



MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION  
NATIONALE

EAE SIC 3

SESSION 2019

## AGREGATION CONCOURS EXTERNE

Section : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR

Option : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR  
ET INGÉNIERIE DES CONSTRUCTIONS

CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME,  
D'UN PROCÉDÉ OU D'UNE ORGANISATION

Durée : 6 heures

*Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.*

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.*

*Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.*

**NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier.**

Tournez la page S.V.P.

A

## Avis aux candidats :

Les **références des questions** doivent être **clairement indiquées** avant chaque réponse.

- Tout résultat doit être justifié, le cas échéant illustré par des schémas.
- Les renseignements non fournis ou les données supposées manquantes sont laissés à l'initiative du candidat après explications et justifications.
- Dans le cas où un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale très lisiblement dans sa copie, propose la correction envisagée et poursuit l'épreuve en conséquence.

*Afin d'assurer la confidentialité du dossier, celui-ci a été anonymé. Toutes les données techniques et financières proposées sont indépendantes du projet réel.*

## Documents constituant le dossier

### Sujet :

A – Présentation générale de l'opération	2 pages
B – Études demandées	4 pages
B1 – Étude de la structure porteuse	
B2 – Équipements techniques et énergie	
B3 – Organisation	

### Documents annexes :

21 pages

- C1 : Plan architecte du Niveau -3.98
- C2 : Détail du joint de dilatation sur files Ba - Ba' au niveau -3.98
- C3 : Vue en plan et repérage des pieux entre les files A1 et B3
- C4 : Extraits du CCTP des fondations spéciales
- C5 : Détails du bassin de rétention
- C6 : Plan de repérage des toitures terrasses
- C7 : Tableau des surfaces - Coefficients d'imperméabilisation et de Montana
- C8 : Extraits du CCTP du lot VRD
- C9 : Principe de la méthode des pluies – Courbe H(t)
- C10 : Plan structure du niveau R+4 (+17.69)
- C11 : Plan structure du niveau R+2 (+10.88)
- C12 : Plan structure des fondations (-3.98)
- C13 : Plan structure coupe B-B sur bâtiment B
- C14 : Détails fondations - Affectation des locaux - Descente de charge partielle

- C15 : Tableau des actions variables
- C16 : Méthode simplifiée de dimensionnement des poteaux
  
- C17 : Organigramme de calcul des armatures longitudinales en flexion simple, Section rectangulaire
- C18 : Organigramme simplifié de calcul des armatures d'effort tranchant en flexion simple
- C19 : Tableau des sections d'armatures
- C20 : Synthèse étude règlementaire Bâtiment B
- C21 : Extraits du CCTP Lot 18 : Ventilation – Chauffage – Refroidissement
- C22 : Répartition Puissances et Degrés-Jours entre chaudières biomasse et gaz de la chaufferie urbaine
- C23 : Schéma de principe de la sous-station
- C24 : Plans niveaux RDC BAS, RDC HAUT, R+1, R+5 (Toiture) et Coupe faux-plafond
- C25 : Documentation constructeur baffles acoustiques rectangulaires
- C26 : Tableau de mesure

**Documents réponses :**

13 pages

- DR1 : Plan de fondation : coupe B-B
- DR2 : Procédure de réalisation des pieux à la tarière creuse
- DR3 : Méthode des pluies : courbes H
- DR4 : Plan de ferrailage du poteau
- DR5 : Plan de ferrailage de la poutre
- DR6 : Documentation technique Pompes GRUNFOS Magna 3
- DR7 : Analyse fonctionnelle de l'installation de conditionnement d'air
- DR8 : Feuille de calculs pertes de charge réseau aéraulique Plateau RdC bas
- DR9 : Diagramme de l'Air Humide CAS HIVER
- DR10 : Diagramme de l'Air Humide CAS ETE
- DR11 : Feuille de calculs Piège à son
- DR12 : Feuille de calculs Prix de vente TTC

## INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

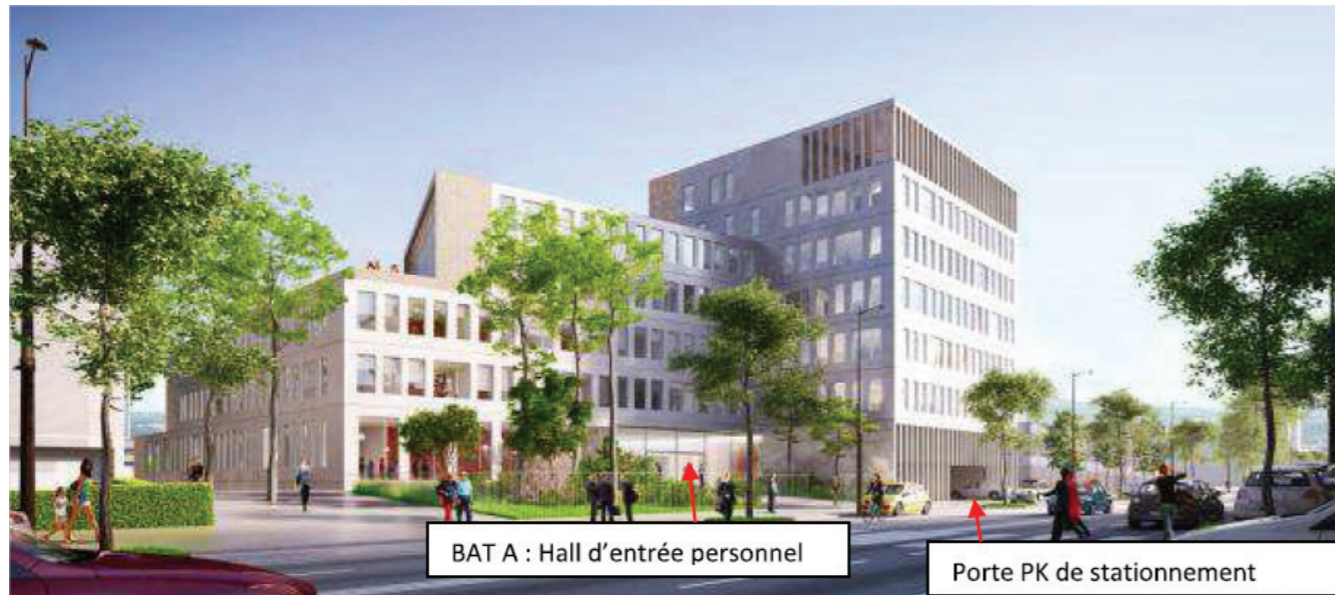
Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EAE	1416A	103	1268

## A – Présentation générale de l'opération

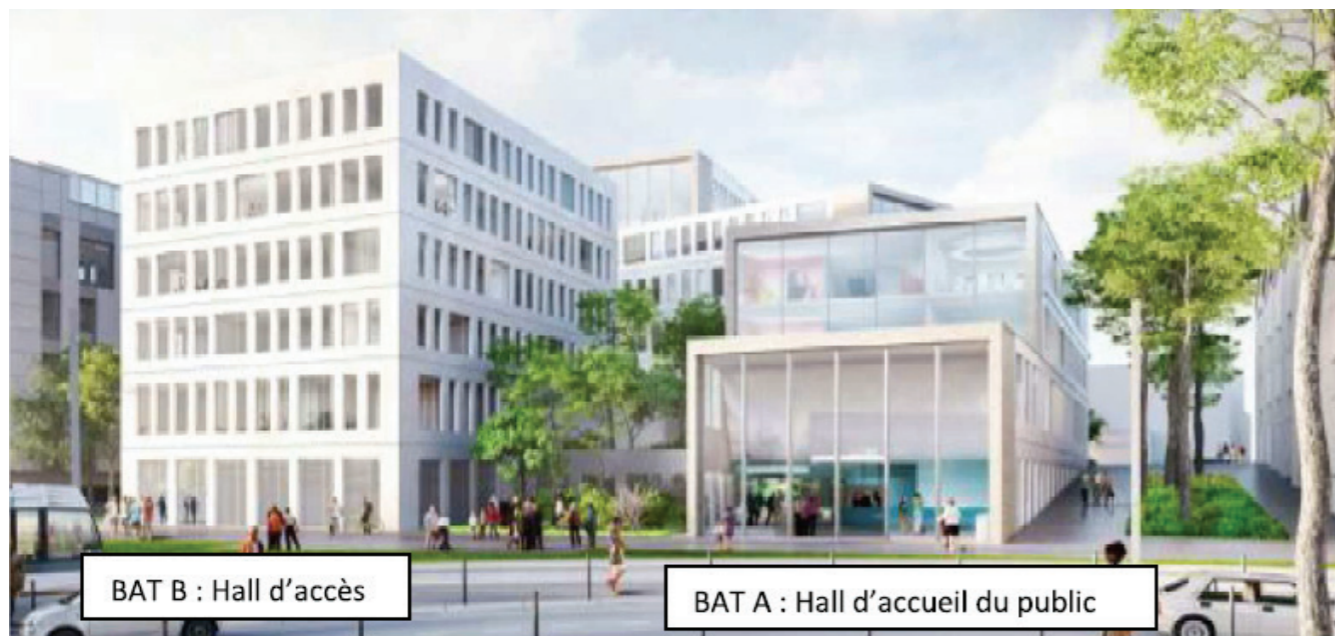
### Contexte socio-économique :

Le projet, objet d'un concours, concerne la réalisation d'un programme immobilier sur une parcelle de 3100 m<sup>2</sup> bordée par deux rues (Nord et Sud) et deux allées piétonnes (Est et Ouest). Ce programme, à vocation de bureaux, se décompose en trois volumes :

- Le bâtiment A à destination d'un seul investisseur pour 6400 m<sup>2</sup>,
- Le bâtiment B à vocation locative pour 1750 m<sup>2</sup>,
- Le parking de 99 places sur trois niveaux.



Façade Sud



Façade Nord

Le projet cible une certification NF HQE bâtiments tertiaire avec mention EXCELLENT ainsi qu'un label Effinergie +. Par ailleurs, le profil environnemental met l'accent sur les cibles ÉNERGIE et CONFORT.

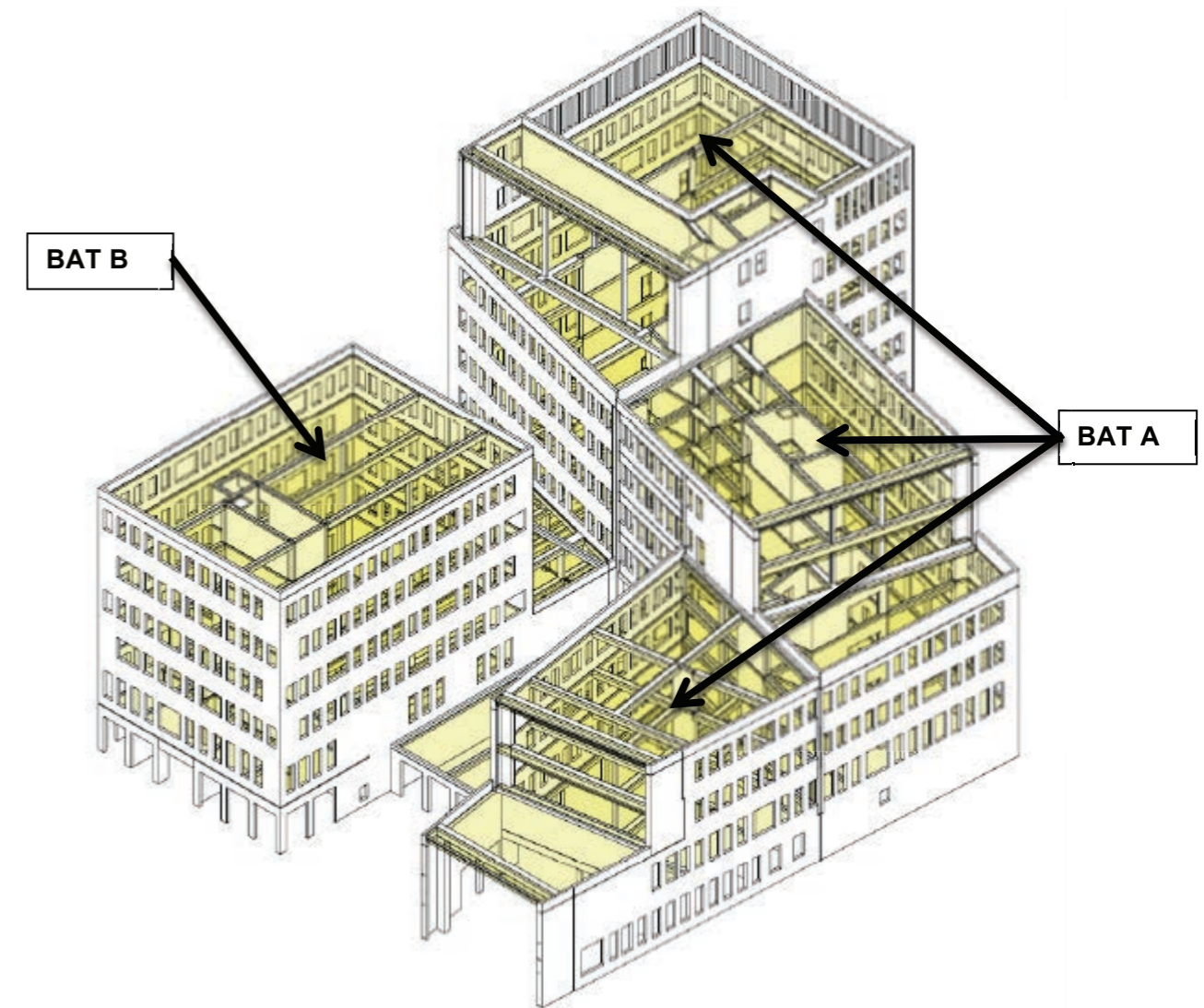
### Conception générale de l'ouvrage :

#### 1. Structure et enveloppe :

##### 1.1. Structure :

Le bâtiment A est constitué de 3 blocs séparés par deux joints de dilatation. Les façades porteuses sont en béton armé et la structure intérieure est du type poteaux-poutres. Les planchers sont réalisés en béton armé ou avec des dalles alvéolaires précontraintes pour les grandes portées, avec une hauteur de dalle à dalle de 3,45 m.

Le bâtiment B, d'un seul bloc, est réalisé entièrement en béton armé. La structure porteuse est constituée par des voiles de façade, poteaux et poutres. La hauteur de dalle à dalle est de 3,45m.



La zone parking, en béton armé, est composée de voiles périphériques et d'une structure poteaux-poutres. La hauteur de dalle à dalle a été limitée à 2,70 m.

L'ensemble de la structure repose sur des fondations profondes de type pieux. Le plancher bas du dernier niveau de parking et du type dallage porté. Des soutènements de type paroi berlinoise sont réalisés en limite de propriété pour la réalisation des niveaux enterrés.

La couverture est réalisée par une étanchéité en bitume élastomère avec protection par dalles sur plots pour les terrasses accessibles et gravillons pour les terrasses inaccessibles. Des terrasses végétalisées sont prévues sur les jardins.

Les voiles enterrés des locaux nobles du RDC Bas reçoivent une étanchéité. Une membrane d'étanchéité est prévue pour le bassin de rétention des eaux pluviales situé sous la rampe d'accès.

1.1.1. Hypothèses retenues :

Durée d'utilisation de projet : 50ans.

Classe d'exposition : XC1 pour les bétons intérieurs et XF1 pour les voiles de façade.

1.1.2. Matériaux :

Béton C25/30, la maîtrise de la qualité du béton est assurée par un système de contrôle qualité complet. Certains éléments très sollicités sont prévus en C40/50.

Aciers B500B pour toutes les armatures.

1.1.3. Choix constructifs :

L'ensemble du bâtiment est réalisé en béton armé coulé en place pour les poteaux, voiles et dalles. Certaines pièces sont prévues préfabriquées telles que les dalles alvéolaires et les retombées des poutres.

**1.2. Caractéristiques des façades :**

Les voiles de façade sont prévus coulés en place. Ils recevront à l'intérieur un complexe isolant (TH32 de 12 cm). L'extérieur sera brut de décoffrage et recevra une lasure opacifiante. Un parement par briquettes collées est prévu sur les acrotères et au droit des murs rideaux.

Un calepinage soigné des joints et des trous des tiges de serrage des bandes sera validé par le service méthode de l'entreprise de gros œuvre et l'architecte.

Les menuiseries et murs rideaux en aluminium laqué intègrent des vitrages retardateurs d'effraction sur les baies à proximité des chaussées ainsi que des vitrages à contrôle solaire sur les façades exposées.

**2. Équipements :**

**2.1. Conditions climatiques :**

Conditions extérieures :

- Hiver :  $T_{ext} = - 13^{\circ}C$ ;  $\varphi_{ext} = 50\%$
- Été :  $T_{ext} = + 32^{\circ}C$ ;  $\varphi_{ext} = 40\%$

Consignes intérieures :

- Hiver :  $T_{int} = 21^{\circ}C$ ;  $\varphi_{int} = 50\%$
- Été :  $T_{int} = 26^{\circ}C$ ;  $\varphi_{int} = 50\%$

**2.2. Description des équipements :**

La chaleur et le froid nécessaires à la couverture des besoins de chauffage et de rafraîchissement de l'opération seront produits par des réseaux urbains appartenant à la ville.

La chaufferie urbaine produit :

a/ de l'eau basse pression et basse température (<110°C) à partir des unités de production suivantes :

- 1 chaudière biomasse de 7.2 MW
- 2 chaudières gaz de 7.2 MW (dont une en secours)

b/ de l'eau glacée (4°C / 8°C) produite par des pompes à chaleur et machines à absorption.

L'énergie est acheminée jusqu'à une sous-station située au RdC du bâtiment A.

Le renouvellement d'air de l'ensemble des bureaux, open-space et salles de réunion est assuré par des centrales de traitement d'air.

Le chauffage et le refroidissement des locaux sont assurés par des ventilo-convecteurs.

Étude	Thèmes	Temps estimé
B1	Structure porteuse	2 h 30
B2	Équipements techniques - Énergie	2 h 30
B3	Organisation	1 h 00

## B – Études demandées :

### **B1 : ETUDE DE LA STRUCTURE PORTEUSE**

Les études concernent :

- Le bâtiment B pour les études de la structure porteuse,
- L'ensemble des bâtiments pour les autres études.

#### **B1.1 : CHOIX CONSTRUCTIFS**

##### **B1.1.1 : ANALYSE DU JOINT DE DILATATION SUR LES FILES Ba-Ba'**

###### **Ressources :**

- ANNEXE C1 : Plan architecte du Niveau – 3.98
- ANNEXE C2 : Détail du joint de dilatation sur files Ba-Ba' au niveau -3.98

###### **Travail demandé :**

- Q1) Expliquer l'intérêt des joints de dilatation dans la structure. Donner les paramètres à retenir pour en choisir le nombre, la position, etc.
- Q2) Après la réalisation du gros œuvre, quels sont les traitements possibles de ce joint.
- Q3) Proposer une solution pour réaliser la partie structure du joint de dilatation.

##### **B1.1.2 : ANALYSE DES FONDATIONS**

###### **Ressources :**

- ANNEXE C3 : Vue en plan et repérage des pieux entre les files A1 et B3
- ANNEXE C4 : Extraits du CCTP des fondations spéciales
- ANNEXE C13 : Plan structure coupe B-B sur bâtiment B
- ANNEXE C14 : Détails fondations

###### **Travail demandé :**

- Q4) Pour la réalisation des pieux, la variante autorisée est du type tarière creuse, expliquer le principe de réalisation ainsi que les critères de choix et paramètres de dimensionnement.
- Q5) Compléter le document réponse DR1 en réalisant la coupe B-B des fondations.
- Q6) Dans le cadre du plan assurance qualité, établir la procédure de réalisation des pieux forés tubés (solution de base), compléter le document réponse DR2.

### **B1.1.3 : ANALYSE DU BASSIN DE RETENTION**

###### **Ressources :**

- ANNEXE C5 : Détails du bassin de rétention
- ANNEXE C6 : Plan de repérage des toitures terrasses
- ANNEXE C7 : Tableau des surfaces - Coefficients d'imperméabilisation et de Montana
- ANNEXE C8 : Extraits du CCTP du lot VRD
- ANNEXE C9 : Principe de la méthode des pluies – Courbe H(t)

###### **Travail demandé :**

- Q7) Les eaux pluviales sont dirigées vers un bassin de rétention. Expliquer l'utilité de ce bassin ainsi que son mode de fonctionnement.
- Q8) Par la méthode des pluies, déterminer le volume du bassin pour une période de retour de 10 ans en complétant le document réponse DR3. Conclure vis-à-vis du choix retenu.
- Q9) Préciser les précautions à prendre, vis-à-vis de la partie gros œuvre, pour la réalisation de ce bassin et proposer les dispositifs à intégrer dans le regard de sortie afin d'assurer la régulation.

#### **B1.2 : STRUCTURE**

##### **B1.2.1 : DESCENTE DE CHARGE**

###### **Ressources :**

- ANNEXE C10 : Plan de structure du niveau R+4 (+17.69)
- ANNEXE C12 : Plan de structure des fondations (-3.98)
- ANNEXE C13 : Plan structure coupe B-B sur le bâtiment B
- ANNEXE C14 : Détails fondations - Affectation des locaux - Descente de charge partielle
- ANNEXE C15 : Tableau des actions variables

###### **Travail demandé :**

- Q10) Il est possible de minorer les charges d'exploitation, quels sont les paramètres pris en compte ? Expliquer le principe de la méthode.
- Q11) Afin de réaliser le dimensionnement du pieu P83, compléter la descente de charge sur le pieu à l'intersection des files Bc et B4 pour les niveaux R+4 et dallage porté (la descente de charge partielle donne les résultats des niveaux +14,33 à – 3,98). Afin de

simplifier les calculs, il ne sera pas tenu compte de la minoration des charges d'exploitation.

### **B1.2.2 : DIMENSIONNEMENT D'UN POTEAU**

#### **Ressources :**

- ANNEXE C11 : Plan de structure du niveau R+2 (+10.88)
- ANNEXE C13 : Plan structure coupe B-B sur le bâtiment B
- ANNEXE C16 : Méthode simplifiée de dimensionnement des poteaux
- ANNEXE C19 : Tableau des sections d'armatures

#### **Travail demandé :**

- Q12) À partir de la question précédente, réaliser la vérification du poteau P4 à l'intersection des files Bc et B4 entre les niveaux +10.88 et +7.43. Pour cela, déterminer la hauteur libre.
- Q13) En prenant une charge en tête du poteau à l'ELU,  $N_{Ed} = 2240$  kN, et en utilisant la méthode simplifiée, déterminer la section des aciers longitudinaux.
- Q14) Déterminer les armatures transversales (espacement et disposition).
- Q15) Réaliser le plan de ferrailage en complétant le document réponse DR4.

### **B1.2.3 : DIMENSIONNEMENT D'UNE POUTRE**

#### **Ressources :**

- ANNEXE C11 : Plan de structure du niveau R+2 (+10.88)
- ANNEXE C13 : Plan structure coupe B-B sur le bâtiment B
- ANNEXE C14 : Détails fondations - Affectation des locaux - Descente de charge partielle
- ANNEXE C15 : Tableau des actions variables
- ANNEXE C17 : Organigramme de calcul des armatures longitudinales en flexion simple,  
section rectangulaire
- ANNEXE C18 : Organigramme simplifié de calcul des armatures d'effort tranchant en flexion simple
- ANNEXE C19 : Tableau des sections d'armatures

#### **Travail demandé :**

- Q16) L'étude porte sur la poutre 3 de la file Bc entre les files B5 et B4 au niveau +10.88. Déterminer les différents cas de charge afin de pouvoir réaliser le calcul des moments

nécessaires au dimensionnement des aciers longitudinaux de cette poutre (le calcul des moments n'est pas demandé, seuls les cas de charge sont demandés).

- Q17) Avec de la méthode de dimensionnement fournie et en considérant le moment en travée à l'ELU,  $M_{ED\ travée} = 371$  kN.m et celui sur appui  $M_{ED\ appui} = - 601$  kN.m, déterminer les armatures longitudinales de la poutre entre les files B5 et B4.
- Q18) À partir de la méthode de dimensionnement fournie et en considérant un  $V_{ED}$  au nu de l'appui sur la file B5 de 241 kN et de 397 kN sur la file B4, déterminer les armatures transversales.
- Q19) Proposer un principe de ferrailage de cette poutre (la nomenclature n'est pas demandée), compléter le document réponse DR5.

### **B2 : ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES – ÉNERGIE**

Les études concerneront :

- l'ensemble des bâtiments pour la sous-station,
- le bâtiment B pour les études thermiques, climatiques et acoustiques.

#### **B2.1 : THERMIQUE DU BATIMENT ET REGLEMENTATION THERMIQUE**

#### **Ressources :**

- ANNEXE C20 : Synthèse étude règlementaire bat B

#### **Travail demandé :**

- Q20) Le coefficient  $C_{ep}$  est exprimé en  $\text{kW.h}_{\text{énergie primaire}} / \text{m}^2_{\text{SHON RT}}/\text{an}$ . Expliquer cette notion d'énergie primaire (5 lignes maximum).
- Q21) Le bâtiment B est-il réglementaire ? Justifier votre réponse.
- Q22) Proposer 2 facteurs permettant de faire diminuer la valeur du  $B_{bio}$  de ce bâtiment en les justifiant.
- Q23) Proposer 2 facteurs permettant de faire diminuer la valeur du  $C_{ep}$  de ce bâtiment en les justifiant.
- Q24) On étudiera en variante une dégradation de la perméabilité à l'air de  $Q_4=1$   $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2_{\text{parois déperdtives}}$  à  $Q_4=1.4$   $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2_{\text{parois déperdtives}}$ . Calculer le pourcentage de variation de la consommation énergétique du bâtiment. On donne  $DJU = 2636$  °C.J (DJU : Degrés Jours Unifiés)



## **B2.2 : CONDITIONNEMENT D'AIR ET RESEAUX HYDRAULIQUES**

Dans cette partie, on s'intéressera à la sous-station de l'ensemble du projet et aux installations techniques spécifiques au bâtiment B.

