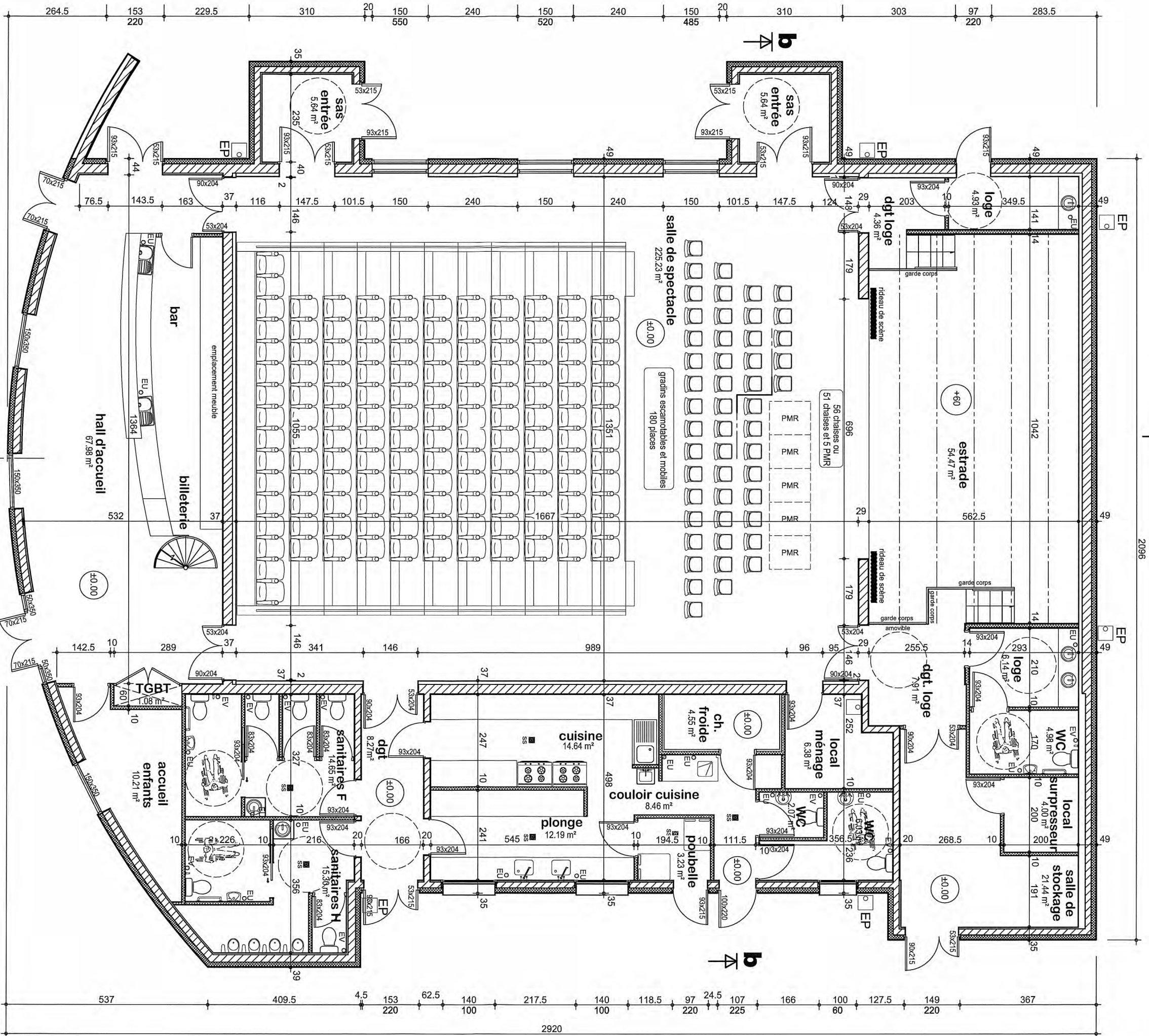
plan MASSE

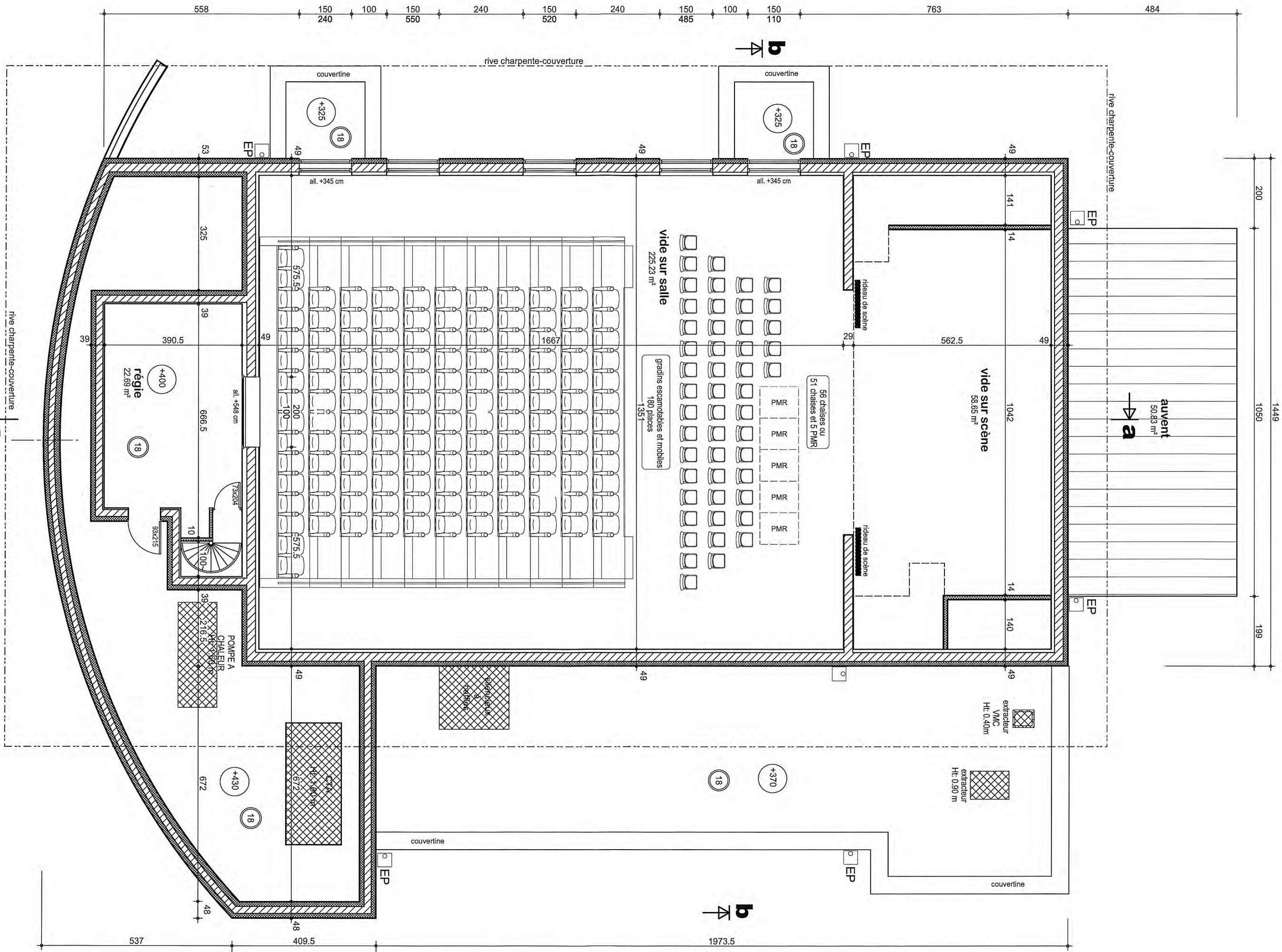
Ech : 1 / 750