### **B2.2.1 : ANALYSE DE LA SOUS-STATION DE L'ENSEMBLE DU PROJET**

#### **Ressources :**

- ANNEXE C21 : CCTP Lot 18 : Ventilation – Chauffage – Refroidissement
- ANNEXE C22 : Répartition Puissances et Degrés-Jours entre chaudières bois et gaz de la  
chaufferie urbaine
- ANNEXE C23 : Schéma de principe de la sous-station

#### **Travail demandé :**

- Q25) L'énergie nécessaire au chauffage et au refroidissement est produite par des unités urbaines centralisées. Expliquer les atouts de cette solution par rapport à des productions d'énergie spécifiques à ce bâtiment (10 lignes maximum).
- Q26) Justifier la répartition des puissances des chaudières biomasse et gaz du réseau urbain sur des critères économiques et environnementaux (ANNEXE C22) (10 lignes maximum).
- Q27) Justifier l'intérêt des pompes à vitesse variable présentes sur le schéma de principe.
- Q28) Sélectionner la pompe du circuit Eau chaude Ventilo-convecteur en justifiant le type de régulation de pression (proportionnelle ou constante) en complétant le document réponse DR6
- Justifier le diamètre nominal de la pompe sélectionnée.
- Déterminer le rendement de la pompe sélectionnée.
- Déterminer le gain de pression fourni par la pompe sélectionnée lorsque toutes les vannes de réglage seront fermées.

#### **Données :**

- Pertes de charge du réseau si vannes régulation ouvertes : 70 kPa
- Vitesse maximale de l'eau en chaufferie : 1 m/s

## **B2.2.2 : ETUDE DES MODES DE CONDITIONNEMENT D'AIR DU BATIMENT**

### **B**

#### **Ressources :**

- ANNEXE C21 : CCTP Lot 18 : Ventilation – Chauffage – Refroidissement
- ANNEXE C24 : Plans niveaux RDC BAS, RDC HAUT, R+1, R+5 (Toiture) et Coupe faux-plafond

#### **Travail demandé :**

- Q29) Compléter le document réponse DR7 en indiquant le(s) équipement(s) associés à chaque fonction.
- Q30) Proposer une solution d'amélioration permettant de diminuer les consommations énergétiques sans modifier les systèmes mis en place.
- Q31) Étude du plateau du RdC Bas :
- Proposer 2 solutions techniques permettant de moduler le débit d'air neuf en fonction du taux d'occupation.
  - Déterminer les pertes de charge que devront créer les registres d'auto-équilibrage situés en amont de chaque grille de diffusion d'air neuf (Document réponse DR8).

## **B2.2.3 : DIMENSIONNEMENT DE LA CTA BATIMENT B**

#### **Ressources :**

- ANNEXE C21 : CCTP Lot 18 : Ventilation – Chauffage – Refroidissement

#### **Travail demandé :**

- Q32) Réaliser un schéma de principe de la CTA (Centrale de Traitement d'Air) et :
- Nommer les différents composants,
  - Expliquer le principe de fonctionnement (5 lignes maximum),
  - Indiquer les grandeurs caractéristiques connues.
- Q33) Tracer les évolutions de l'air dans la CTA en hiver et en été sur Diagramme de l'Air Humide en précisant les différents éléments (Documents réponse DR9 et DR10).
- Q34) Dimensionner la batterie froide et la batterie chaude de la CTA en calculant les grandeurs suivantes : puissances sur l'air, efficacité (de la batterie froide), puissances sur l'eau, débits d'eau chaude et glacée.

### **B2.3 : ETUDE ACOUSTIQUE DE LA SALLE SITUEE AU RDC BAS**

Dans cette partie, on demande de déterminer les caractéristiques du piège à son de la salle située au niveau RdC Bas du bâtiment B.

#### **Ressources :**

- ANNEXE C25 : Documentation constructeur baffles acoustiques rectangulaires

#### **Travail demandé :**

- Q35) Déterminer le niveau de pression total pour l'ensemble des 3 bouches de soufflage et déterminer la correction à apporter pour obtenir un niveau ISO 35. (Document réponse DR11).
- Q36) Sélectionner le piège à son en indiquant le nombre de baffles et l'espacement entre elles.
- Q37) Indiquer ou placer le(s) piège(s) à son en citant les contraintes à respecter pour optimiser ses performances.

### **B3 : ORGANISATION**

#### **B3.1 : LA DÉMARCHE BIM**

Le BIM (Building Information Modeling) révolutionne la façon dont les bâtiments, les infrastructures et les réseaux techniques sont planifiés, conçus, créés et gérés.

- Q38) En quoi cette démarche facilite t'elle l'exploitation et la maintenance des bâtiments (15 lignes maximum) ?

#### **B3.2 : ETUDE DU RECOLLEMENT DES PIEUX**

#### **Ressources :**

- ANNEXE C26 : Tableau de mesure - Données

#### **Travail demandé :**

- Q39) Afin de réaliser le rattachement planimétrique des pieux réalisés, le géomètre a matérialisé deux points 603 et 605 connus en coordonnées. En station sur le point 603 et en prenant comme référence angulaire le point 605, il a mesuré les angles horizontaux ainsi que les distances horizontales des axes des pieux. Calculer les

coordonnées rectangulaires des différents axes. Sachant que la tolérance d'excentrement admise est de 12 cm, conclure.

- Q40) Proposer des améliorations sur la méthode employée par le géomètre.

### **B3.3 : ETUDE ECONOMIQUE**

Dans le cadre de la certification NF HQE bâtiments tertiaire, nous allons étudier la faisabilité économique de la mise en place d'un système de récupération d'eau de pluie des 1357 m<sup>2</sup> de toiture terrasse du bâtiment B permettant d'alimenter l'ensemble des WC pour les 178 personnes travaillant sur ce site.

#### **Ressources :**

- Volume du réservoir d'eau pluviale : 30 m<sup>3</sup>
- Volume d'eau annuel nécessaire pour les WC : 520 m<sup>3</sup>
- Pourcentage des besoins d'eau des WC assuré par l'eau de pluie : 80%
- Prix de l'eau potable : 4 € TTC/m<sup>3</sup>
- Taux de TVA : 20%
- Prix de revient horaire main d'œuvre : 40.1 €/h
- Frais de chantier sur déboursés secs : négligé
- Frais généraux sur déboursés secs : 25%
- Bénéfices et aléas sur prix de revient : 11%
- Descriptif de l'installation de récupération d'eau de pluie :

Description	Unité	Prix de revient	Temps de pose	Quantité
		fournitures		
		€ HT	h	U
Mise en place cuve béton 30m <sup>3</sup> + filtration, compris terrassement, sablon de fond de fouilles pour mise à niveau, pose de la cuve et remblaiement	U	11 500	70	1
Gestionnaire de récupération d'eau de pluie comprenant surpresseur, réservoir tampon, flotteur, électrovanne.	U	4 500	16	1
Réseau supplémentaire d'alimentation de l'ensemble des WC du bâtiment B depuis le gestionnaire de récupération d'eau de pluie	ml	30	0,12	30

#### **Travail demandé :**

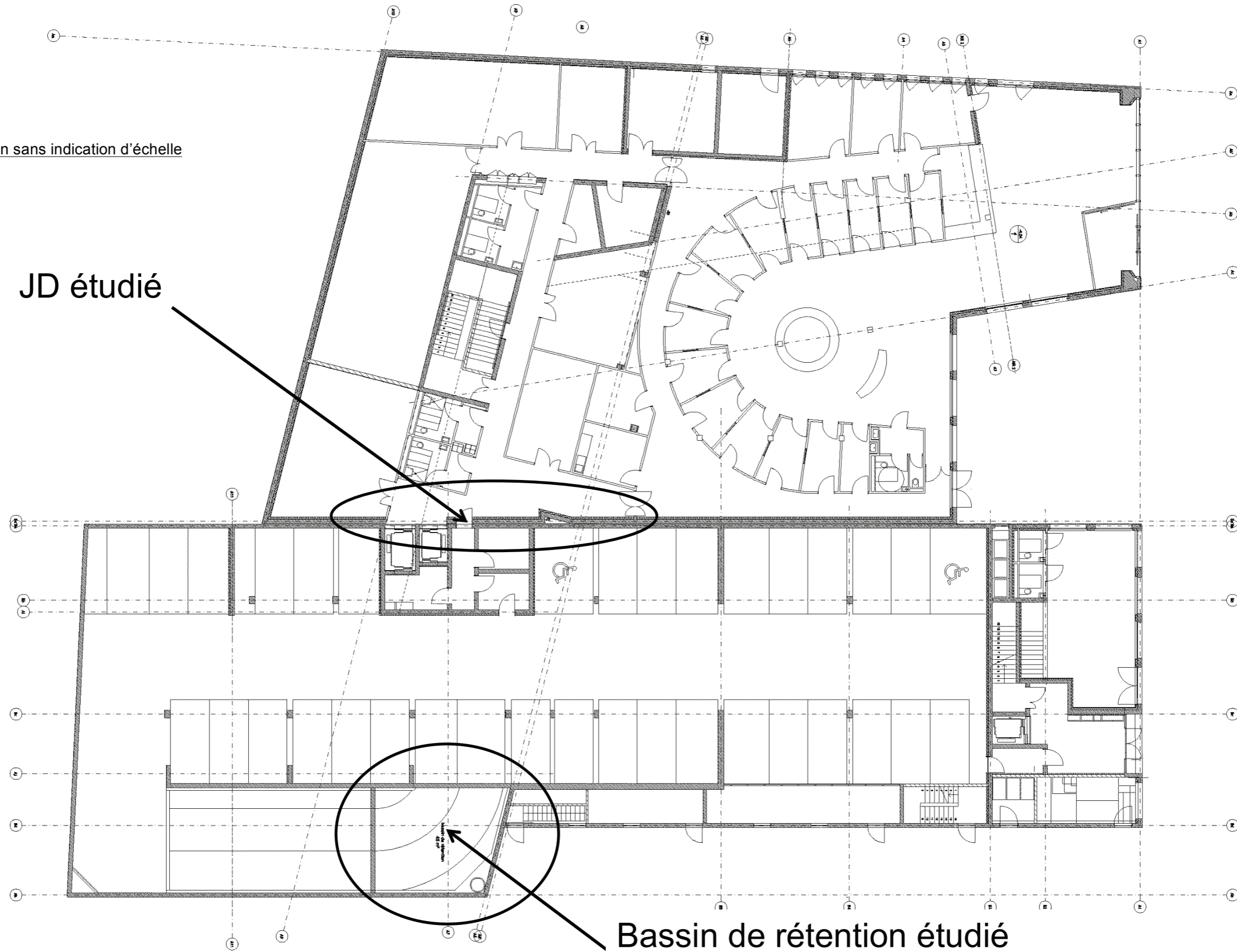
- Q41) Calculer le prix de vente du poste Fourniture et pose de la récupération d'eau pluie. Présenter le détail de calcul sous une forme de tableau explicite faisant apparaître le raisonnement et les prix intermédiaires : Déboursés Secs, Prix de revient, Prix de vente hors taxes, Prix T.T.C (Document réponse DR12).

- Q42) Déterminer l'économie financière réalisée grâce à cet équipement.
- Q43) Déterminer le temps retour sur investissement. Conclure sur l'intérêt de cette variante.
- Q44) Indiquer les simplifications et les paramètres non pris en compte dans les calculs précédents.

**C – Documents annexes**

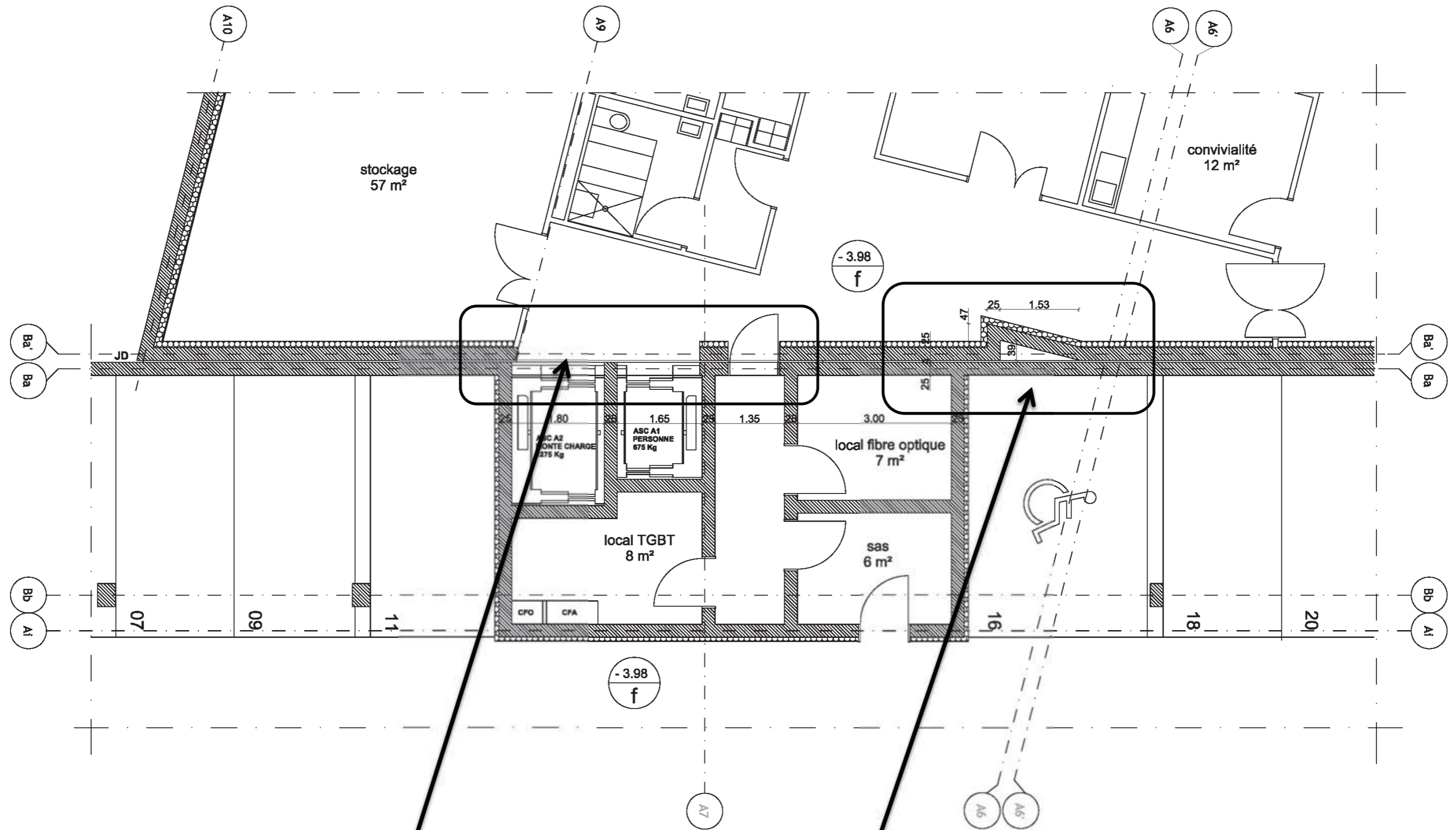
Plan sans indication d'échelle

JD étudié



Bassin de rétention étudié

ANNEXE C2 : *Détail du joint de dilatation sur files Ba - Ba' au niveau -3.98*



Question 2)

Question 3)

Plan sans indication d'échelle



### **1.1. INSTALLATION - TRAVAUX PRÉPARATOIRES :**

#### État du terrain :

Les entreprises sont tenues, pour faire l'étude et leur proposition, de se rendre sur les lieux pour se rendre compte de leur état. Elles ne pourront en aucun cas, se prévaloir d'une imprécision, d'une erreur ou d'une omission. Tous renseignements qu'elles pourraient juger nécessaires pour faire l'étude pourront leur être fournis par le Maître d'œuvre. L'entreprise réceptionnera le fond de fouille et accès réalisés par le lot Terrassements. Réalisation de plateformes pour la réalisation des fondations spéciales, à la charge du présent lot. Création d'une plateforme avec les objectifs suivants :  $Ev2 \geq 30$  MPa. Maintien en état des plateformes pendant la durée de ses travaux. L'entretien et la remise en état des voies de circulation dégradées par les engins de transports ou de manutention à proximité de la construction. Les terres provenant des forages seront chargées sur camion et évacuées à la décharge par le présent lot.

#### Implantation :

L'entrepreneur de fondations spéciales devra assurer à sa charge l'implantation de chacun des pieux, conformément aux plans d'exécution du BET de l'entreprise. Cette installation sera effectuée par un géomètre, et un relevé contradictoire sera effectué avec le lot Gros-œuvre. Les repères d'implantation doivent être solides et bien protégés (tige métallique fixée dans un massif béton).

#### Épuisements :

L'entrepreneur assure à ses frais l'évacuation des eaux de ruissellement et d'infiltration. D'une manière générale, il évacue à sa charge les eaux de toute nature et de toute origine qui surviendraient dans les fouilles ou qui viendraient à envahir le chantier. Il exécute tous les travaux et ouvrages provisoires nécessaires à leur évacuation et à l'assèchement des fouilles. L'entrepreneur installe aux endroits convenables, les pompes et leurs accessoires, tuyaux d'aspiration et de refoulement, canalisations ou goulottes nécessaires à l'évacuation des eaux rencontrées. Avant rejet aux égouts, les eaux extraites sont décantées. Les ouvrages de décantation sont réalisés conformément aux instructions des services techniques municipaux. Les eaux ainsi décantées sont rejetées dans les réseaux d'égout.

#### Installation :

Amenée et le repli du matériel de forage sur le site, y compris l'obtention des autorisations de voiries éventuelles, les protections et signalisations nécessaires à la protection des personnes, la reconnaissance préalable des accès au site.

### **1.2. EXÉCUTION DES PIEUX :**

La machine sera équipée d'enregistreurs analogiques de paramètres de forage et de bétonnage. Les pieux seront ancrés suivant recommandations de l'étude de sol. Avant chaque forage, l'entreprise s'assurera que le sous-sol n'est pas encombré par un bloc de maçonnerie ou de béton. L'entreprise se renseignera préalablement aux travaux sur tous les réseaux passant dans le terrain.

#### Forage :

Il sera conduit conformément aux prescriptions du DTU 13-2 : Fondations profondes. Le niveau final de l'ancrage sera arrêté par le BET de l'entreprise, le bureau de contrôle et le Maître d'œuvre. L'entrepreneur est tenu de signaler tous incidents. L'inclinaison du pieu sur la verticale doit être inférieure à 2%, quelle que soit sa longueur. La distance dans le plan horizontal de recépage, entre l'axe théorique et l'axe réel du pieu doit être inférieure au huitième de son diamètre. Pour les diamètres supérieurs à 1.20 m l'excentricité ne doit pas dépasser 15 cm au maximum. Dans le cas où ces tolérances sont dépassées, l'entreprise a, à sa charge, la réalisation de longrines de redressement nécessaires et d'une manière générale tous travaux supplémentaires sur les superstructures occasionnés par les écarts sur l'implantation des pieux. L'entrepreneur fournira, dans les mêmes conditions que pour les dessins d'exécution, un plan de pilotage indiquant les caractéristiques principales de chaque pieu, les efforts auxquels chacun d'eux est soumis et leur ordre d'exécution. L'entrepreneur devra tenir, pour chaque pieu, une fiche géologique donnant toutes les indications sur l'épaisseur et la nature des couches de terrains traversées. Deux exemplaires de ces fiches devront être remis au maître d'œuvre et au bureau de contrôle. Le forage ne sera arrêté qu'après accord du bureau de contrôle, l'emploi du trépan devra être expressément autorisé par le maître d'œuvre. L'entreprise établira un plan de recollement où elle notera toutes les interventions, les coordonnées dans les trois dimensions par rapport aux axes X et Y préconisés et par rapport au niveau fini et tous les accidents de terrains. Elle signalera au Maître d'Ouvrage tous les éléments non prévus au CCTP. Toutes dispositions devront être prises pour permettre le terrassement de couches raides (du type blocs et blancs calcaires) tout en vérifiant la compatibilité des moyens prévus vis-à-vis de l'environnement. Toutes sujétions pour blocs de béton rencontrés sur site. Évacuation des déblais, gravats, déchets, ..., en déchetteries compris tris sélectifs.

#### Béton :

Le bétonnage sera réalisé en béton de ciment dosage suivant recommandations du BET structure béton, y compris majoration pour pénétration dans les terres. En cas de présence d'eau, le ciment utilisé sera adapté à l'agressivité de l'eau (voir rapport de sol). Le coulage des pieux ne pourra être entrepris qu'après accord du maître d'œuvre. Au préalable, les armatures auront été mises en place et fixées par rapport aux parois. Les pieux seront arrêtés et recépés, au niveau inférieur des semelles de fondations. Le recépage est à la charge du lot Gros œuvre. Le béton doit présenter une bonne ouvrabilité. Tout ajout d'eau après fabrication de béton est interdit. Le béton sera mis en place par l'intermédiaire d'une colonne de bétonnage. Des essais de convenue effectués par un laboratoire, à la charge de l'entreprise, seront demandés en cours de chantier.

#### Armatures :

Armature toute hauteur. L'enrobage des aciers sera de 5 cm. Les pieux seront liés en tête par des armatures. Fourniture et mise en place d'acier en tête de pieu pour assurer la liaison avec la semelle en béton armé. Les pieux devront être réalisés conformément aux prescriptions du DTU 13.2.

#### Essais :

Lors de premier forage, l'entreprise contrôlera l'agressivité de l'eau (pure ou séléniteuse) par des prélèvements à différents niveaux et par des analyses chimiques. Les résultats de ces analyses seront communiqués à la maîtrise d'œuvre et au Bureau de contrôle.



Contrôle des pieux finis :

Conformément aux prescriptions de D.T.U. 13-2, il sera effectué un contrôle de continuité et de qualité du fût, soit par carottage sonique, soit par impédance. Contrôles par impédances suivant D.T.U. (1 sur 8). Ces mesures doivent être effectuées par un laboratoire agréé et sont à la charge du présent lot. Dans le cas de malfaçons :

- 1) La pointe telle que béton délavé, poche de boue ou sédiment, desserrage ou remaniement du terrain, ancrage insuffisant dans la couche portante, etc....
- 2) Le fût, tel que interruptions nettes de béton et étranglements de section, poches de béton caverneux (ou poreux) dépourvu de liant, inclusion de boue de forage, etc....
- 3) L'axe de pieux, ne respectant pas la limite de tolérance.
- 4) La position des armatures, armatures mal positionnées.

La réparation est obligatoire :

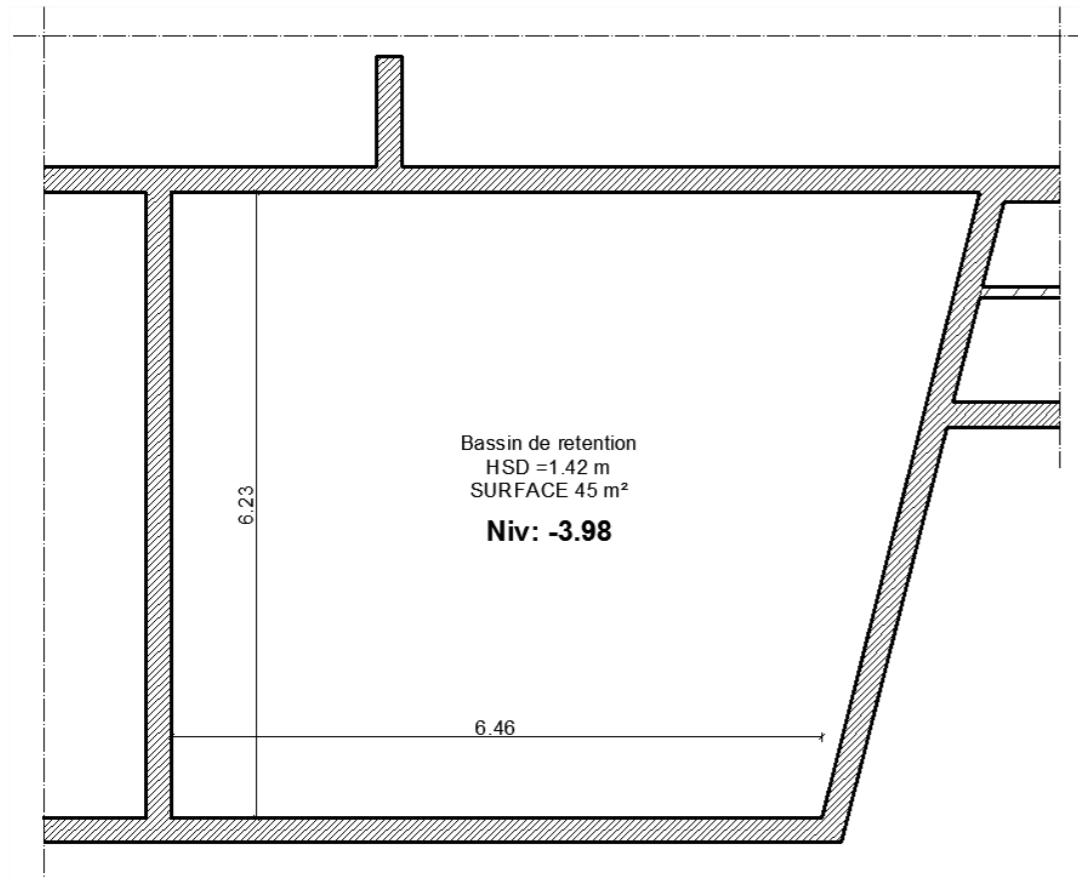
Les mesures de réparation telles que le remplacement des pieux défectueux par d'autres pieux équivalents ou d'injection de coulis binaires (fort dosage en ciment + eau) ou de coulis chimique (ciment+ résines ou autres produits) sont laissées au choix de l'entreprise et seront à

sa charge. Chaque pieu subira une mise à l'épreuve par auscultation dynamique, réalisé par un laboratoire de contrôle agréé, à la charge de l'entreprise, et désigné par la maîtrise d'ouvrage. Les contrôles des bétons en cours de chantier seront effectués par l'entreprise suivant les demandes du contrôleur technique. L'entrepreneur devra se conformer à ses indications : la cadence sera d'un prélèvement par semaine avec 6 éprouvettes suivant les résultats obtenus, le contrôleur pourra modifier la périodicité des prélèvements.

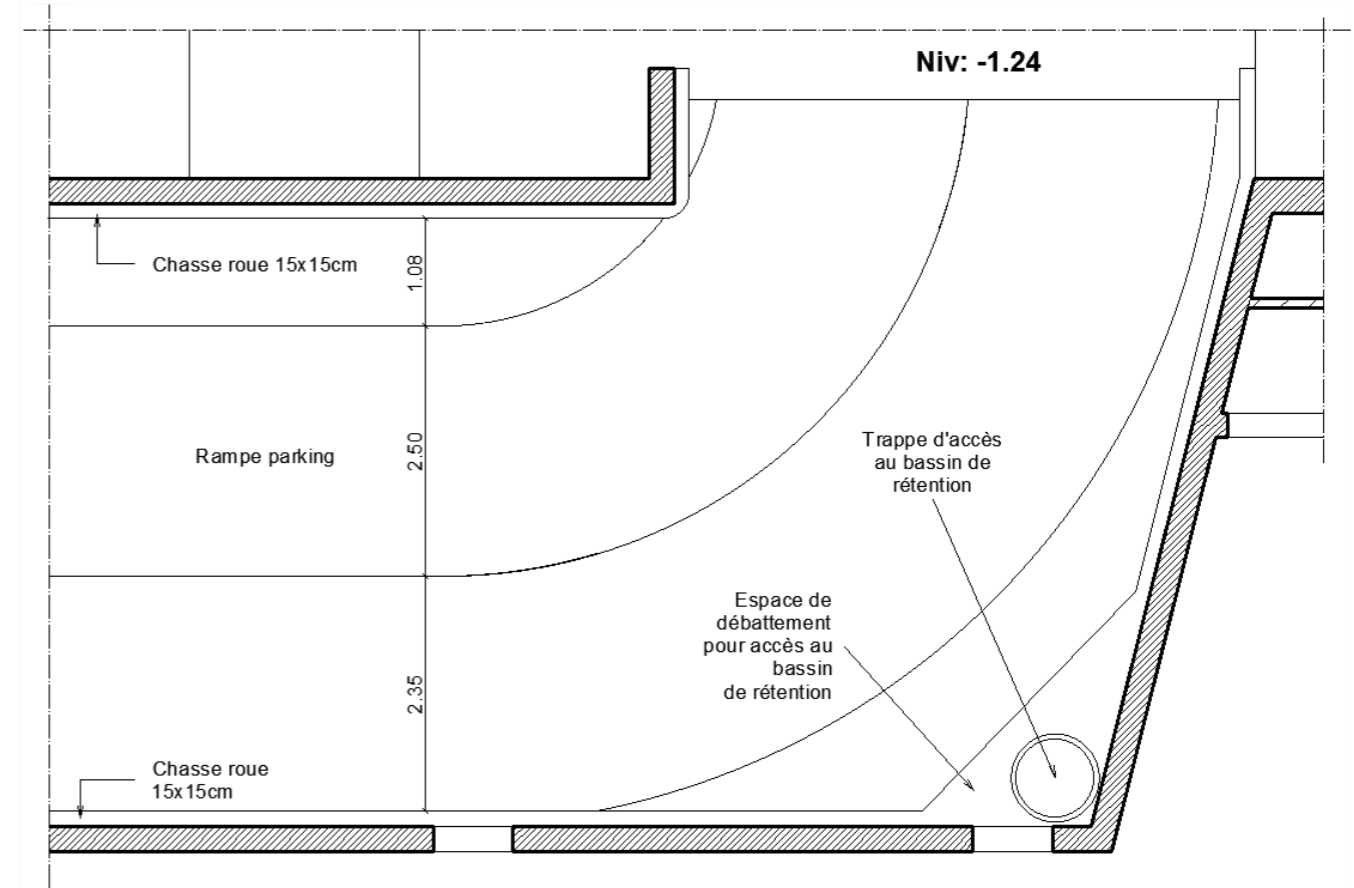
**1.3. RECEPTION DES TÊTES DE PIEUX :**

Vérification de l'implantation des pieux. Recépage des têtes de pieux, avec découverte des armatures jusqu'au béton sain. Redressement des fers d'armatures et de liaisons, reprises d'excentricité éventuelles par longrines de redressement selon tolérance du DTU, y compris évacuation des déblais.

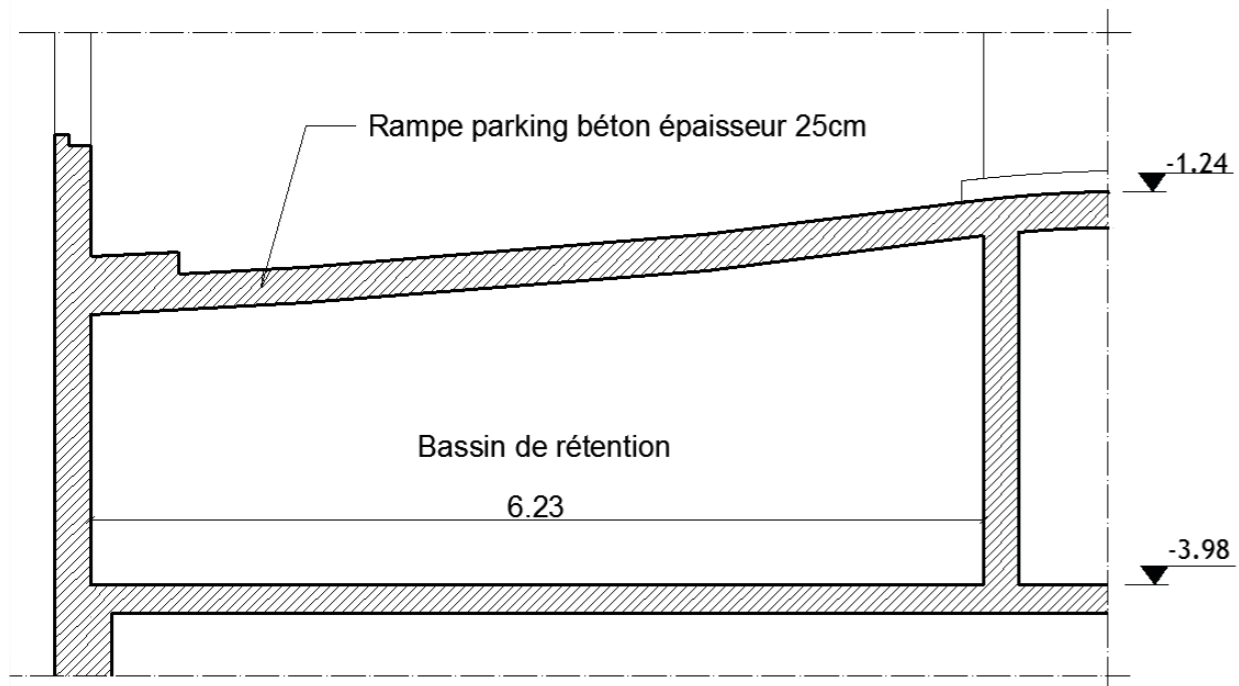
**ANNEXE C5 : Détails du bassin de rétention**



Vue en plan Niveau -3.98



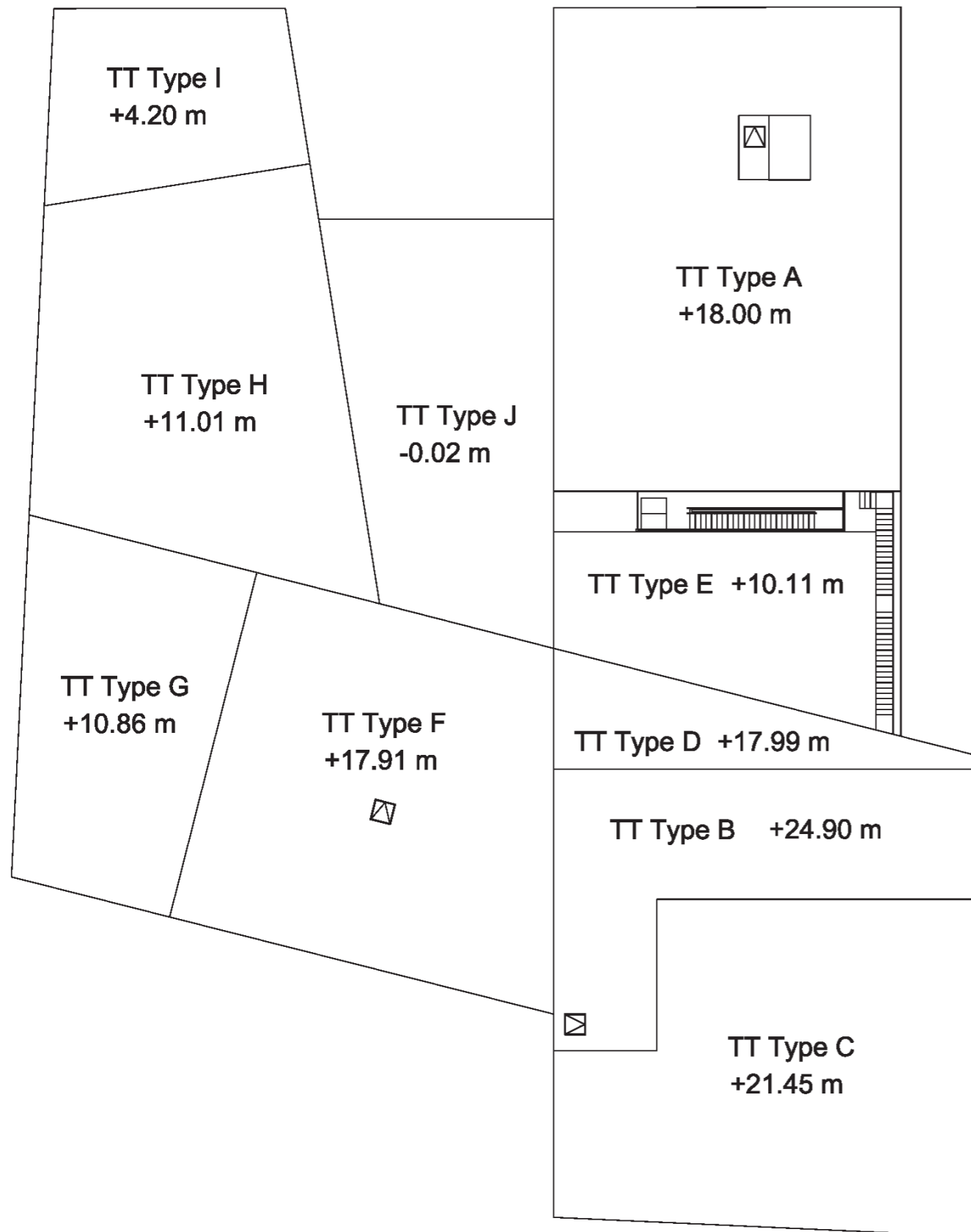
Vue en plan Niveau -1.24



Coupe de principe

Plans sans indication d'échelle

**ANNEXE C6 : Plan de repérage des toitures terrasses**



Plan sans indication d'échelle

**ANNEXE C7 : Tableau des surfaces – Coefficients d'imperméabilisation et de Montana**

Tableau de surface des toitures terrasses :

Type	Niveau	Surface en m <sup>2</sup>	Description
A	+ 18.00	451	Non accessible - Gravillons
B	+ 24.90	190	Non accessible – Étanchéité auto-protégée
C	+ 21.45	334	Non accessible – Étanchéité auto-protégée
D	+ 17.99	77	Accessible – Dalles sur plots
E	+ 10.11	136	Non accessible – Végétalisée
F	+ 17.91	334	Non accessible - Gravillons
G	+ 10.86	189	Accessible PMR – Dalles sur plots
H	+ 11.01	309	Non accessible - Gravillons
I	+ 4.20	118	Accessible – Dalles sur plots
J	- 0.02	222	Accessible PMR – Végétalisée

Tableau des coefficients d'imperméabilisation :

Type de revêtement de la toiture terrasse	C
Gravillons	0.95
Étanchéité auto-protégée	1.00
Dalles sur plots	0.95
Végétalisée	0.50

Tableau des coefficients de Montana :

Temps de retour	a	b
1 an	3.900	0.603
10 ans	6.372	0.604
20 ans	7.232	0.609
30 ans	7.779	0.613
100 ans	9.300	0.620

**ANNEXE C8 : Extraits du CCTP du lot VRD**

L'Entrepreneur devra la construction d'un ouvrage bétonné en sortie de bassin conformément aux normes NFP16-342 et NFP 18-303. Il devra permettre la régulation du débit de fuite. Le regard devra absolument être étanche, cette étanchéité sera validée par des essais. Le regard recevra en tête une dalle en béton munie d'un trou d'homme. Le regard sera équipé d'un tampon en fonte ductile de classe C250 ventilé pour trafic moyen, de diamètre d'ouverture 600 mm. Un régulateur de débit sera intégré dans la paroi au niveau du radier. La section de passage des fluides sera maintenue constante et totale quel que soit la hauteur d'eau de la retenue aval. Le régulateur devra être réglé pour un débit de 4,65 l/s. Aucune énergie auxiliaire ne sera nécessaire au fonctionnement du régulateur. Le fonctionnement du régulateur ne nécessitera aucun entretien au cours du temps. Le fonctionnement régulier et exact du régulateur devra être garanti à + ou – 5%.

## ANNEXE C9 : Principe de la méthode des pluies – Courbe H(t)

### Détermination du coefficient de ruissellement (C) et du coefficient d'apport (Ca) :

Pour une surface urbaine, on peut déterminer le coefficient d'apport global à partir de coefficients de ruissellement  $C_i$  de surfaces homogènes  $S_i$  :

$$Ca_{\text{global}} = \frac{\sum C_{\text{imper}} \times S_{\text{imper}} + \sum C_{\text{non imper.}} \times S_{\text{non imper.}}}{S_{\text{totale}}} \text{ et } S_{\text{totale}} = \sum (S_{\text{imper.}} + S_{\text{non imper.}})$$

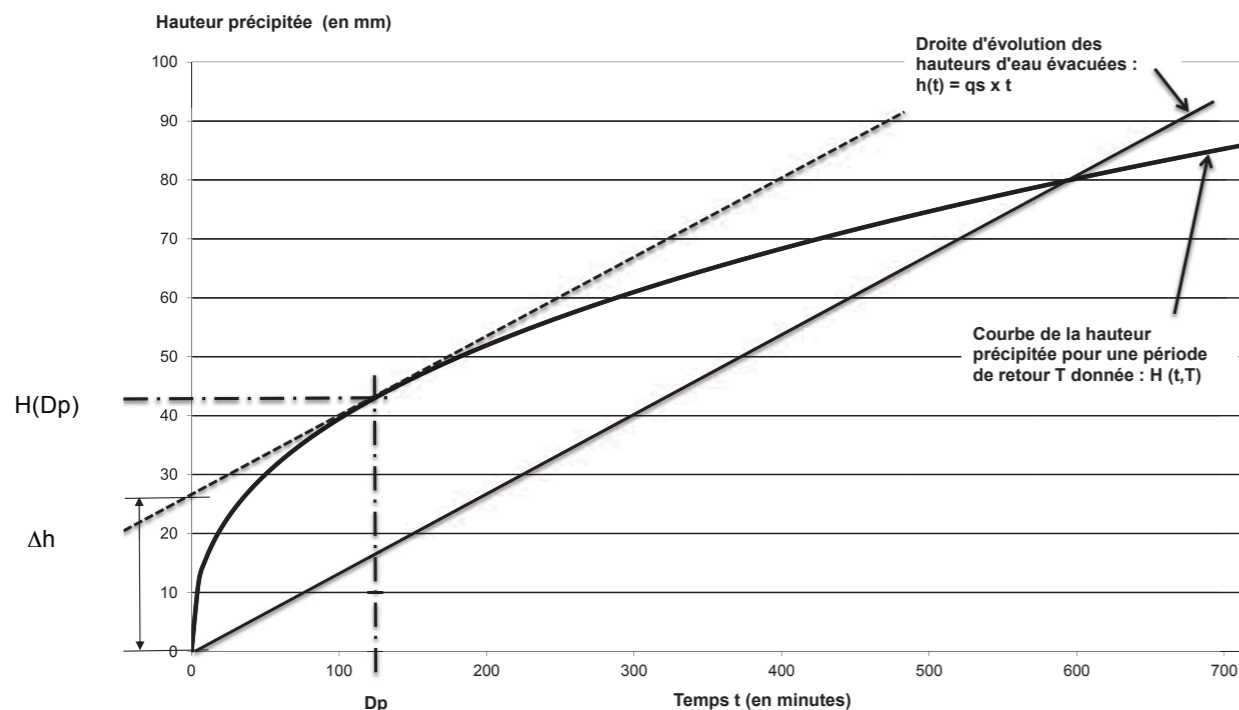
### Détermination de la surface active à considérer (Sa) :

La surface active de ruissellement ( $S_a$  en  $m^2$ ) d'un aménagement complet représente le produit de la surface totale du bassin versant ( $S$  en  $m^2$ ) par son coefficient d'apport ( $Ca$ , sans unité) :

$$Sa = Ca_{\text{global}} \times S$$

### Détermination de la hauteur maximale et du volume d'eau à stocker :

Cette méthode repose sur l'exploitation d'un graphique 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  $qs \cdot t$  en fonction du temps d'évacuation ( $t$ ). Ce graphique se présente sous la forme suivante :



Le graphique des courbes de la hauteur précipitée est obtenu selon le temps de retour choisi à l'aide des coefficients de Montana locaux :

$$H = a \cdot t^{(1-b)}$$

Où : **H** : hauteur de précipitation du pas de temps considérée en mm,  
**t** : durée de l'averse en mm,  
**a et b** : les coefficients de Montana variant en fonction de l'occurrence choisie.

Pour tracer la courbe d'évolution des hauteurs d'eau évacuées en fonction du temps, il est nécessaire de déterminer la pente de cette droite ( $qs$ ). Pour cela, on suppose que l'ouvrage a un débit de fuite constant  $Q_f$  que l'on exprime sous la forme d'un débit spécifique  $qs$  :

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

Avec : **qs**, débit spécifique de vidange (en mm/min),  
**Q<sub>f</sub>**, débit de fuite de l'ouvrage (en  $m^3/s$ ),  
**S<sub>a</sub>**, surface active (en  $m^2$ ).

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

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

Avec : **h(t)**, hauteur vidangée au temps  $t$  (en mm),  
**t**, temps (en min).

On trace alors la parallèle à la droite  $h(t) = qs \times t$  passant par la courbe  $H(t, T)$ . La différence  $\Delta h$  entre la courbe  $h(t)$  et  $H(t, T)$  correspond à la hauteur maximale à stocker pour qu'il n'y ait pas de débordement.

Le volume d'eau à stocker peut alors facilement être déterminé par la formule suivante :

$$V_{\text{max}} = 10 \times \Delta h \times Sa$$

Avec : **V<sub>max</sub>**, volume d'eau à stocker (en  $m^3$ ),  
**Δh**, hauteur maximale à stocker (en mm) – voir schéma précédent,  
**S<sub>a</sub>**, surface active (en ha),

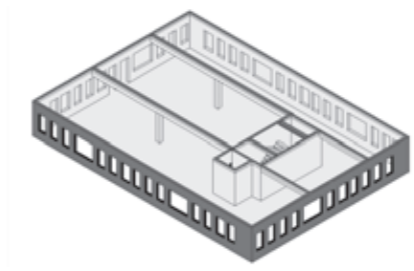
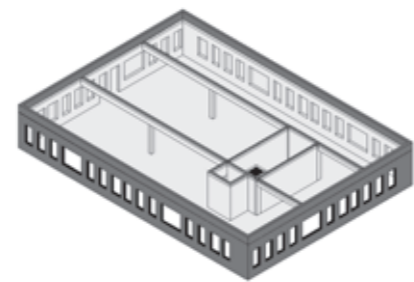
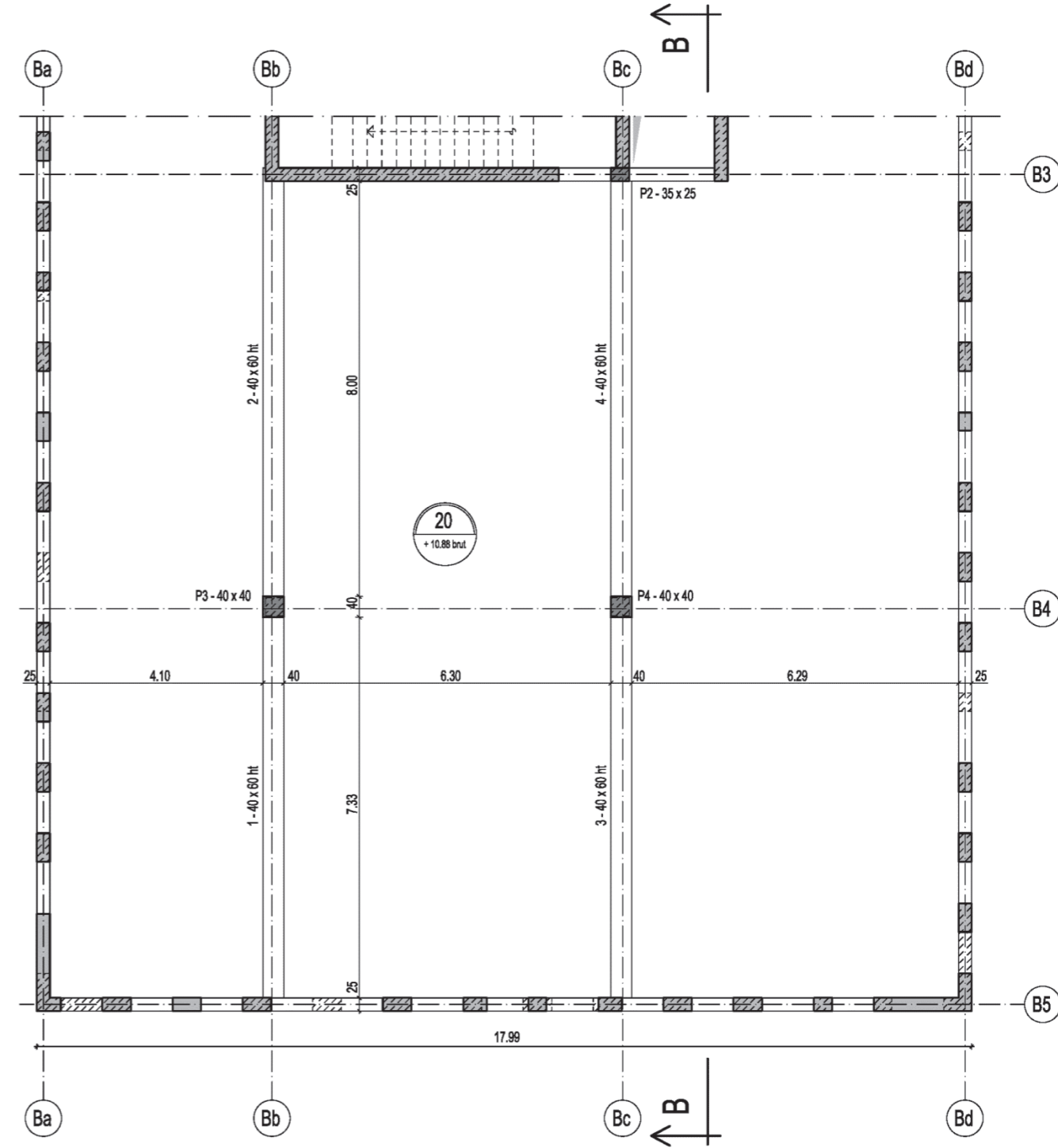
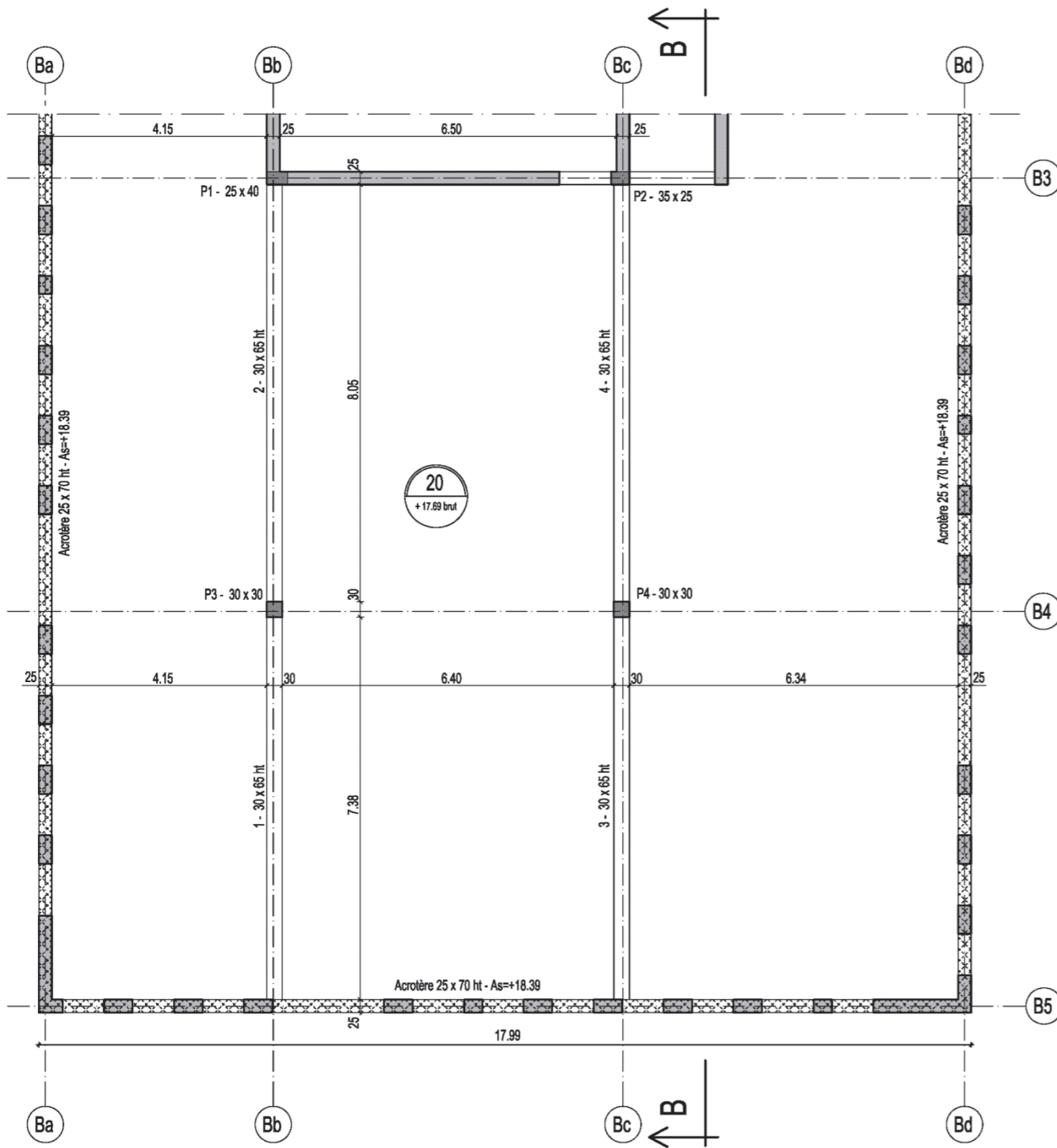
### La vidange :

La vidange des eaux du bassin de rétention doit être effectuée dans un laps de temps « respectable » pour que le bassin puisse être fonctionnel lors d'évènements pluvieux successifs, pour des raisons de sécurité des riverains et de salubrité. La durée de vidange après l'orage devra être :

- inférieure à 24 h de préférence,
- ne pas dépasser 48 h.