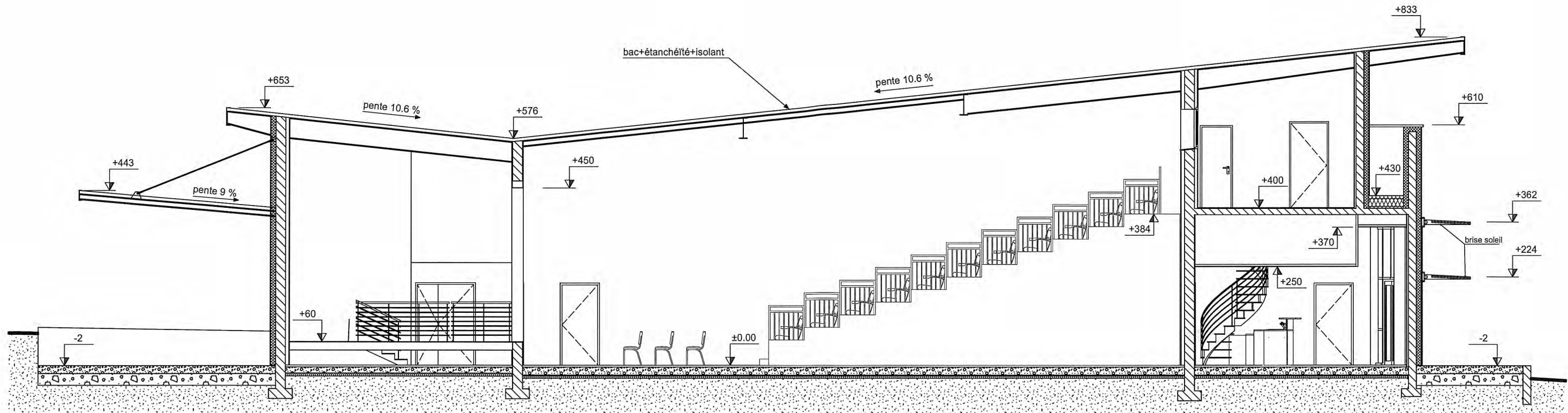
E

Construction d'une salle des fêtes			
...	DCE	APS	EXE
APD	POE	APD	EXE
notation m			
plan architecte			