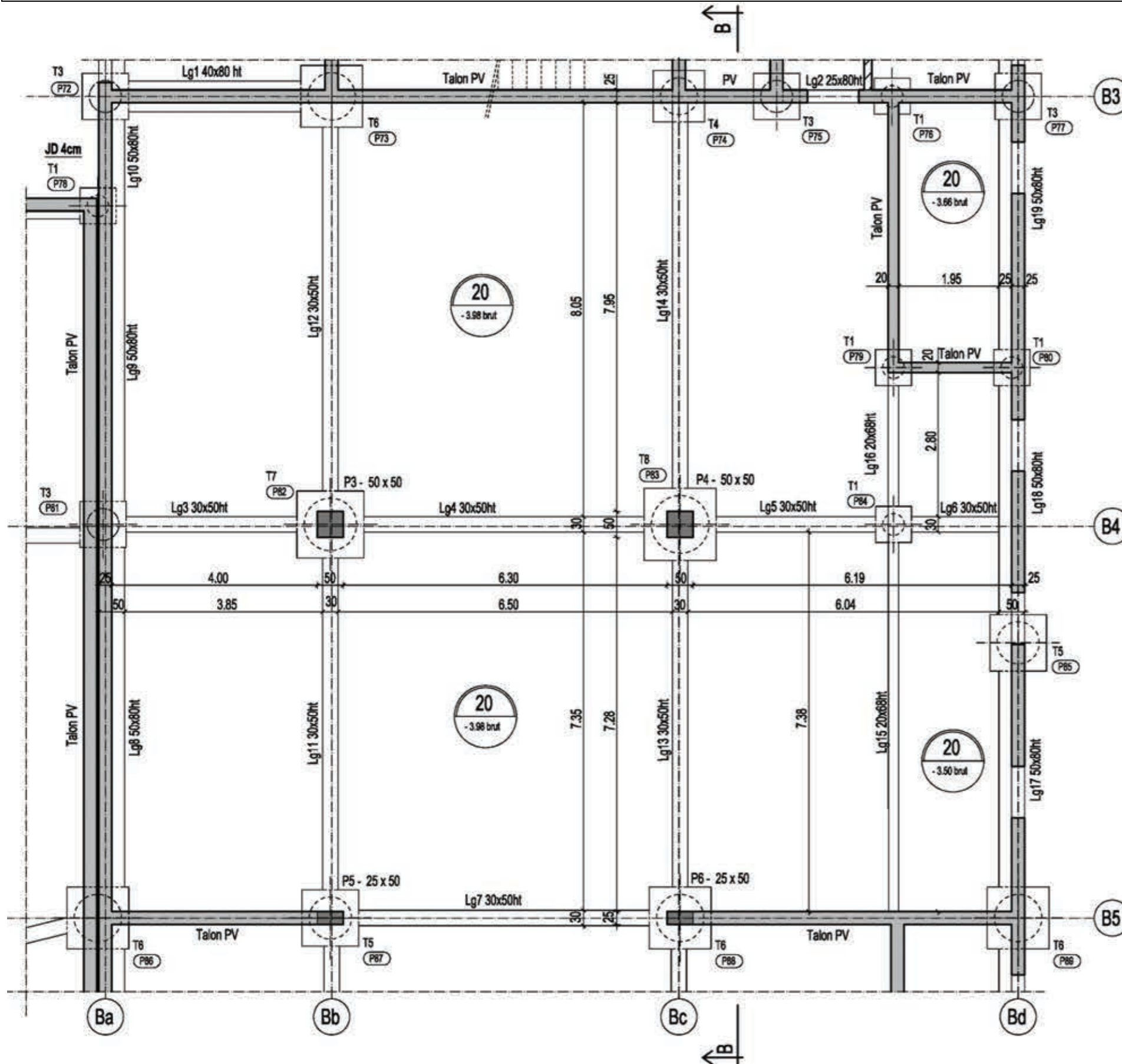
**ANNEXE C10 : Plan structure du niveau R+4 (+17.69)**

**ANNEXE C11 : Plan structure du niveau R+2 (+10.88)**



Plans sans indication d'échelle

**ANNEXE C12 : Plan structure des fondations (-3.98)**

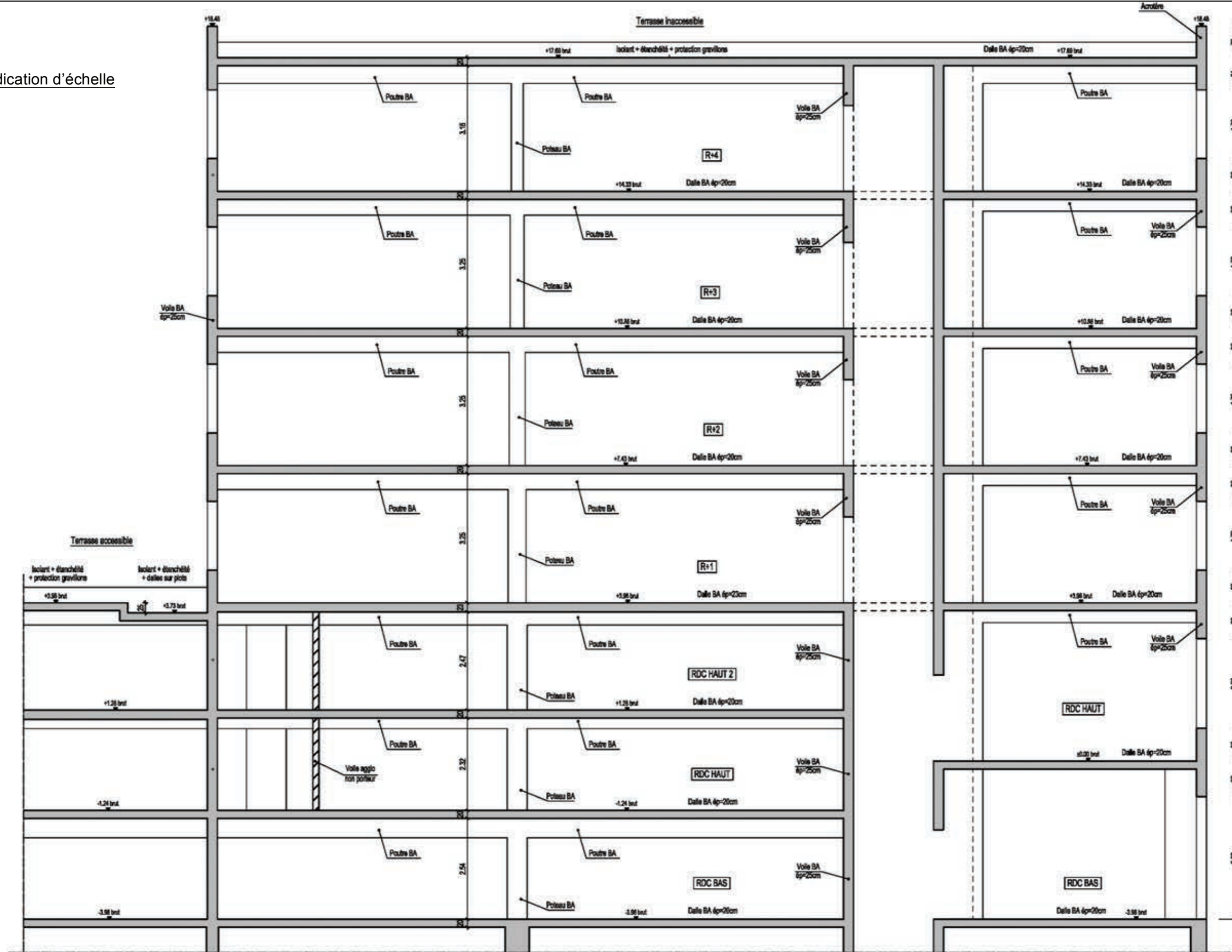


Plan sans indication d'échelle

Numéro du pieu	Diamètre en cm	Tête de pieu en cm	Type
P77	62	90 x 90 x 80 ht	T3
P78	42	70 x 70 x 80 ht	T1
P79	42	70 x 70 x 80 ht	T1
P80	42	70 x 70 x 80 ht	T1
P81	62	90 x 90 x 80 ht	T3
P82	102	130 x 130 x 100 ht	T7
P83	112	140 x 140 x 110 ht	T8
P84	42	70 x 70 x 80 ht	T1
P85	82	100 x 100 x 80 ht	T5
P86	92	120 x 120 x 100 ht	T6
P87	82	100 x 100 x 80 ht	T5
P88	92	120 x 120 x 100 ht	T6
P89	92	120 x 120 x 100 ht	T6

ANNEXE C13 : Plan structure coupe B – B sur bâtiment B

Plan sans indication d'échelle



**ANNEXE C14 : Détails fondations - Affectation des locaux - Descente de charge partielle**

Concernant les fondations, les pieux sont couronnés par une tête de pieu de section carrée dont les dimensions sont les suivantes :

Numéro du pieu	Diamètre en cm	Tête de pieu en cm	Type
P59	52	80 x 80 x 80 ht	T2
P60	62	90 x 90 x 80 ht	T3
P61	62	90 x 90 x 80 ht	T3
P62	52	80 x 80 x 80 ht	T2
P63	52	80 x 80 x 80 ht	T2
P64	52	80 x 80 x 80 ht	T2
P65	62	90 x 90 x 80 ht	T3
P66	72	100 x 100 x 80 ht	T4
P67	72	100 x 100 x 80 ht	T4
P68	52	80 x 80 x 80 ht	T2
P69	42	70 x 70 x 80 ht	T1
P70	42	70 x 70 x 80 ht	T1
P71	62	90 x 90 x 80 ht	T3
P72	62	90 x 90 x 80 ht	T3
P73	92	120 x 120 x 100 ht	T6
P74	72	100 x 100 x 80 ht	T4
P75	62	90 x 90 x 80 ht	T3
P76	42	70 x 70 x 80 ht	T1
P77	62	90 x 90 x 80 ht	T3
P78	42	70 x 70 x 80 ht	T1
P79	42	70 x 70 x 80 ht	T1
P80	42	70 x 70 x 80 ht	T1
P81	62	90 x 90 x 80 ht	T3
P82	102	130 x 130 x 100 ht	T7
P83	112	140 x 140 x 110 ht	T8
P84	42	70 x 70 x 80 ht	T1
P85	82	100 x 100 x 80 ht	T5
P86	92	120 x 120 x 100 ht	T6
P87	82	100 x 100 x 80 ht	T5
P88	92	120 x 120 x 100 ht	T6
P89	92	120 x 120 x 100 ht	T6

L'affectation des locaux retenue est la suivante :

- Niveau terrasse de type inaccessible avec protection gravillon ( $G = 1.50 \text{ kN/m}^2$ ).
- Niveau R+4 à R+1 de type bureau, cloisons ( $G = 1.00 \text{ kN/m}^2$ ).
- Niveaux inférieurs de type stationnement pour véhicules légers.

Descente de charge partielle :

- Effort normal dû à G pour les niveaux R+3 à RDC Bas : 2177 kN
- Effort normal dû à Q pour les niveaux R+3 à RDC Bas : 793 kN

**ANNEXE C15 : Tableau des actions variables**

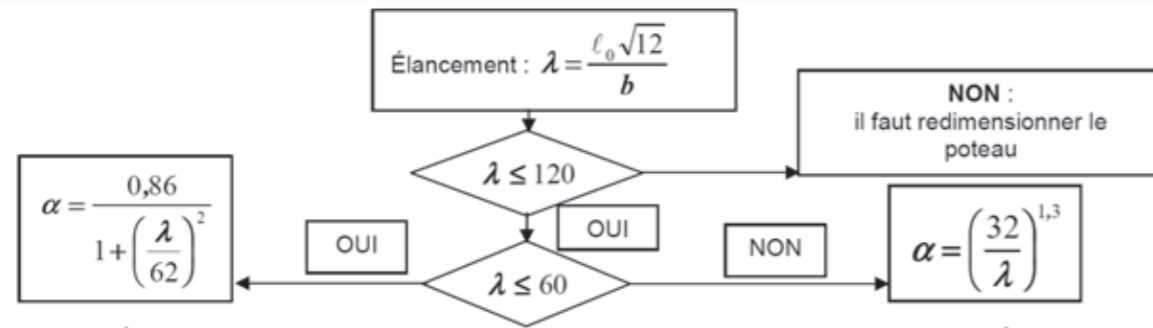
Catégorie	Usage spécifique et exemples	$q_k$	$Q_k$
		kN/m <sup>2</sup>	kN
A	Habitation, résidentiel. Exemples : Pièces des bâtiments et maisons d'habitation ; chambres et salles des hôpitaux ; chambres d'hôtels et de foyers ; cuisines et sanitaires.	Planchers	2
		Escaliers	2
		Balcons	2
B	Bureaux	2,5	4
C	Lieux de réunions (à l'exception des surfaces des catégories A, B et D)	C1 : Espaces équipés de tables etc... ; par exemple : écoles, cafés, restaurants, salle de réception, de banquet, de lecture.	3
		C2 : Espaces équipés de sièges fixes ; par exemple : églises, théâtres, cinémas, amphithéâtres, salles de conférence, de réunion, d'attente.	4
		C3 : Espaces ne présentant pas d'obstacles à la circulation des personnes ; par exemple : salles de musée, salles d'exposition etc. et accès des bâtiments publics et administratifs, hôtels, hôpitaux, gares.	4
		C4 : Espaces permettant des activités physiques ; par exemple : dancings, salles de gymnastique, scènes.	5
		C5 : Espaces susceptibles d'accueillir des foules importantes ; par exemple : bâtiments destinés à des événements publics tels que salles de concert, salles de sport y compris tribunes, terrasses et aires d'accès, quais de gare.	4,5
D	Commerces	D1 : Commerces de détail courants ;	5
		D2 : Grands magasins ;	7
E	Aires de stockage	E1 : Surfaces susceptibles de recevoir une accumulation de marchandises, y compris aires d'accès par exemple, aires de stockage de livres et autres documents...	7
		E2 : Usages industriels ;	
F	Aires de circulation et de stationnement pour véhicules légers ( $PTAC \leq 30 \text{ kN}$ ) et nombre de places assises $\leq 8$ , non compris le conducteur ; Exemples : garages, parcs de stationnement, parkings à plusieurs étages.	2,3	15
G	Aires de circulation et de stationnement pour véhicules de poids moyen ( $30 \text{ kN} < PTAC \leq 160 \text{ kN}$ ) à deux essieux, Exemples : voies d'accès, zones de livraison, zones accessibles aux véhicules de lutte incendie ( $PTAC \leq 160 \text{ kN}$ ).	5	90
H	Toitures inaccessibles sauf pour entretien et réparations	Toiture de pente inférieure à 15% recevant une étanchéité.	1,5
		Autres toitures.	0
I	Toitures accessibles pour les usages des catégories A à D : voir catégorie A à D.		
K	Toitures accessibles pour des usages particuliers (héliportations, ...)		



## ANNEXE C16 : Méthode simplifiée de dimensionnement des poteaux

Données : Catégorie de durée d'utilisation de projet : 4 ; Classe d'exposition X ... donnant un enrobage nominal  $c_{nom}$ .

- $N_{Ed}$ , effort normal centré aux ELU
- $A_c$ , aire du béton  $b \times h$ , avec  $b \leq h$  (ou  $b$  en mètre, correspondant au sens du flambement)
- Enrobage relatif  $\delta = \frac{d'}{b}$  avec  $d' = c_{nom} + \phi_t + \frac{\phi_t}{2}$  Si  $d'$  est inconnu, prendre :  
40 mm pour XC1  
55 mm pour XC4
- Classe du béton C ... donnant  $f_{ck}$  et  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5}$  (âge du béton > 28 jours)
- Acier B500 donnant  $f_{yk} = 500$  MPa et  $f_{yd} = f_{yk}/1,15 = 434,8$  MPa
- Longueur efficace (ou de flambement) notée  $\ell_0$  = longueur libre du poteau notée  $l$



$$N_{Ed} \leq N_{Rd} \text{ et } N_{Rd} = \alpha k_h [A_c f_{cd} + A_s f_{yd}] \text{ ou } N_{Rd} = \alpha k_h A_c [f_{cd} + \rho f_{yd}]$$

$$\text{avec } \rho = \frac{A_s}{A_c} \text{ et si } b < 0,500 \text{ m alors } k_h = [0,75 + 0,5b^{[m]}][1 - 6\rho\delta] \text{ sinon } k_h = 1$$

La valeur de  $A_s$  est obtenue en résolvant l'équation du 2<sup>e</sup> degré suivante :

$$\left(6 \frac{\delta}{A_c} f_{yd}\right) A_s^2 - (f_{yd} - 6\delta f_{cd}) A_s + \left(\frac{N_{Ed}}{K} - A_c f_{cd}\right) = 0 \text{ avec } K = \alpha(0,75 + 0,5b^{[m]}) \text{ avec } b \text{ en m}$$

En première approximation pour obtenir une valeur approchée de  $A_s$  :  $N_{Ed} = \alpha k_h A_c [f_{cd} + \rho f_{yd}]$  avec  $k_h = 0,93$

### Section minimale des armatures longitudinales

$$A_{s,min} = \max \left[ 0,10 \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} ; 0,002 A_c \right] \{9.12N\}$$

$A_c$  = aire de la section brute transversale de béton

$f_{yd}$  limite élastique de calcul de l'armature

Le diamètre des barres longitudinales  $\phi_t \geq \phi_{t,min} = 8 \text{ mm}$

### Section maximale des armatures longitudinales

en dehors des zones de recouvrement  $A_{s,max} = 0,04 A_c$  dans les zones de recouvrement  $A_{s,max} = 0,08 A_c$

### Armatures transversales :

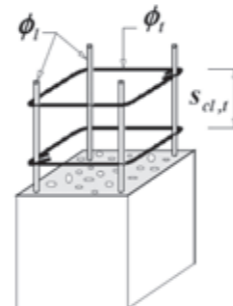
$$\phi_t \geq \max [6 \text{ mm} ; \phi_{t,max}/4]$$

$$\text{espacement: } s_{cl,t} \leq s_{cl,t,max} = \min [400 \text{ mm} ; 20\phi_{t,min} ; b]$$

$\phi_{t,min}$  = diamètre de la plus petite armature longitudinale résistante

$b$  = plus petite dimension transversale

Les armatures transversales doivent maintenir toutes les barres prises en compte dans les calculs de résistance.



Il convient d'ancrer convenablement les armatures transversales.

Il convient de réduire l'espacement  $s_{cl,t,max}$  d'un facteur 0,6 (multiplier  $s_{cl,t,max}$  par 0,6):

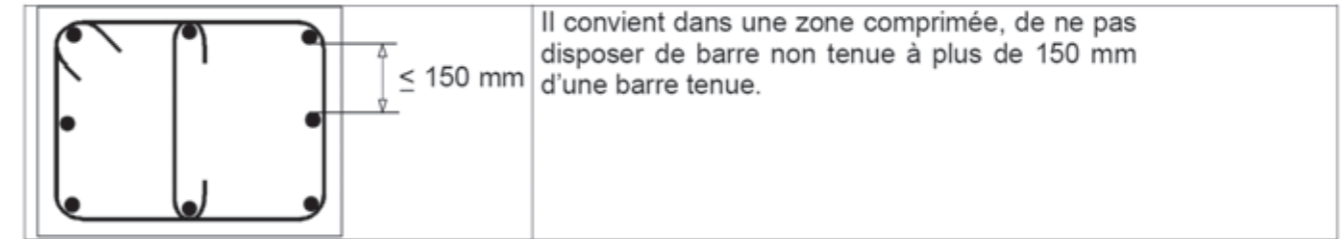
$$s_{cl,t} \leq 0,6 s_{cl,t,max} = \min [240 \text{ mm} ; 12\phi_{t,min} ; 0,6b] \text{ avec } b \text{ (ou } D) \text{ petite dimension}$$

transversale du poteau

- \* dans les sections situées à une distance égale à la plus grande dimension de la section transversale du poteau ( $h$  ou  $D$ ) au-dessus ou au-dessous d'une poutre ou d'une dalle.
- \* dans les jonctions par recouvrement d'armatures longitudinales lorsque le diamètre maximal des barres longitudinales est supérieur à 14 mm ( $\phi_t > 14$ ). Un minimum de 3 barres (cours d'armatures) transversales régulièrement disposées dans la longueur de recouvrement est nécessaire.

Lorsque la direction des barres longitudinales change (aux changements de dimensions du poteau par exemple), il convient de calculer l'espacement des armatures transversales en tenant compte des efforts transversaux associés. Ces effets peuvent être ignorés si le changement de direction est inférieur ou égal à 1 pour 12.

Il convient que chaque barre longitudinale (ou paquet de barres longitudinales) placé dans un angle soit maintenue par des armatures transversales.



### Longueur de recouvrement des armatures en attente

❖ pour les poteaux bi-articulés en compression centrée

Comme la proportion  $\rho_l$  de barres avec recouvrement est supérieure à 50% :  $\alpha_6 = 1,5$

Pour un recouvrement classique (armatures transversales non soudées) la longueur de recouvrement :  $l_0$

$$l_0 = \alpha_6 l_{b,rqd} = 1,5 \frac{\phi \sigma_{sd}}{4 f_{bd}} \quad l_{0,min} > \max (0,3 \alpha_6 l_{b,rqd} ; 15\phi ; 200 \text{ mm})$$

avec  $f_{bd} = 2,25 \times \eta_1 \times \eta_2 \times f_{cd}$  ( $\eta_2 = 1$  pour  $\phi \leq 32 \text{ mm}$ ) et ( $\eta_1 = 1$  bonnes conditions d'adhérence)

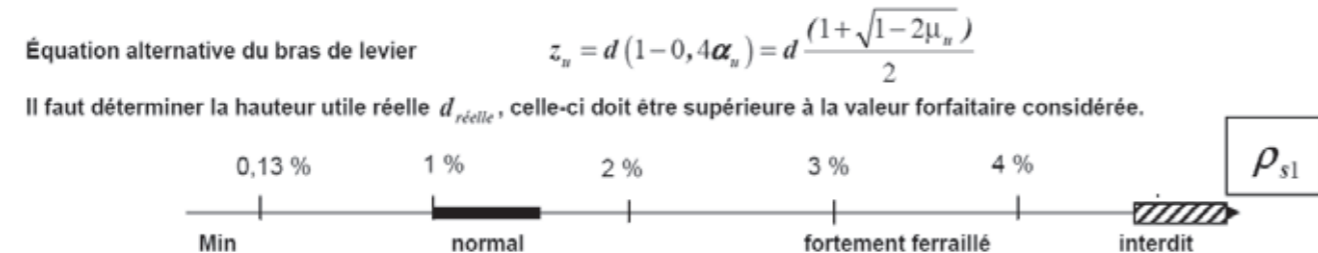
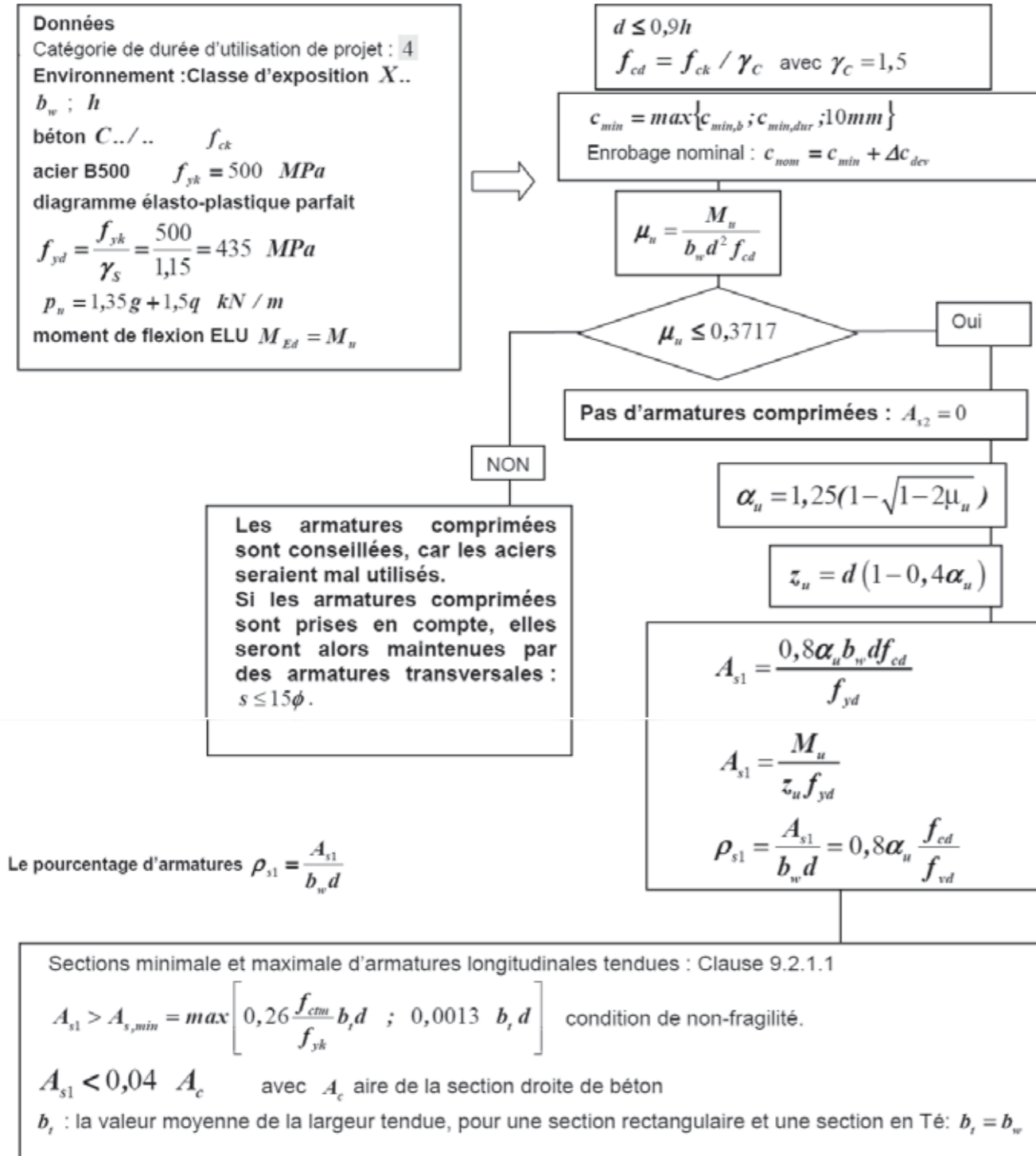
Pour un  $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$   $\sigma_{sd} = f_{yd} = 435 \text{ MPa}$   $l_0/\phi = 60$

Pour un  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$   $\sigma_{sd} = f_{yd} = 435 \text{ MPa}$   $l_0/\phi = 54$

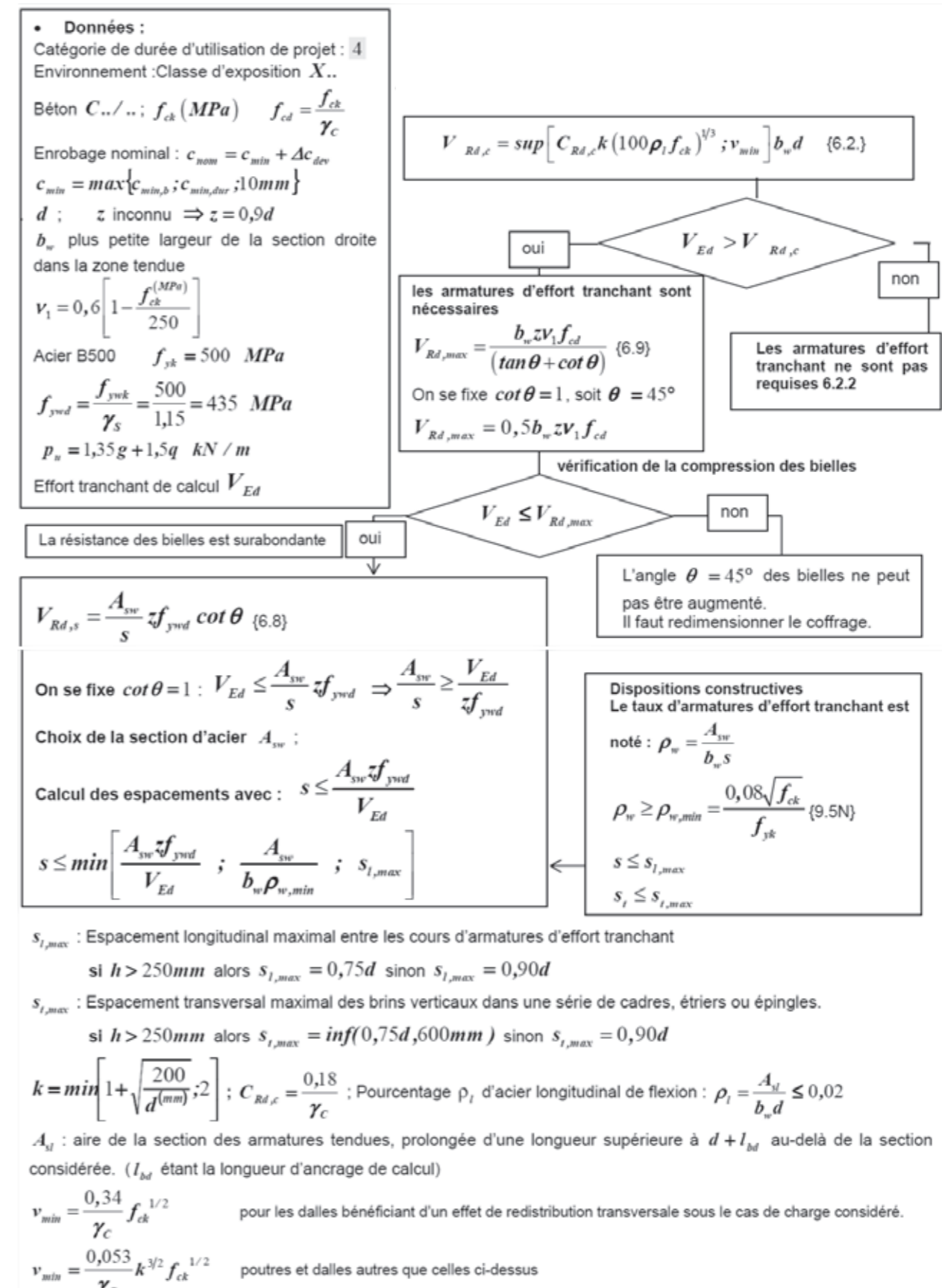
Pour les poteaux toujours sollicités en compression centrée, pour simplifier, la longueur des attentes sera déterminée forfaitairement :  $l_0 = 30\phi$ .

Pour la disposition des armatures transversales dans les zones de recouvrement des barres toujours comprimées, il convient de se reporter au paragraphe 13.6.7.3 Armatures transversales (clause 8.7.4.2).

**ANNEXE C17 : Organigramme de calcul des armatures longitudinales en flexion simple, section rectangulaire**



**ANNEXE C18 : Organigramme simplifié de calcul des armatures d'effort tranchant en flexion simple**



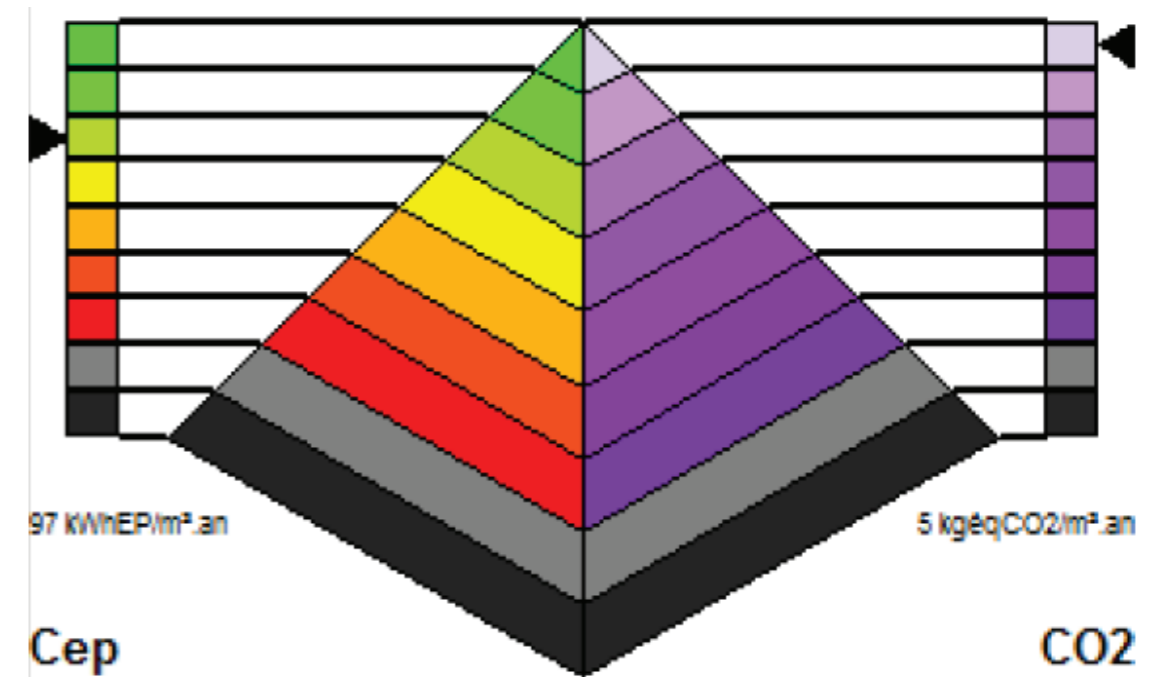
**ANNEXE C19 : Tableau des sections d'acier**

Diamètre mm	Poids kg/m	Périmètre cm	Section pour N barres en cm <sup>2</sup>									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,154	1,57	0,196	0,393	0,589	0,785	0,982	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96
6	0,222	1,88	0,283	0,565	0,848	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83
8	0,395	2,51	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,617	3,14	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	0,888	3,77	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
14	1,208	4,40	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39
16	1,578	5,03	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
20	2,466	6,28	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
25	3,853	7,85	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
32	6,313	10,05	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42
40	9,865	12,57	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66

**ANNEXE C20 : Synthèse étude règlementaire Bâtiment B**

Bâtiment Réglementaire  
 Bbio : 119.50 points      Cep : 96.90 kWhep/m<sup>2</sup>      Tic Réglementaire      Coeff. Aepenr : 38.60 kWhep/m<sup>2</sup>  
 Bbiomax : 168.00 points      Cepmax : 148.50 kWhep/m<sup>2</sup>      Moyens : conforme

Synthèse Bbio		Synthèse Th-C	
<b>BBio chauffage</b>	33.20 points	<b>SHON RT</b>	1711.60 m <sup>2</sup>
<b>BBio refroid.</b>	6.80 points	<b>Cep chauffage</b>	43.50 kWhep/m <sup>2</sup> 3.18 kgeqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .an
<b>BBio éclairage</b>	7.90 points	<b>Cep refroid.</b>	4.70 kWhep/m <sup>2</sup> 0.06 kgeqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .an
<b>BBio ch x 2</b>	66.40 points	<b>Cep ECS</b>	9.20 kWhep/m <sup>2</sup> 0.14 kgeqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .an
<b>BBio refroid. x 2</b>	13.60 points	<b>Cep éclairage</b>	18.80 kWhep/m <sup>2</sup> 0.61 kgeqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .an
<b>BBio éclairage x 5</b>	39.50 points	<b>Cep auxiliaires</b>	20.60 kWhep/m <sup>2</sup> 0.67 kgeqCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .an
<b>Ratio psi</b>	0.23 W/(m <sup>2</sup> .K)	<b>Prod. PV</b>	0.00 kWhep/m <sup>2</sup>
<b>Psi9 moyen</b>	0.43 W/(ml.K)	<b>Prod. cogé.</b>	0.00 kWhep/m <sup>2</sup>
Bbio = Bbiomax - 28.87 %		Cep = Cepmax - 34.75 %      GES : 4.66	



## DESCRIPTION DES OUVRAGES-BÂTIMENT B (SYNTHÈSE)

### CONSIGNES

- La température de consigne "été" de chaque zone sera fixée à 26°C.
- La température de consigne "hiver" de chaque zone sera fixée à 21°C.

### VENTILATION SANITAIRE-SIMPLE FLUX

Mise en place d'un extracteur VMC situé en toiture terrasse et assurant la ventilation de l'ensemble des blocs sanitaires du bâtiment B.

L'extracteur de VMC aura les caractéristiques techniques suivantes :

- Débit d'air vicié : 1350 m<sup>3</sup>/h
- Bouches d'extraction auto-réglables

### PRODUCTION DE CHALEUR/FROID

#### a. PRODUCTION DE CHALEUR/FROID

La chaleur et le froid nécessaires à la couverture des besoins de chauffage et de rafraîchissement de l'opération seront produits par des réseaux urbains appartenant à la ville.

L'énergie est acheminée jusqu'à l'intérieur de la sous-station situées au niveau RDC Haut 2.

Les régimes d'eau imposés par le gestionnaire sont les suivants :

- Circuit secondaire "Chaud" : 90/70°C
- Circuit secondaire "Froid" : 8/17°C

Pour le bâtiment B, les débits distribués depuis la sous-station sont :

- Batterie Chaude CTA : 3.70 m<sup>3</sup>/h
- Batterie Froide CTA : 3.00 m<sup>3</sup>/h
- Eau Chaude Ventilo-convecteur : 11 m<sup>3</sup>/h
- Eau Glacée Ventilo-convecteur : 10.5 m<sup>3</sup>/h

#### b. DISTRIBUTION TECHNIQUE

Depuis la sous-station, les collecteurs chemineront en plafond du niveau Rdc-Haut 2, jusqu'en pied de colonnes montantes situées en gaine techniques.

#### c. POMPES DE CIRCULATION

Les pompes seront du type électronique à vitesse variable et à haut rendement énergétique. L'indice de performance énergétique maximum (EEI) des circulateurs devra être inférieur ou égal à 0.23.

Un variateur de vitesse permettant de réguler à pression proportionnelle avec afficheur, boutons de réglage et kit de pression différentielle.

### VENTILATION CONFORT-DOUBLE FLUX

#### CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR

Le bâtiment est équipé de d'une centrale de traitement d'air assurant la ventilation de l'ensemble des bureaux, open-space et salles de réunion ayant les caractéristiques suivantes :

- Échangeur rotatif haut rendement en aluminium (Efficacité moyenne = 80%) comprenant un matériau accumulateur avec produit hygroscopique permettant les échanges de chaleur sensible et latent.
- Batterie eau chaude (régime d'eau 90/70°C)
- Batterie eau froide (régime d'eau 8/17°C)
- Rendement des batteries chaude et froide :  $\eta = 95\%$
- Ventilateur de soufflage :  $Q_v = 4500 \text{ m}^3/\text{h}$
- Ventilateur de reprise :  $Q_v = 3500 \text{ m}^3/\text{h}$
- Filtre sur l'air neuf type G4 + F8
- Filtre sur l'air extrait type M5
- Température de soufflage = Température de consigne ambiante (21°C en hiver et 26°C en été)

### VENTILO-CONVECTEUR

Les unités terminales seront des centrales plafonniers gainables multizone réversibles de type 2 tubes 4 rangs à haute pression disponible (maxi 240 Pa).

Elles seront équipées d'un ou deux moto-ventilateurs offrant un ajustement automatique à pression constante des débits d'air vers les pièces en demande.

Ces centrales plafonniers pourront traiter indépendamment jusqu'à 4 zones différentes.

Caractéristiques Techniques -Gainable :

- La vitesse de l'air soufflé par les ventilo convecteurs au niveau des postes de travail est limitée à 0.22m/s en été et à 0.20m/s en hiver
- Plénum de soufflage équipé de registres motorisés au nombre maxi de 4
- Batterie 4 rangs : 3 rangs froid et 1 rang chaud
- Plage de débits d'air : de 150 m<sup>3</sup>/h à 1210 m<sup>3</sup>/h selon le nombre de registres disponibles
- Pression disponible : 30 Pa d'usine, possible 240 Pa maxi via un potentiomètre intégré de série au contrôleur
- Puissance calorifique : 6,79 kW (Régime d'eau 90/70°C)
- Puissance frigorifique : 2.94 kW (régime d'eau 8/17°C)
- La reprise s'effectuera en vrac par l'arrière du gainable

Chaque unité sera équipée d'une panoplie hydraulique circuit "Chaud" ou "Froid" ayant les équipements suivants :

- Vanne d'isolement sur l'aller
- Vanne d'isolement sur le retour
- Vanne deux voies motorisée sur le retour
- Vanne de réglage sur le retour
- Sonde de température sur le retour

### CONDUITS D'AIR ET ACCESSOIRES

Les conduits et accessoires seront circulaires en tôle d'acier galvanisé.

Les conduits nécessitant un diamètre supérieur à 400mm seront en gaine acier galvanisé rectangulaire.

Les conduits de soufflage et d'extraction cheminant en locaux techniques, locaux non chauffés et gaines techniques, seront calorifugés par kraft alu de 25 mm ( $\lambda=0.037 \text{ W/m.}^\circ\text{K}$ ).

Les réseaux (soufflage et reprise) en sortie de locaux techniques et traversant le hall d'entrée du bâtiment B feront l'objet d'un traitement acoustique renforcé par la mise en place de

panneau isolant thermique et phonique à l'intérieur des gaines rectangulaires, épaisseur 25mm ( $\lambda=0.035 \text{ W/m.}^\circ\text{K}$ ).

Pour l'ensemble des bureaux, l'air neuf sera raccordé sur les plenums des diffuseurs prévus à cet effet.

L'entreprise devra prévoir les pièges à sons rectangulaires en local technique CTA

Les amenées de l'air neuf ainsi que les rejets d'air vicié des CTA, s'effectueront en façade des locaux techniques CTA.

#### **REGISTRE D'ÉQUILIBRAGE**

Il sera installé des registres d'auto équilibrage sur les réseaux d'air neuf en amont de chaque grille de diffusion, et sur les réseaux de reprise d'air en aval des bouches et grilles d'extraction. Ils permettront d'avoir débit constant quel que soit la pression du réseau.

#### **GRILLE DE REPRISE PLAFONNIÈRE**

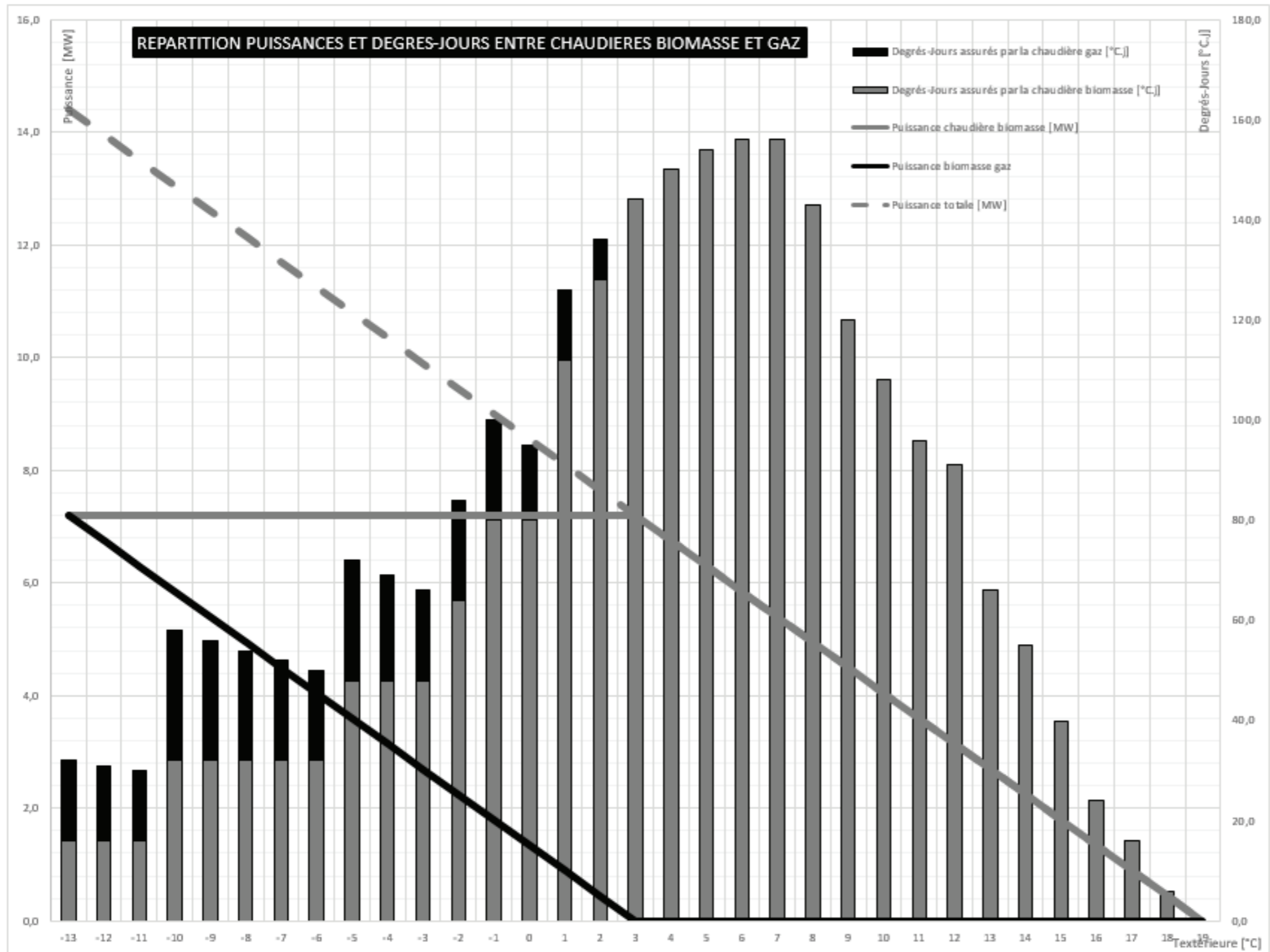
Fourniture et pose de grilles de reprise plafonnière carrée, pour extraction de l'air vicié adapté aux faux-plafond 600x600mm,

#### **THERMOSTAT DE ZONE**

Les principales fonctionnalités seront :

- Chaque groupe de bureaux sera équipé d'un thermostat analogique sans fil permettant de transmettre les températures d'ambiance et de consigne aux contrôleurs/registres des unités gainables
- Les thermostats analogiques seront répartis suivant les orientations des bureaux et à raison de 1 thermostat pour 2 grilles de soufflage.

**ANNEXE C22 : Répartition Puissances et Degrés-Jours entre chaudières biomasse et gaz de la chaufferie urbaine**



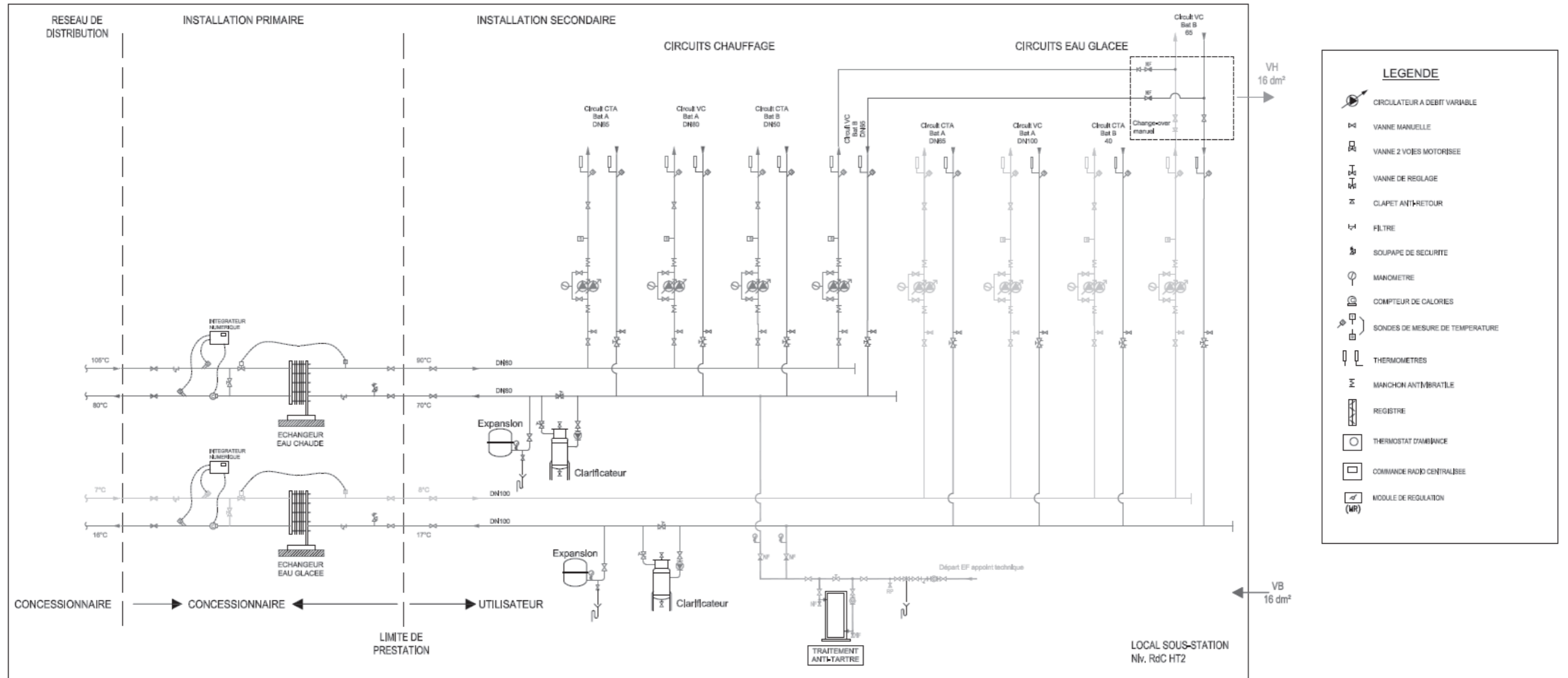
Puissance chaudière biomasse	7,2 MW
Puissance chaudière gaz	7,2 MW

Estimation coût d'investissement chaudière biomasse	500 € HT/kW
Estimation coût d'investissement chaudière gaz	150 € HT/kW