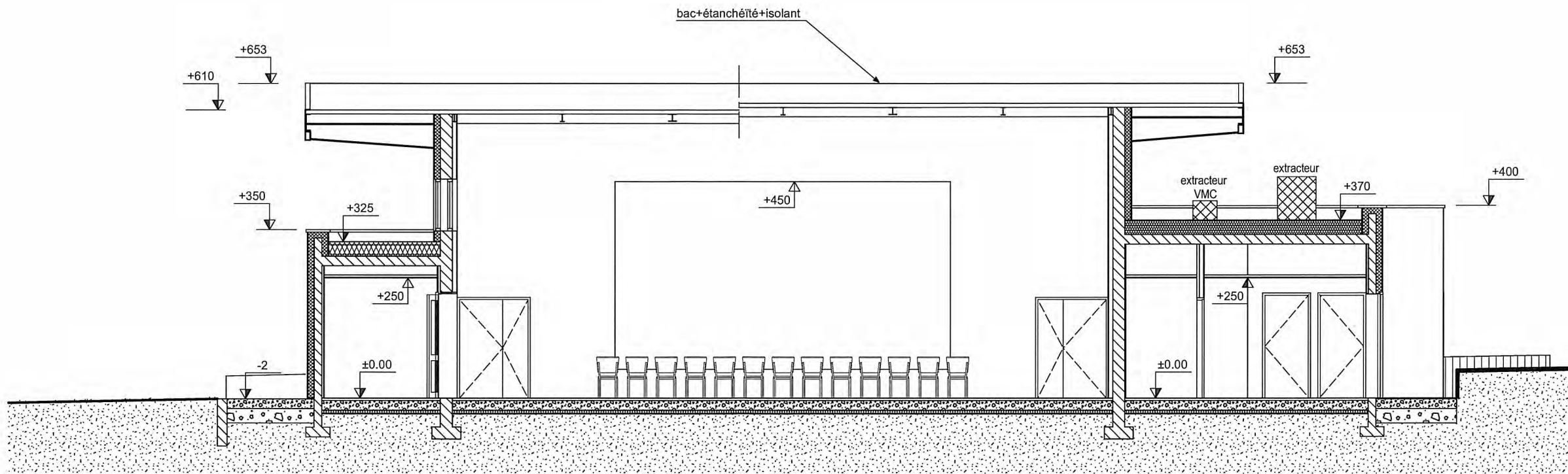
plan MASSE
FACADES





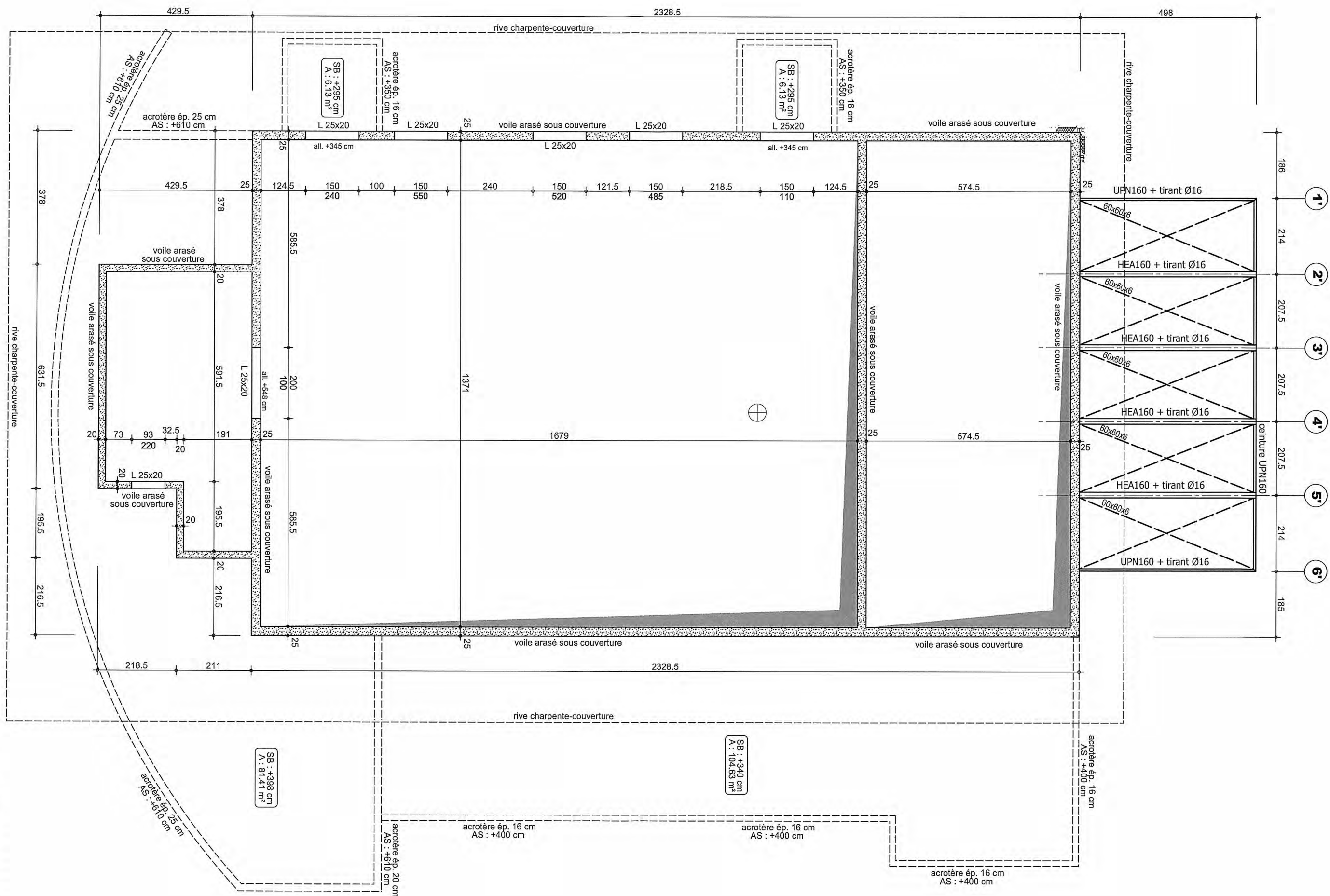


Coupe aa



Coupe bb

page 31



Construction d'une salle des fêtes

ETAGE R+1

Ech : 1 / 100

plan BET