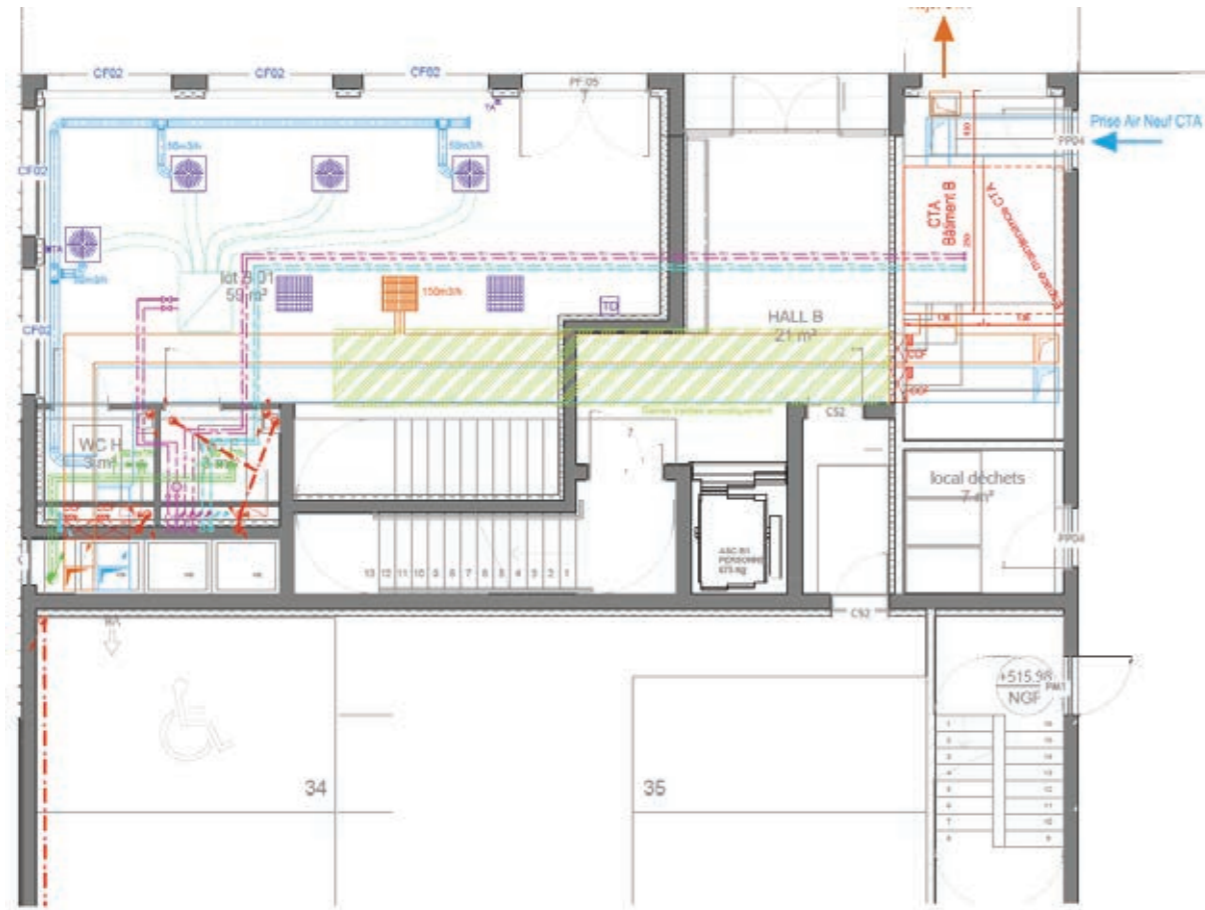
Degrés-Jours totaux	2636 °C.j
Degrés-Jours assurés par chaudière biomasse	2341 °C.j
Degrés-Jours assurés par chaudière gaz	158 °C.j

Prix combustible bois	3 c€/kW.h
Prix combustible gaz	6 c€/kW.h

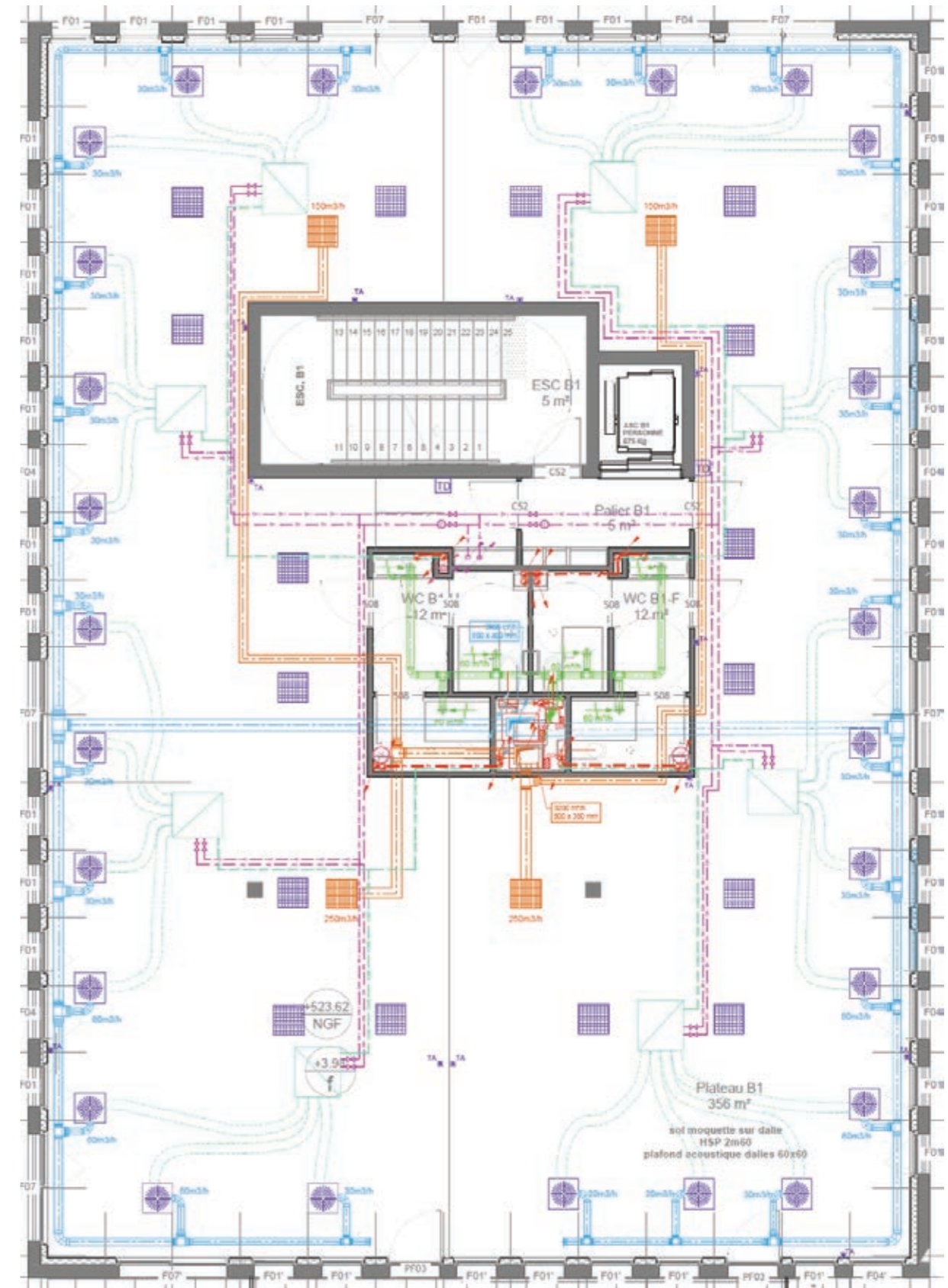
**ANNEXE C23 : Schéma de principe de la sous-station**



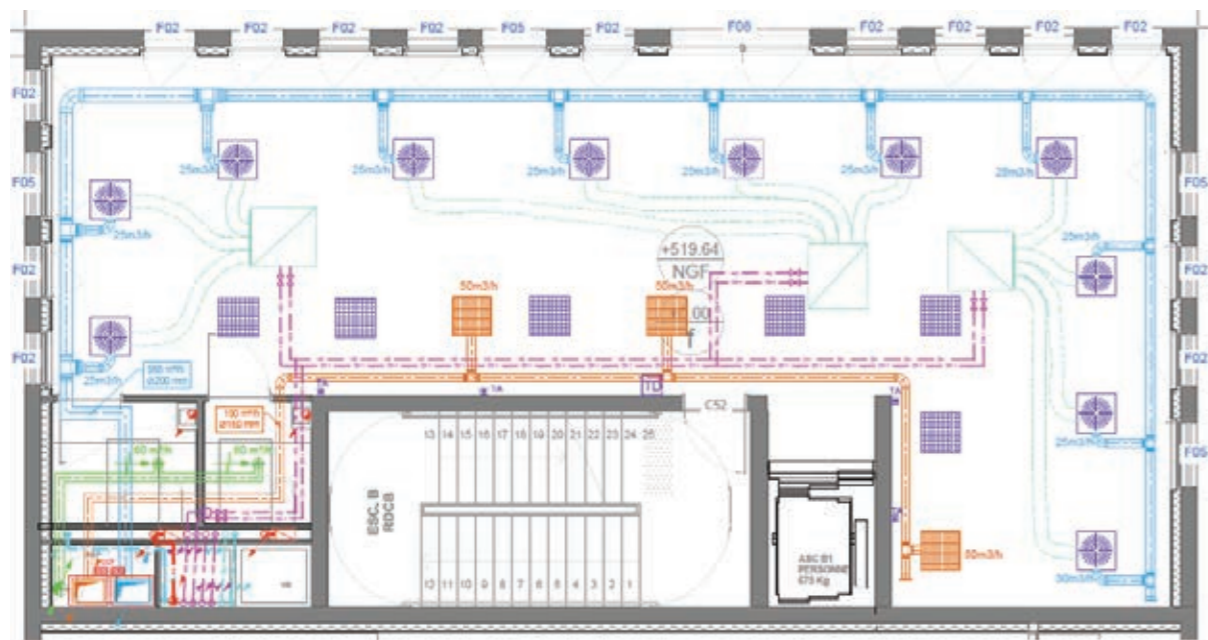
**ANNEXE C24 : Bâtiment B - Plan niveau RDC BAS**



**ANNEXE C24 : Bâtiment B - Plan niveau R+1 (Identique R+2, R+3 et R+4)**

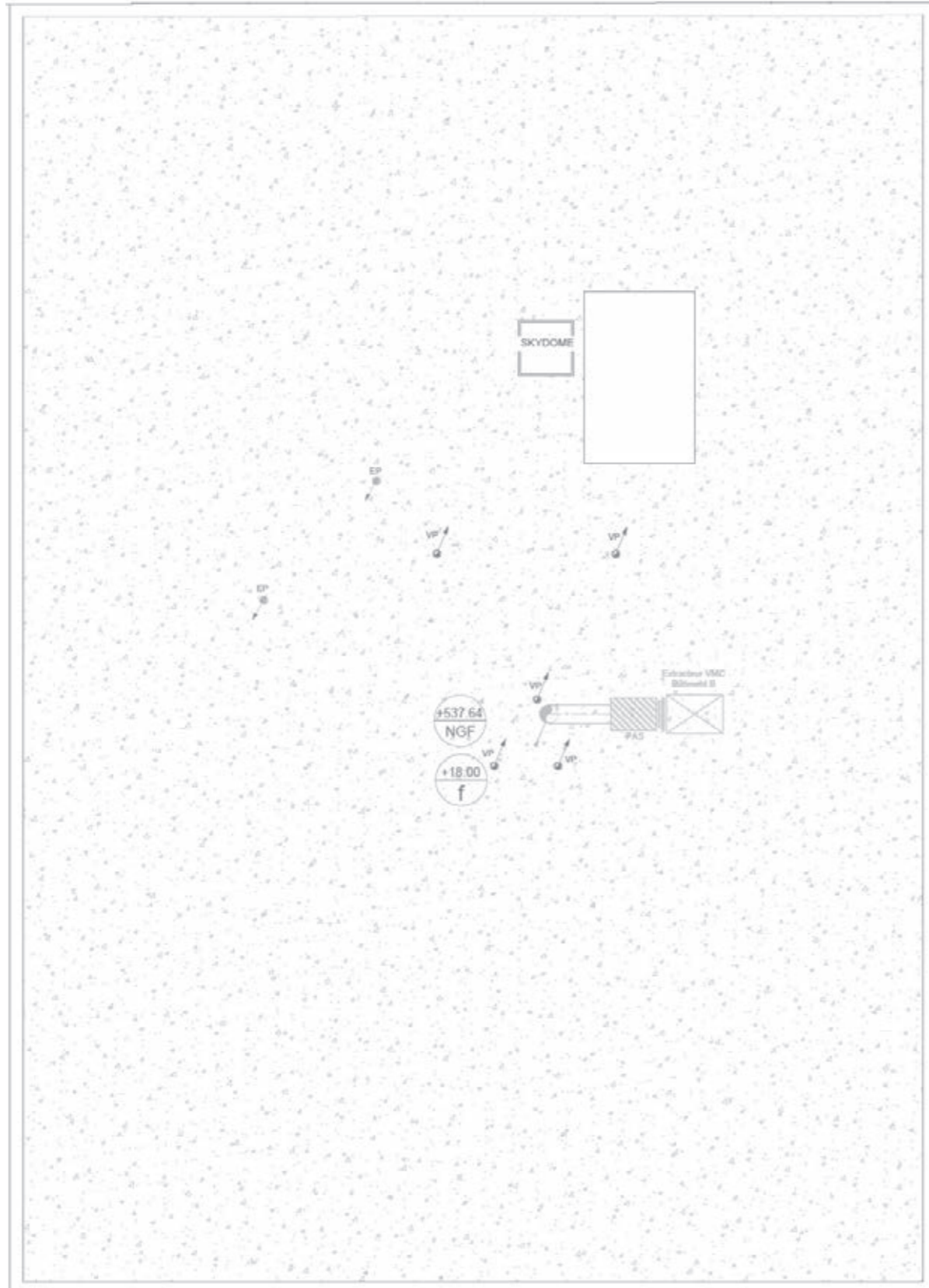


**ANNEXE C24 : Bâtiment B - Plan niveau RDC Haut**

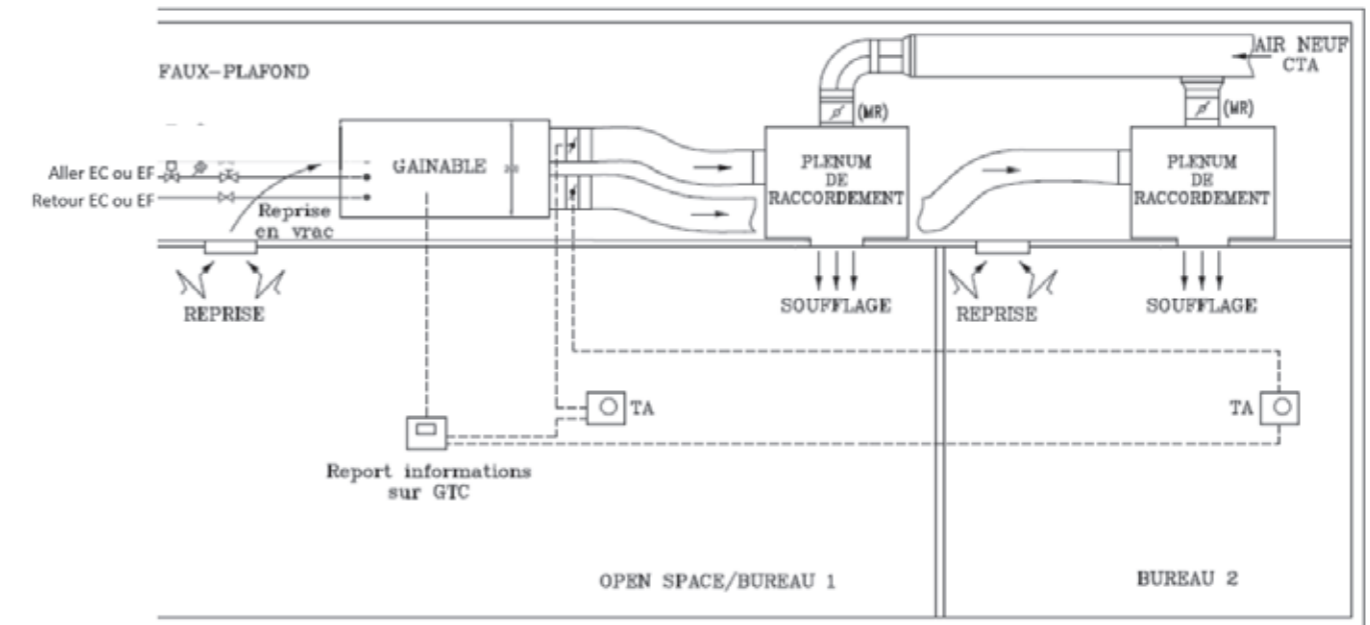




ANNEXE C24 : Bâtiment B - Plan niveau R+5



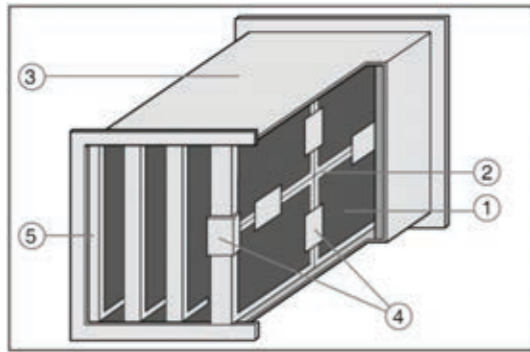
ANNEXE C24 : Coupe faux-plafond montrant l'implantation du système de conditionnement d'air



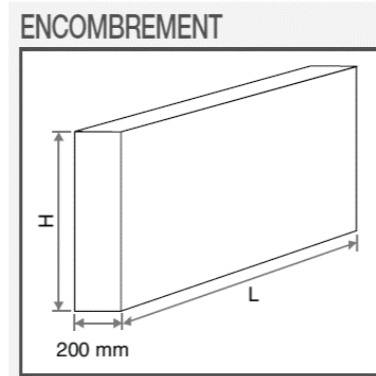
**LEGENDE**

	CIRCULATEUR A DEBIT VARIABLE
	VANNE MANUELLE
	VANNE 2 VOIES MOTORISEE
	VANNE DE REGLAGE
	CLAPET ANTI-RETOUR
	FILTRE
	SOUPAPE DE SECURITE
	MANOMETRE
	COMPTEUR DE CALORIES
	SONDES DE MESURE DE TEMPERATURE
	THERMOMETRES
	MANCHON ANTI-MBRATILE
	REGISTRE
	THERMOSTAT D'AMBIANCE

**ANNEXE C25 : Documentation constructeur baffles acoustiques rectangulaires**



- 1 : Revêtement tissu de verre
- 2 : Cadre des baffles
- 3 : Caisson
- 4 : Accessoires de fixation
- 5 : Baffle



**ATTENUATION**

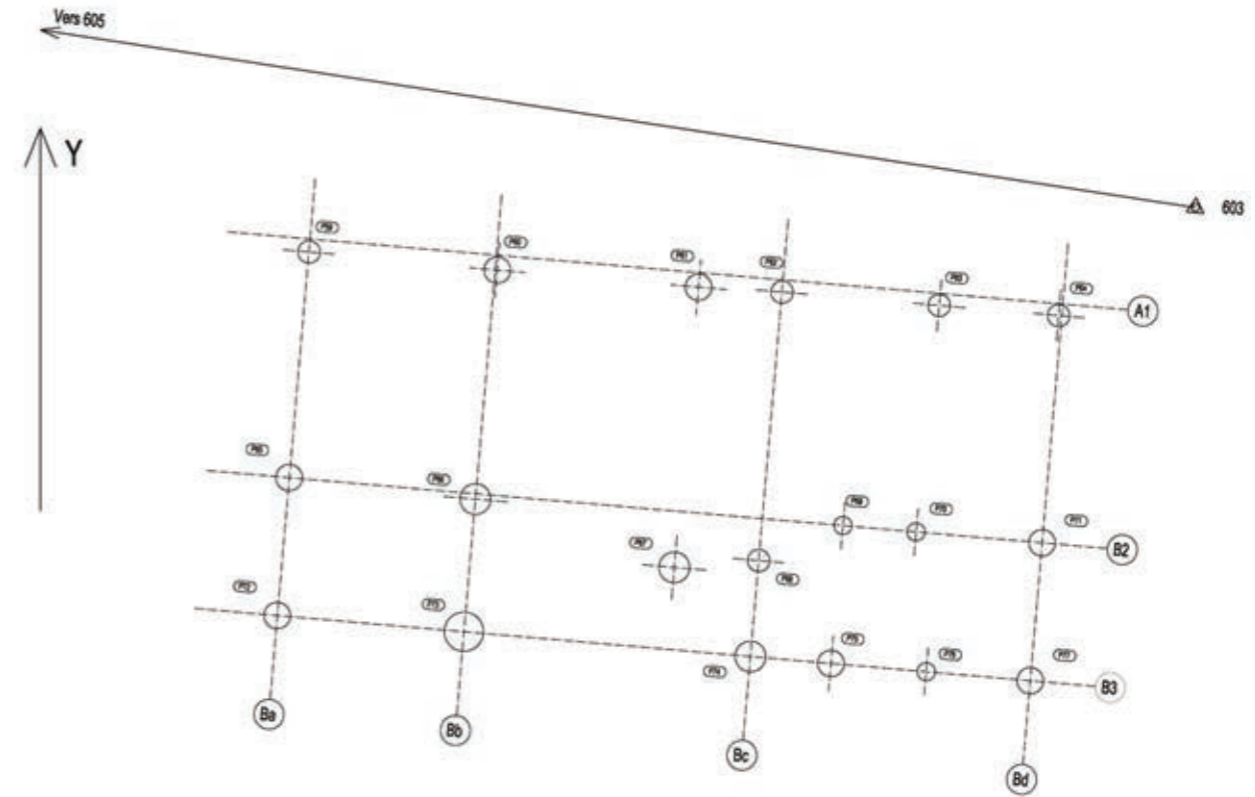
Perte d'insertion statique en dB, mesurée selon la norme ISO 7235.

L=700 mm et H=600 mm

Ecart en mm	Fréquence centrale de la bande d'octave (Hz)							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
50	4	5	12	19	38	38	21	15
100	3	4	9	15	27	24	14	10
150	2	3	7	13	20	16	9	7
200	2	2	5	12	15	10	6	5

Ecart : distance entre 2 baffles

**ANNEXE C26 : Tableau de mesure - Données**



**Tableau des coordonnées des points de canevas dans un repère local**

Numéro	X	Y
603	973.760	719.472
605	941.446	724.446

**Tableau des coordonnées d'implantation des axes des pieux dans un repère local**

Numéro	X	Y
P60	957.368	718.006
P64	970.547	716.940
P66	956.854	712.629
P75	965.202	708.770
P77	969.880	708.365

**Tableau des mesures réalisées**

Station	Points visés	Angle horizontal en gon	Distance horizontale en m
603	605	0.000	-
	P60	384.601	16.440
	P64	347.783	4.082
	P66	365.790	18.102
	P75	333.218	13.650
	P77	311.674	11.700

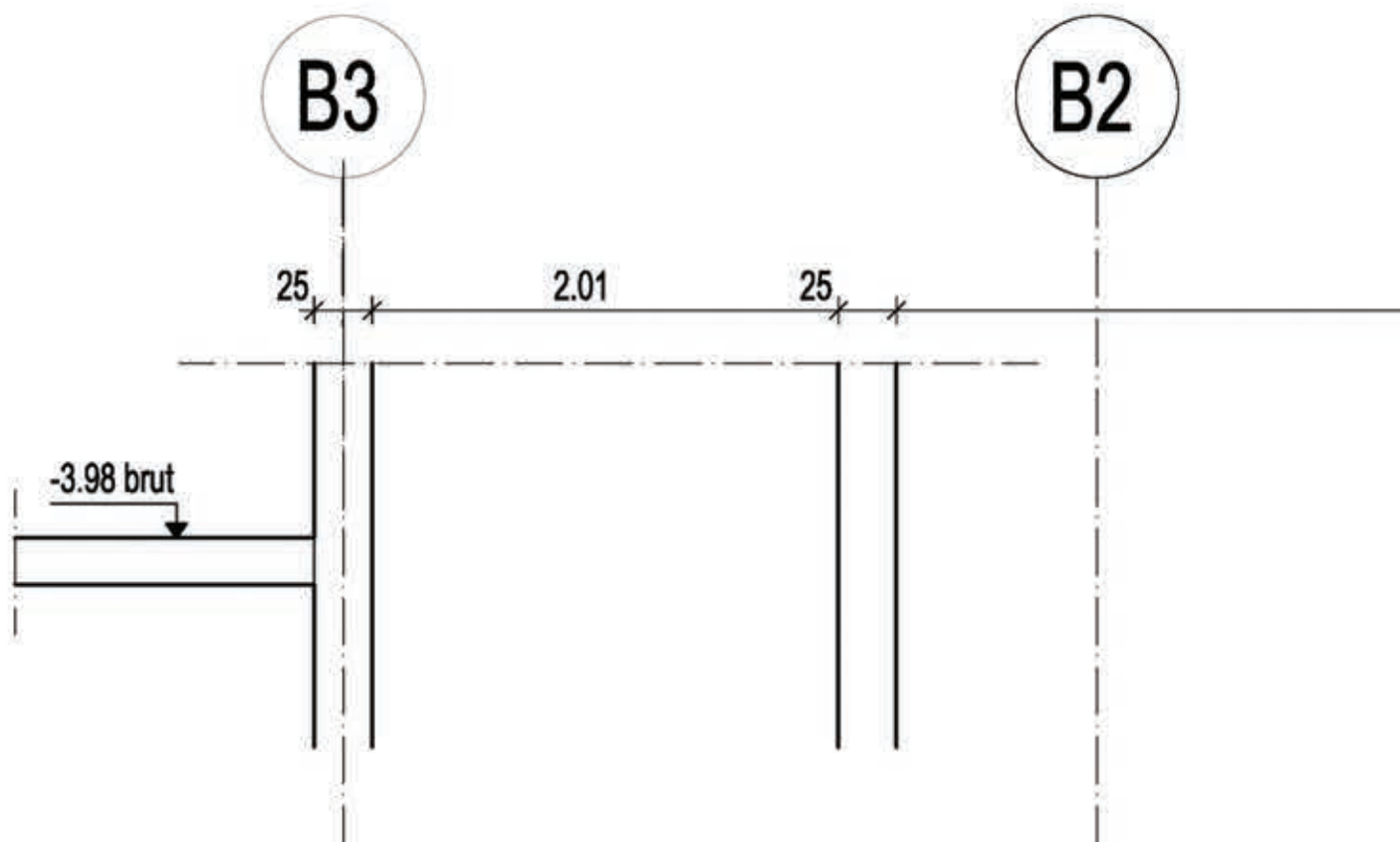
**D – Documents réponses**

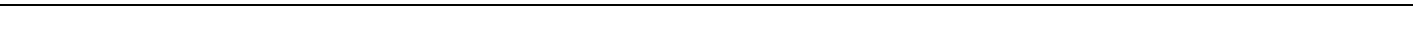
**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**



NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR1 : Plan de fondation : Coupe B-B





A1

6.205

40

-4.06 fini



**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

**DR2 : Procédure de réalisation des pieux forés tubés**

N°	DESCRIPTION / SCHEMA	CONTROLE QUALITE	N°



--

DESCRIPTION / SCHEMA	CONTROLE QUALITE

Nom de famille :  
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Prénom(s) :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Numéro  
Inscription :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Né(e) le :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/S spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

**CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EAE SIC 3

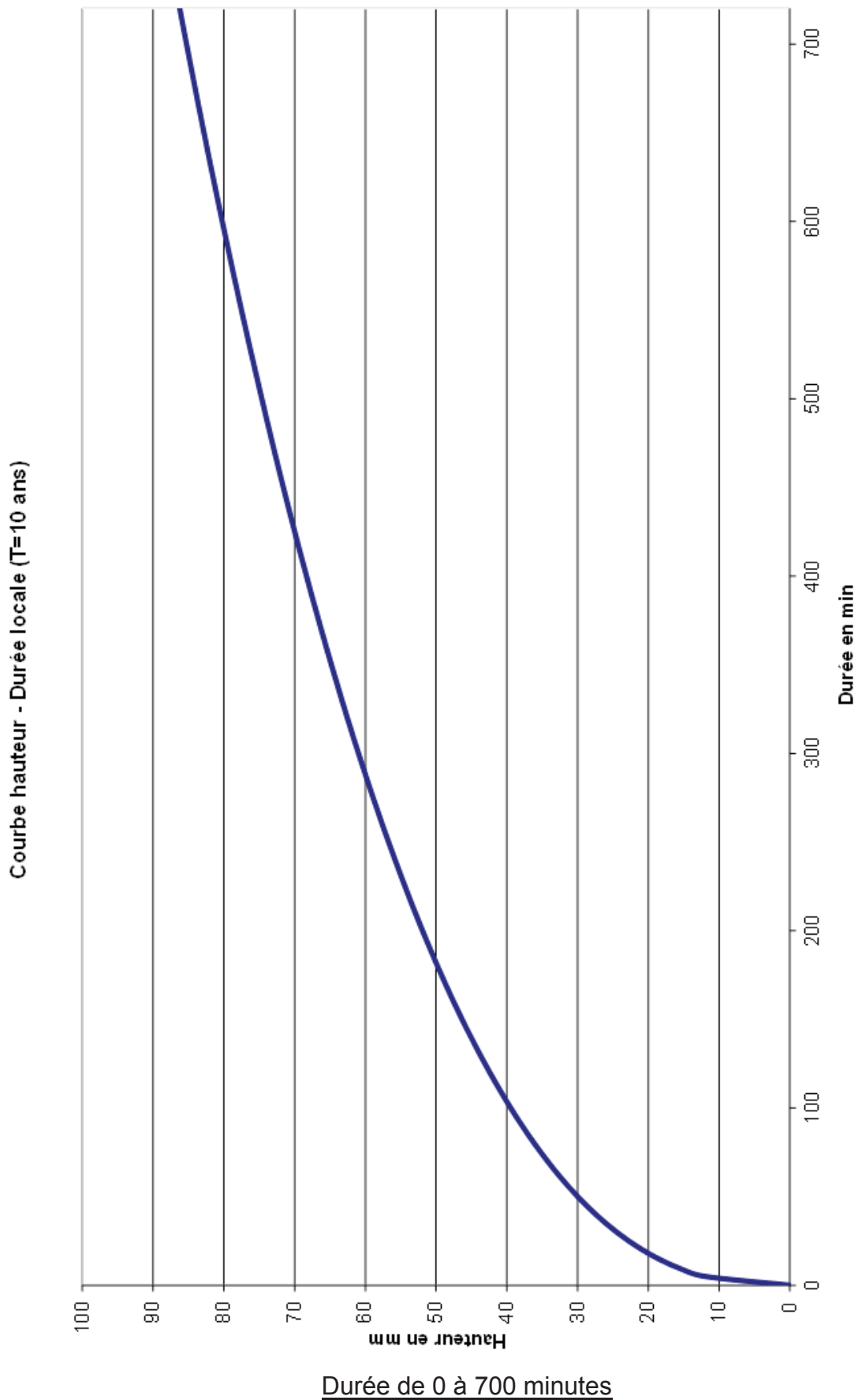
**DR3**

**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**

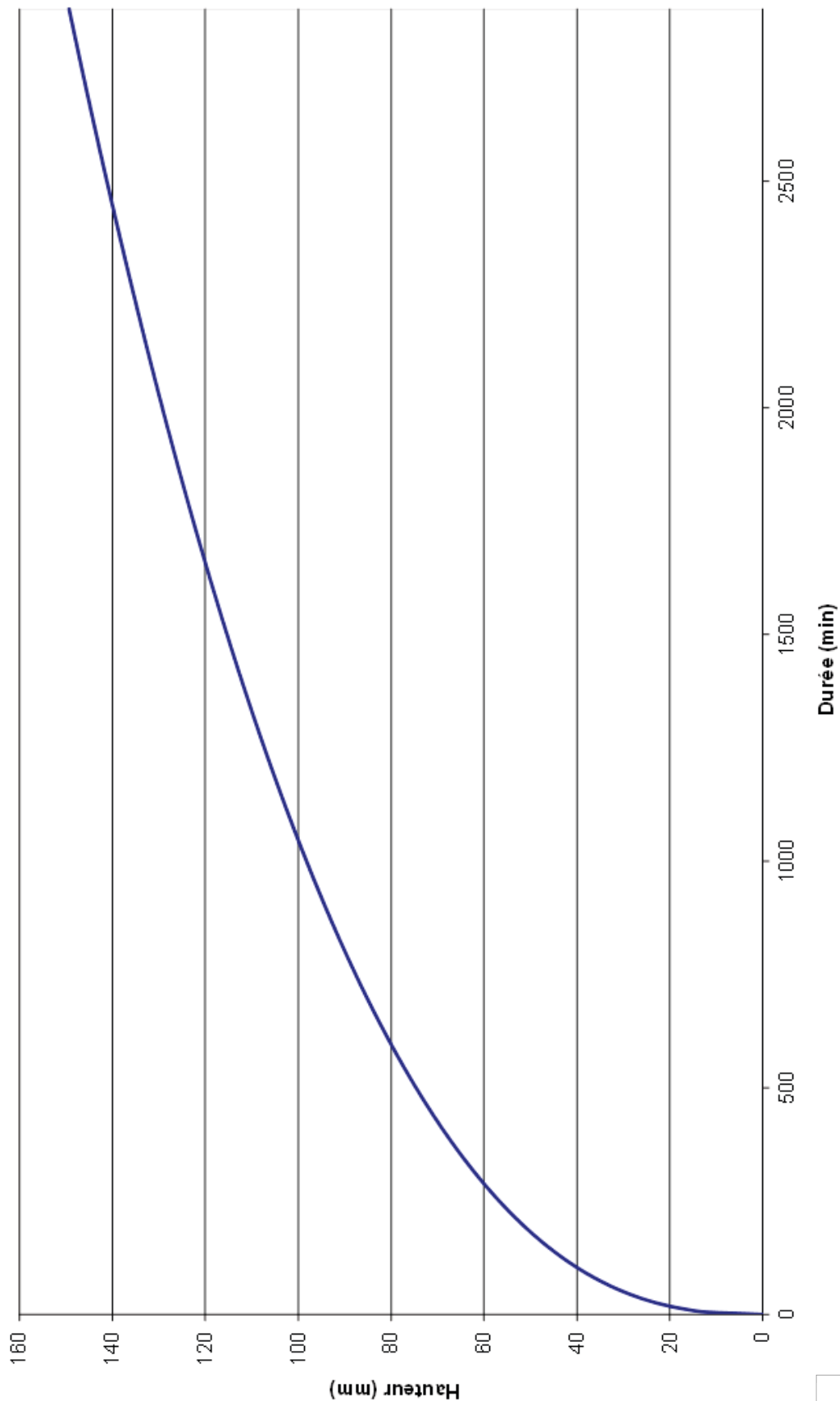


NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR3 : Méthode des pluies : courbes Hauteur en fonction du temps pour un temps de r



Courbe hauteur - Durée locale (T=10 ans)



Durée de 0 à 2800 minutes

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom(s) :

Numéro  
Inscription :

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/S spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

**CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

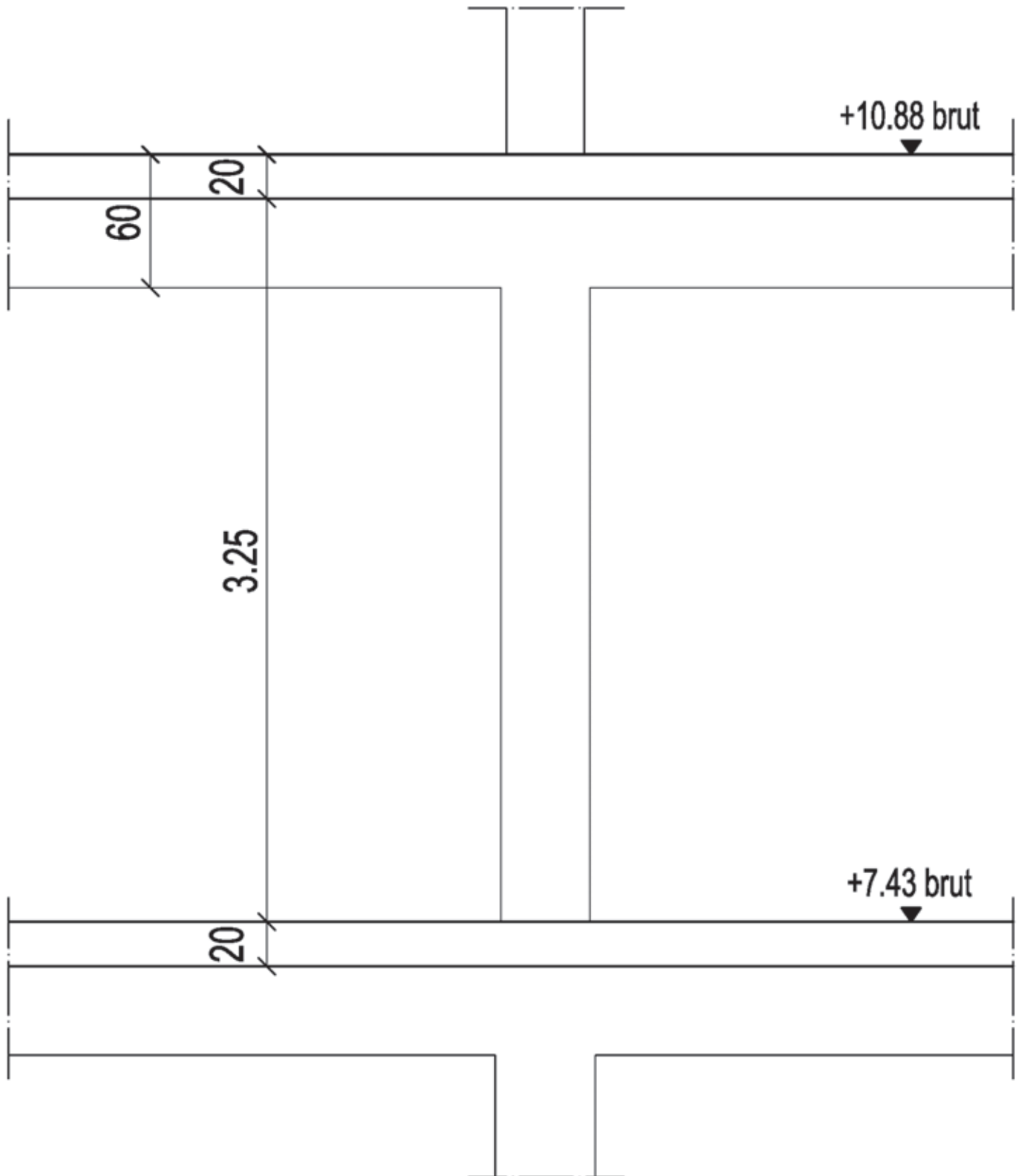
EAE SIC 3

**DR4****Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

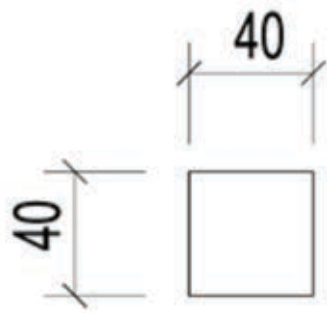
DR4 : Plan de ferrailage du poteau

# Élévation



---

# Coupe



Nom de famille :

*(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Prénom(s) :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Numéro  
Inscription :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Né(e) le :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

*(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)*

*(Remplir cette partie à l'aide de la notice)*

Concours / Examen : .....

Section/Sécialité/Série : .....

Epreuve : .....

Matière : ..... Session : .....

**CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur **CHAQUE** feuille officielle, la zone d'identification en **MAJUSCULES**.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroter chaque **PAGE** (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EAE SIC 3

# DR5

**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**

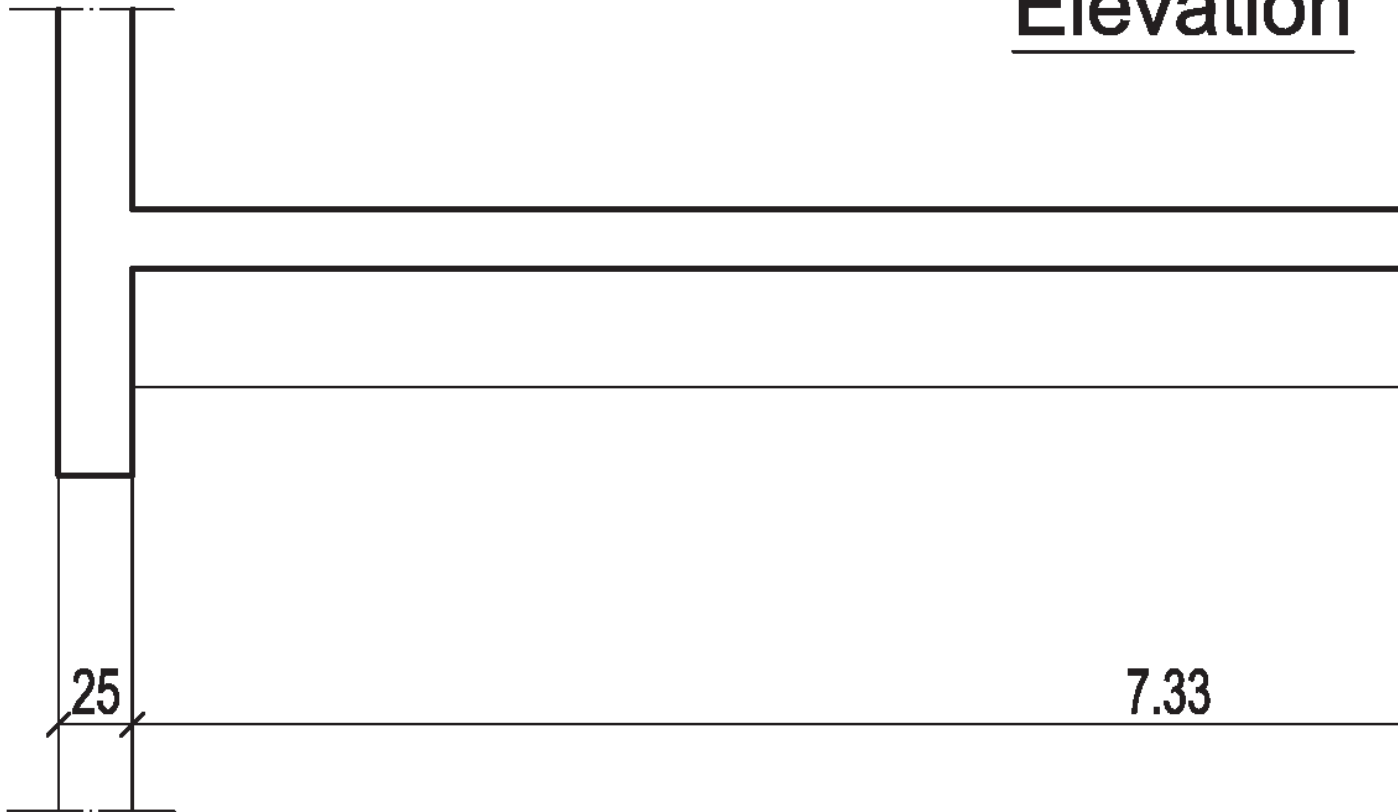




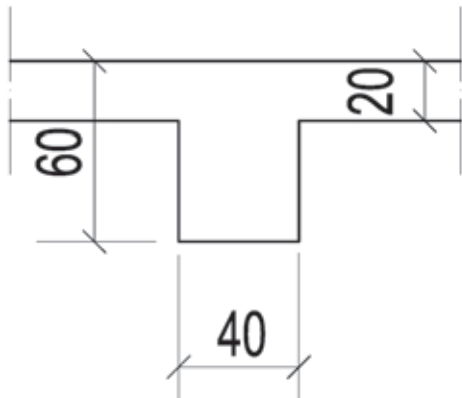
NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

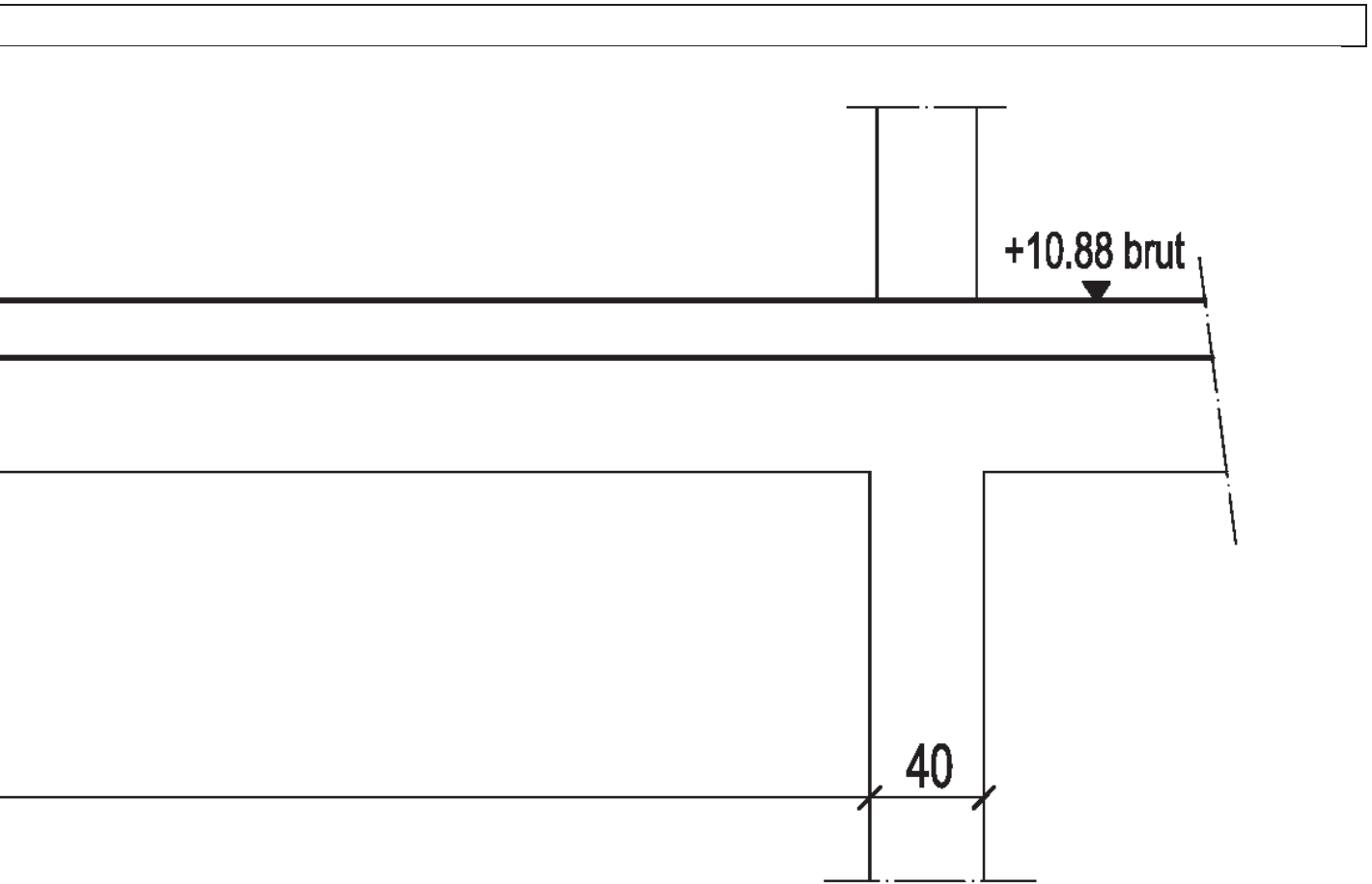
DR5 : Plan de ferrailage de la poutre

Elévation



Coupe





Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Prénom(s) :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Numéro  
Inscription :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Né(e) le :

		/			/																			
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/S spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

**CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EAE SIC 3

# DR6

Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.

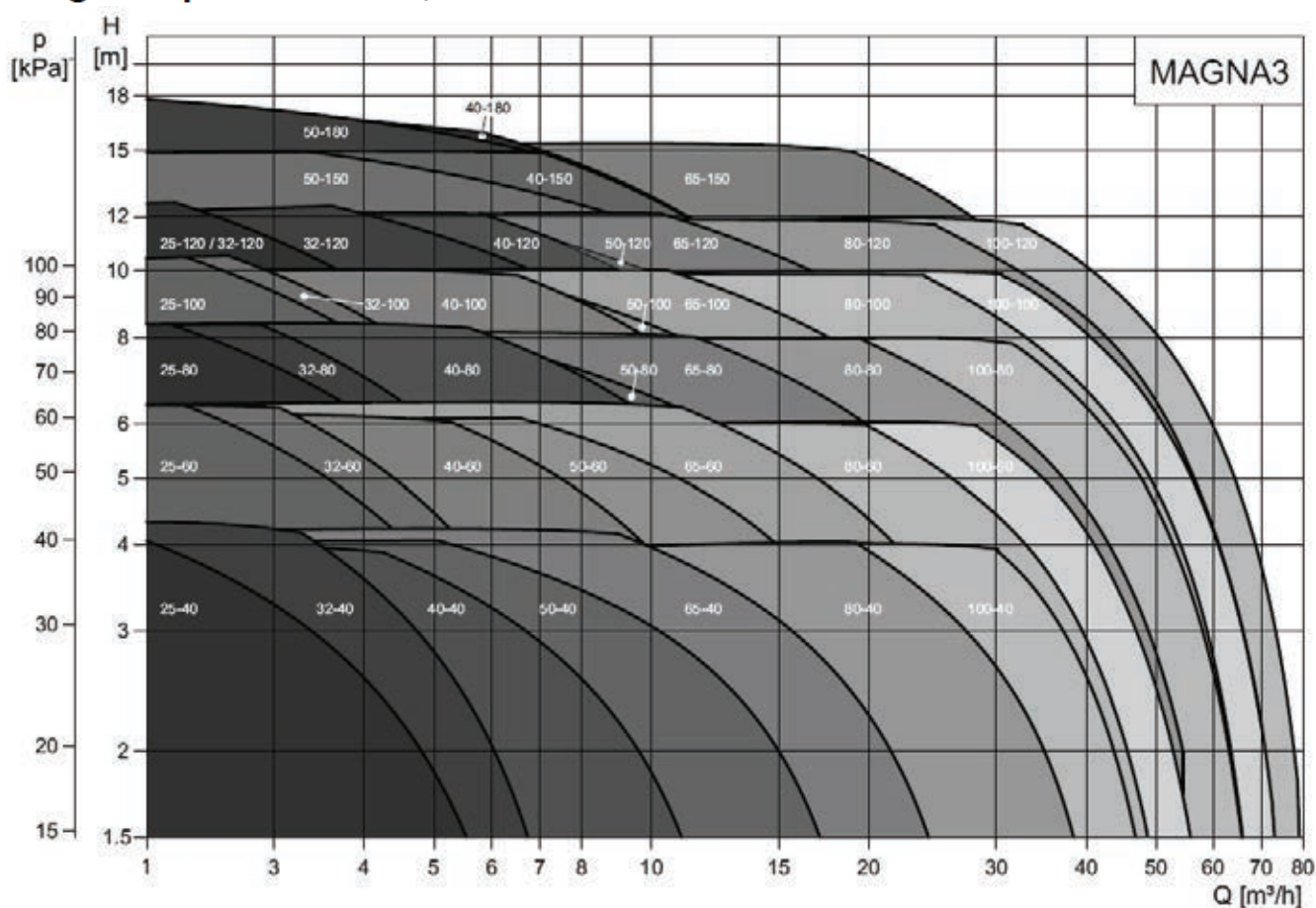
NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

**DR6 : Documentation technique Pompes GRUNFOS Magna 3**

**Désignation**

Code	Exemple	MAGNA3	(D)	80	-120	(F)	(N)	360
	Gamme MAGNA3							
D	Circulateur simple Circulateur double							
	Diamètre nominal (DN) des orifices d'aspiration et de refoulement [mm]							
	Hauteur max. [dm]							
F	Raccordement tuyauterie Bride							
N	Matériau du corps de pompe Fonte Acier inoxydable							
	Entraxe [mm]							

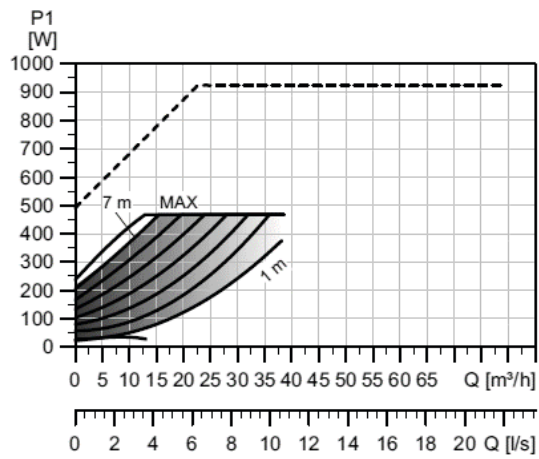
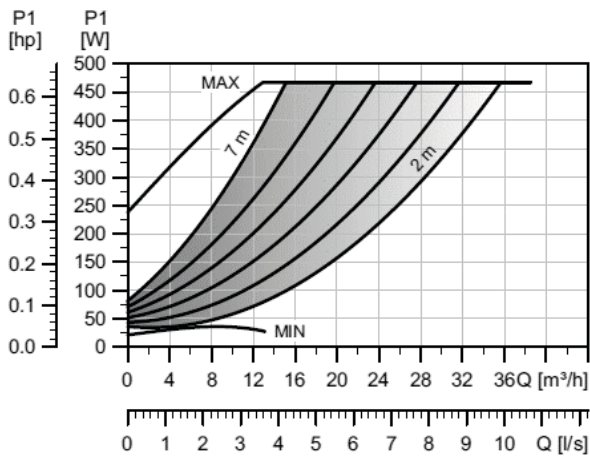
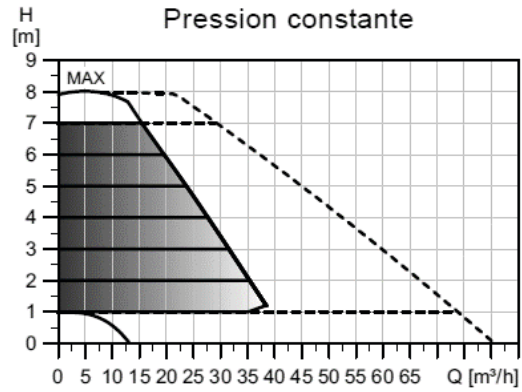
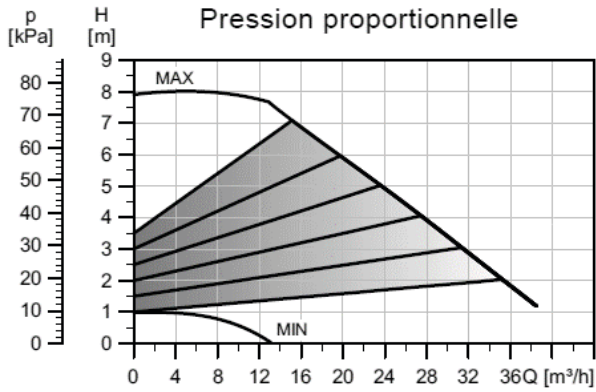
**Plage de performance, MAGNA3**



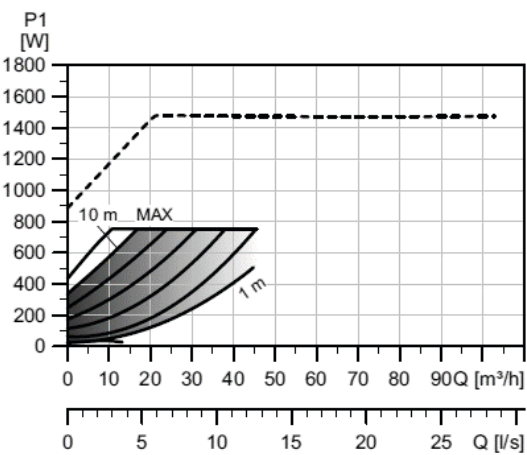
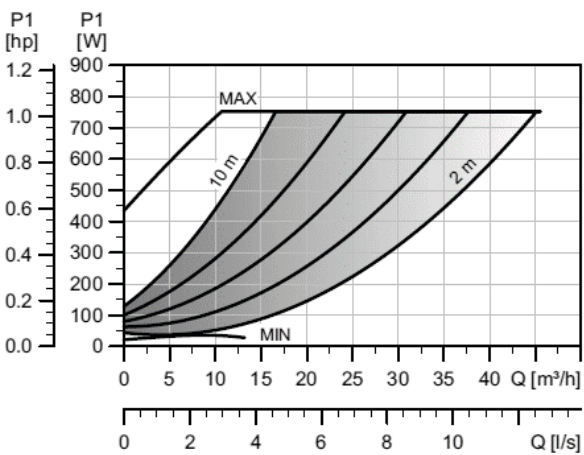
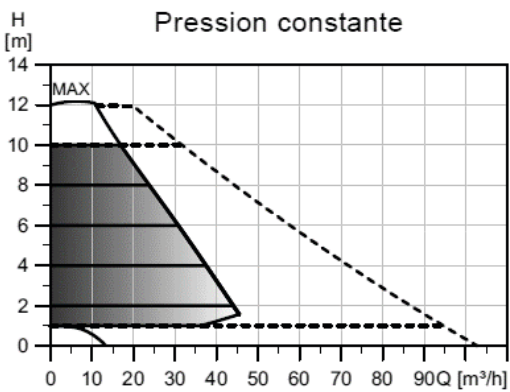
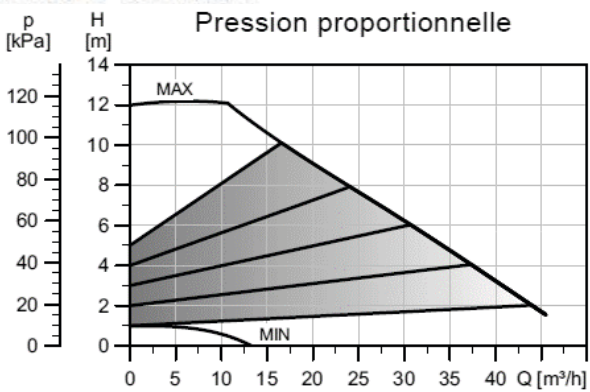
Correspondances dimensionnelles tube acier

Diamètre nominal	Diamètre extérieur [mm]	Epaisseur [mm]
DN65	76.1	3.2

## MAGNA3 D 65-80 F



## MAGNA3 D 65-120 F



Modèle CMEN-DOC v2 ©NEOPTEC

**Nom de famille :** (Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

**Prénom(s) :**

**Numéro d'inscription :** Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

**Concours / Examen :** ..... **Section/Spécialité/Série :** .....

**Epreuve :** ..... **Matière :** ..... **Session :** .....

**CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EAE SIC 3

**DR7**

**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR7 : Analyse fonctionnelle de l'installation de conditionnement d'air

Fonction	
Gestion du traitement et du soufflage de l'air neuf dans des bureaux, open-space et salles de réunion	
Gestion et traitement de l'air repris des bureaux, open-space et salles de réunion	
Gestion de l'extraction de l'air vicié des bureaux, open-space et salles de réunion	
Gestion de l'extraction de l'air vicié des sanitaires	
Récupération d'énergie sur l'air vicié	
Déperditions / charges aérauliques	
Déperditions / charges surfaciques et internes	
Régulation de la température ambiante	

**Équipement(s) associé(s)**



Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom(s) :

Numéro  
Inscription :

Né(e) le :

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/Spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

**CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EAE SIC 3

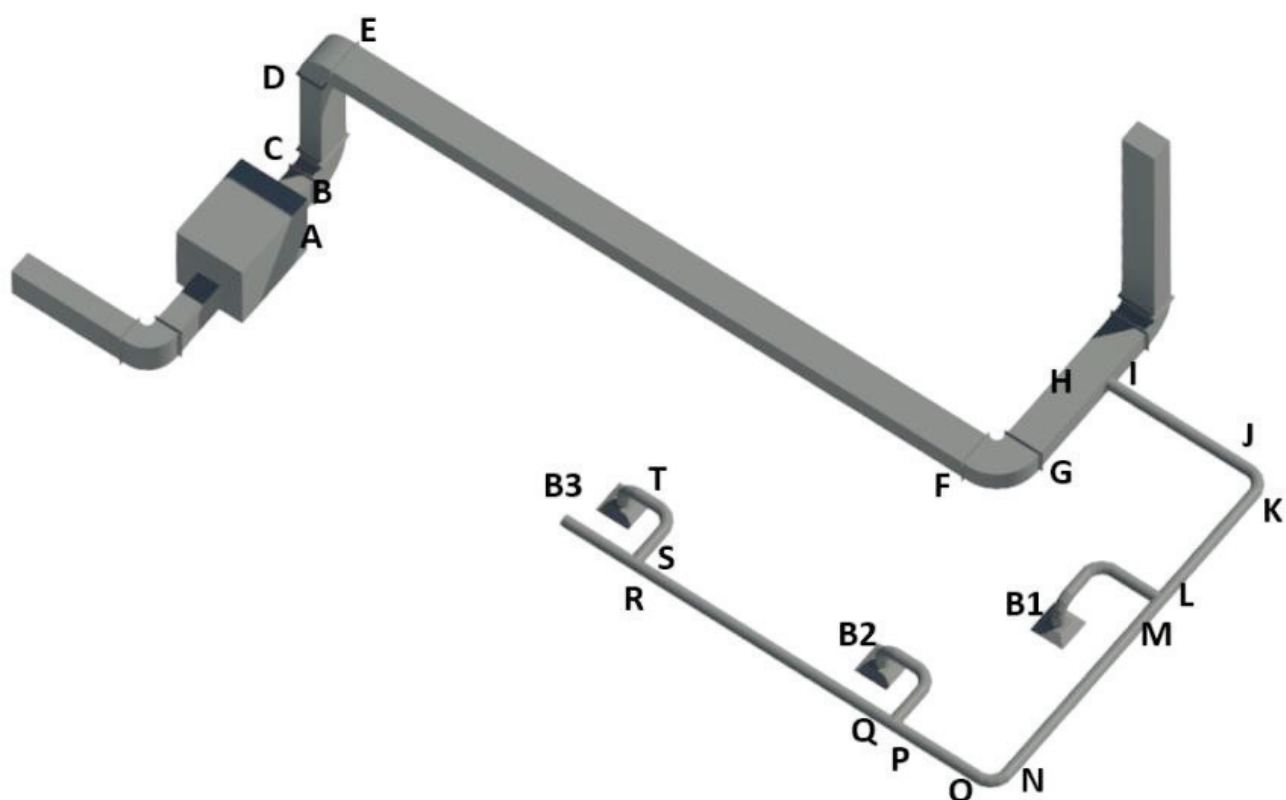
**DR8**

**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

**DR8 : Feuille de calculs pertes de charge réseau aéraulique Plateau RdC bas**

Réseau de soufflage Bat B - RdC Bas			Caractéristiques dimensionnelles et hydrauliques				
			Diamètre (équivalent)	Section	Débit	Vitesse	Longueur
			[mm]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> /h]	[m/s]	[m]
L	M	Té	125	0,012	150	3,4	
M	N	Conduite circulaire	125	0,012	100	2,3	3,22
N	O	Coude	125	0,012	100	2,3	
O	P	Conduite circulaire	125	0,012	100	2,3	1,03
P	Q	Té	125	0,012	100	2,3	
Q	R	Conduite circulaire	125	0,012	50	1,1	3,92
R	S	Té	125	0,012	50	1,1	
S	T	Flexible	125	0,012	50	1,1	1,50
T	B3	Bouche	125	0,012	50	1,1	




**Données :**

- Masse volumique de l'air :  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$
- Viscosité cinématique de l'air :  $\nu = 15,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- Nombre de Reynolds :  $Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$
- Coefficient de pertes de charge :

<i>Si <math>Re &lt; 2000</math></i>	<i>Si <math>2000 &lt; Re &lt; 1 \cdot 10^5</math></i>
$\lambda = 64 / Re$	$\lambda = 0.316 \cdot Re^{-0.25}$

- $\zeta_{coude}=0.4$  ;  $\zeta_{piquage}=1.3$  ;  $\zeta_{Bouche}=1$

**Nom de famille :**  
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



**Prénom(s) :**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Numéro  
Inscription :**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Né(e) le :**

		/			/							
--	--	---	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

**Concours / Examen :** ..... **Section/Specialité/Série :** .....

**Epreuve :** ..... **Matière :** ..... **Session :** .....

**CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur **CHAQUE** feuille officielle, la zone d'identification en **MAJUSCULES**.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroter chaque **PAGE** (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

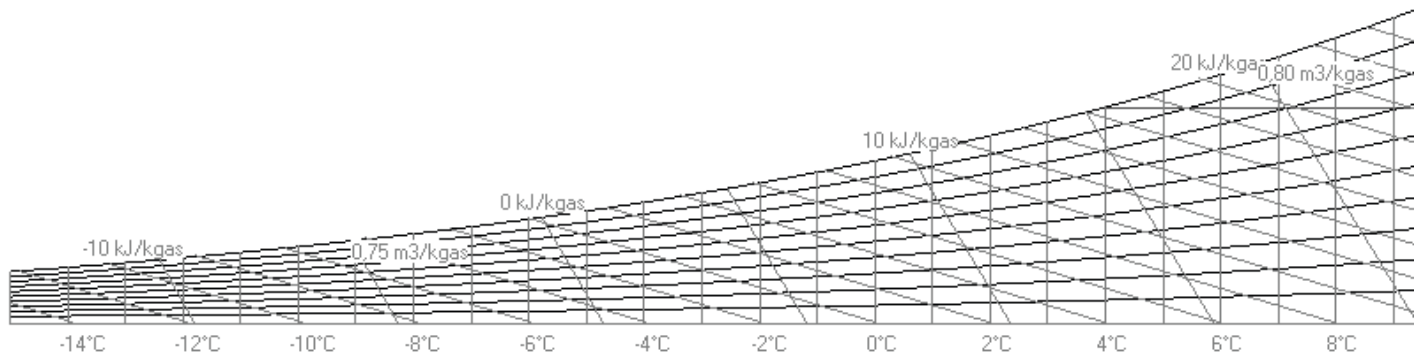
EAE SIC 3

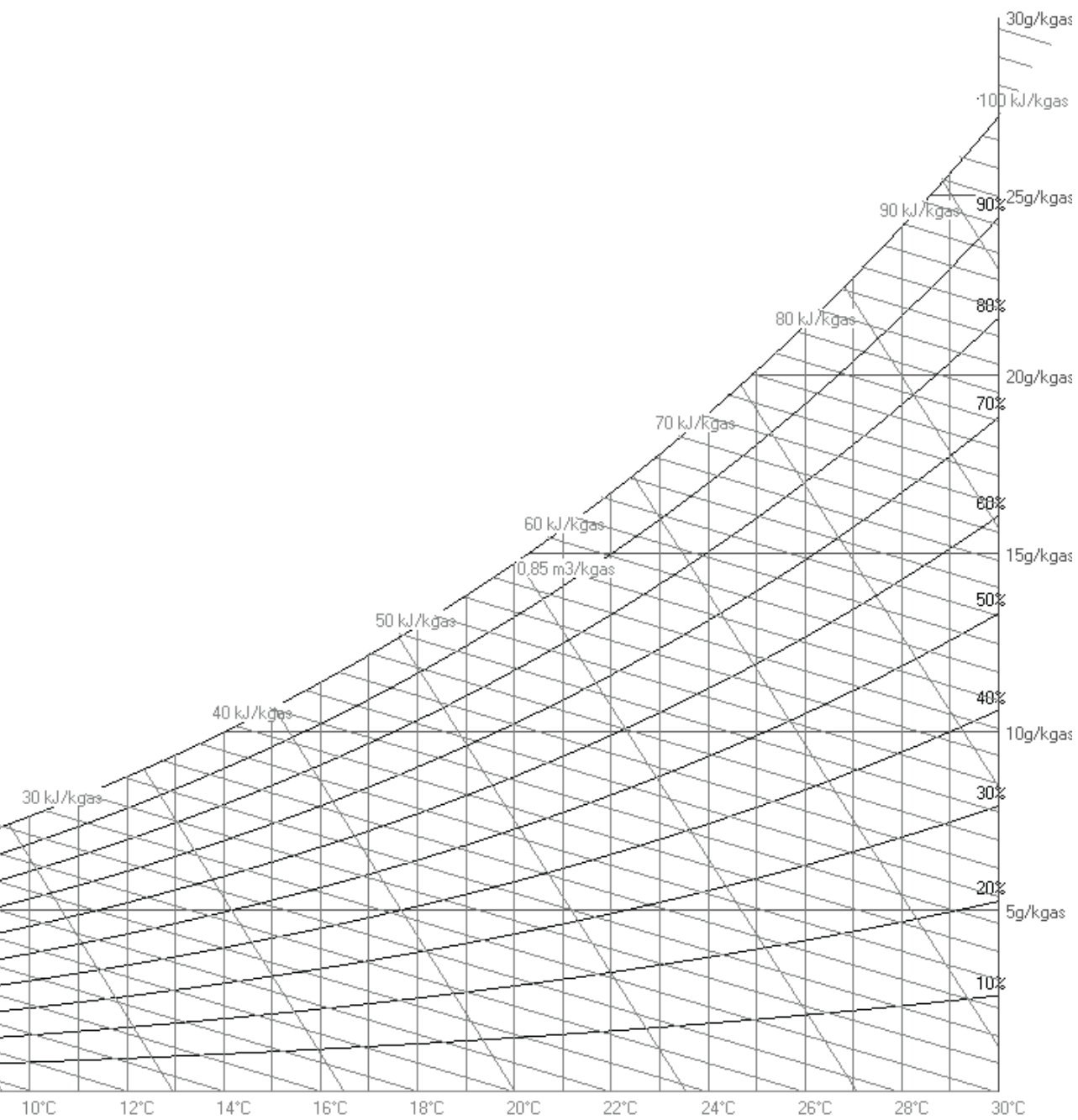
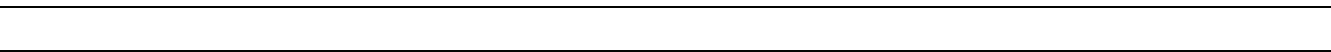
**DR9**

**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR9 : Diagramme de l'Air Humide CAS HIVER





**Nom de famille :**

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

**Prénom(s) :****Numéro  
Inscription :****Né(e) le :**

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

**Concours / Examen :** ..... **Section/S spécialité/Série :** .....**Epreuve :** ..... **Matière :** ..... **Session :** .....**CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numérotter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

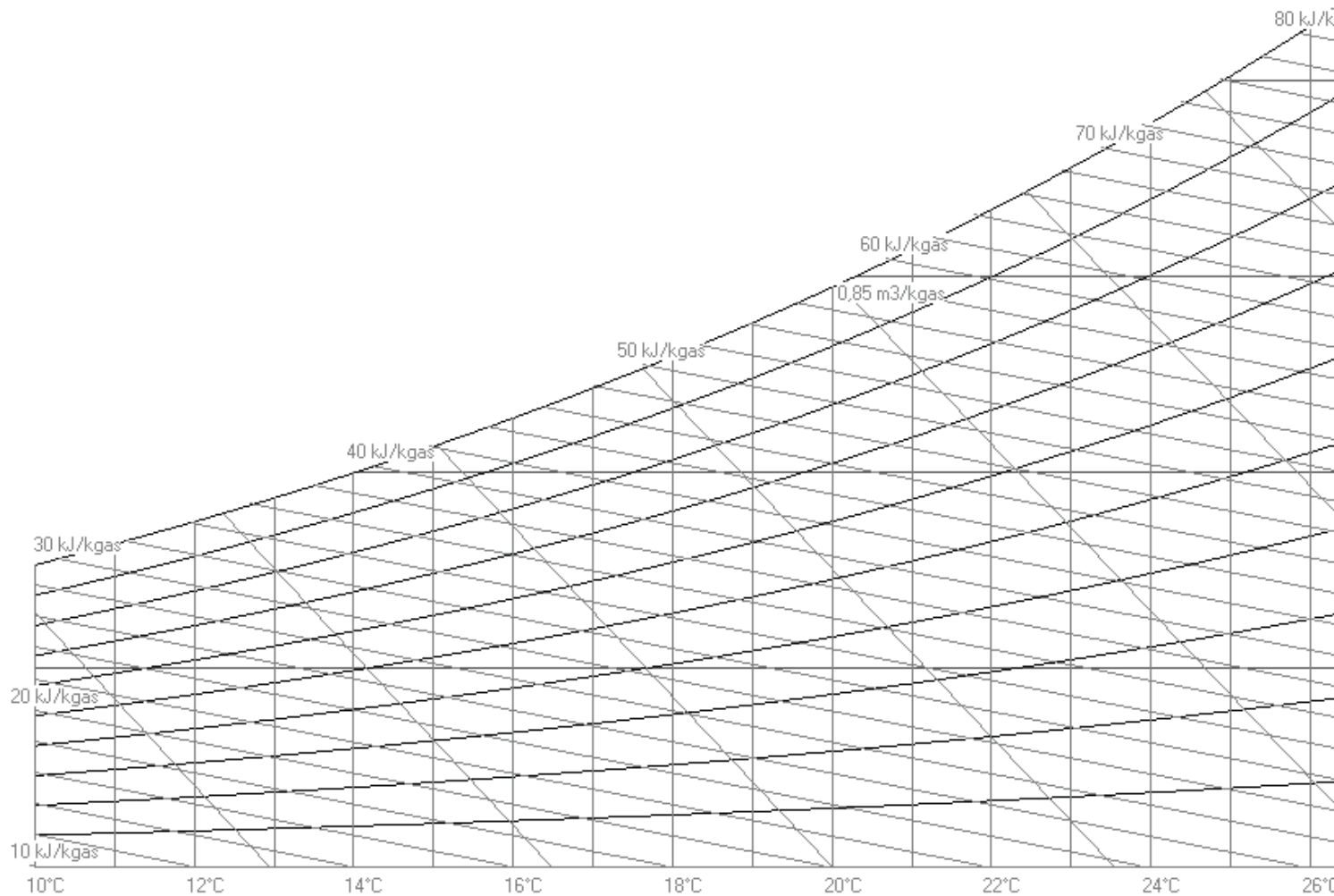
EAE SIC 3

**DR10**

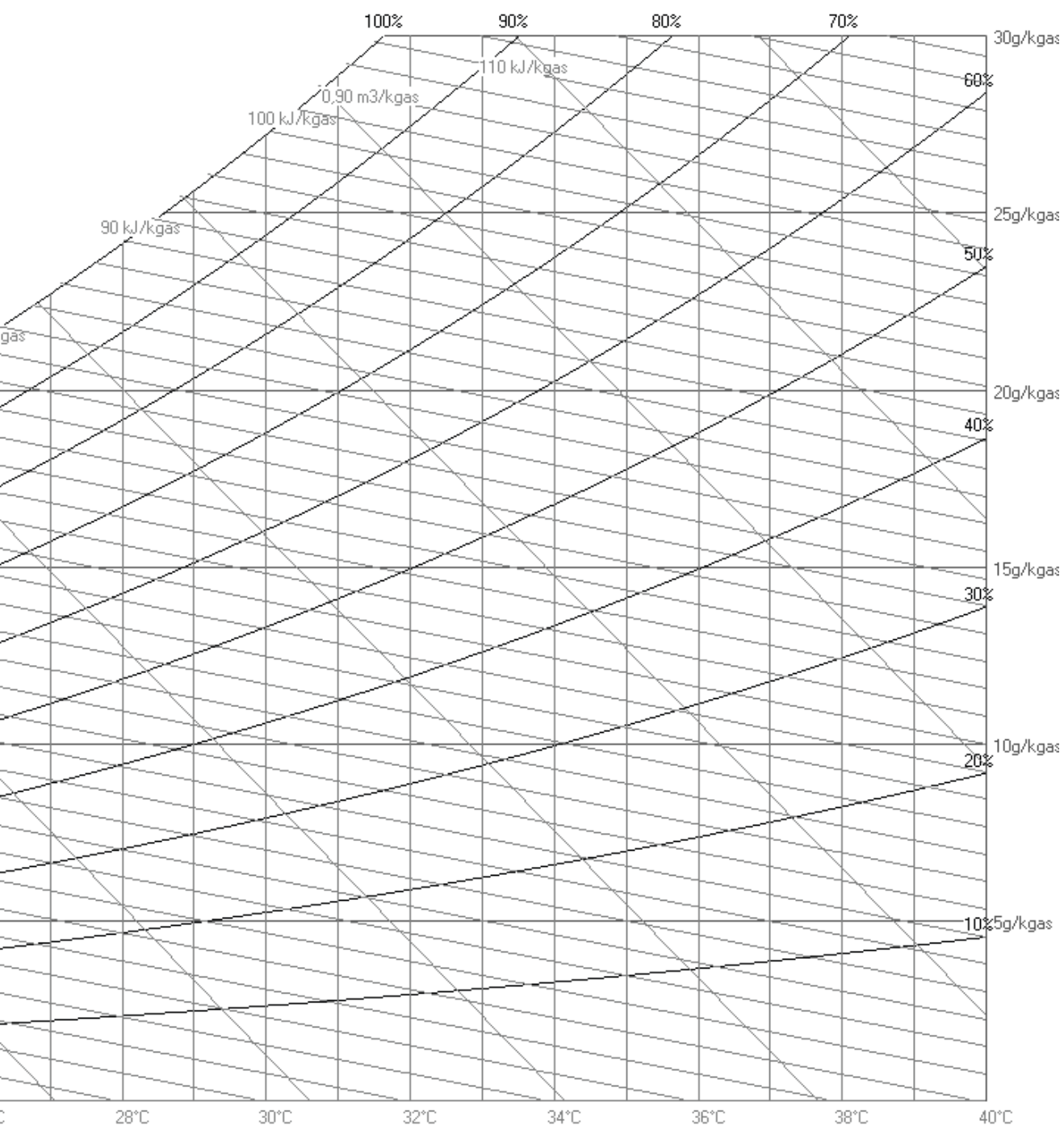
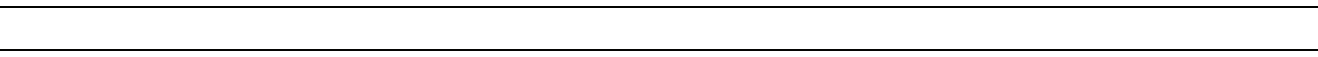
**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR10 : Diagramme de l'Air Humide CAS ETE







**Nom de famille :**

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



**Prénom(s) :**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Numéro  
Inscription :**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Né(e) le :**

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

**Concours / Examen :** ..... **Section/Spécialité/Série :** .....

**Epreuve :** ..... **Matière :** ..... **Session :** .....

**CONSIGNES**

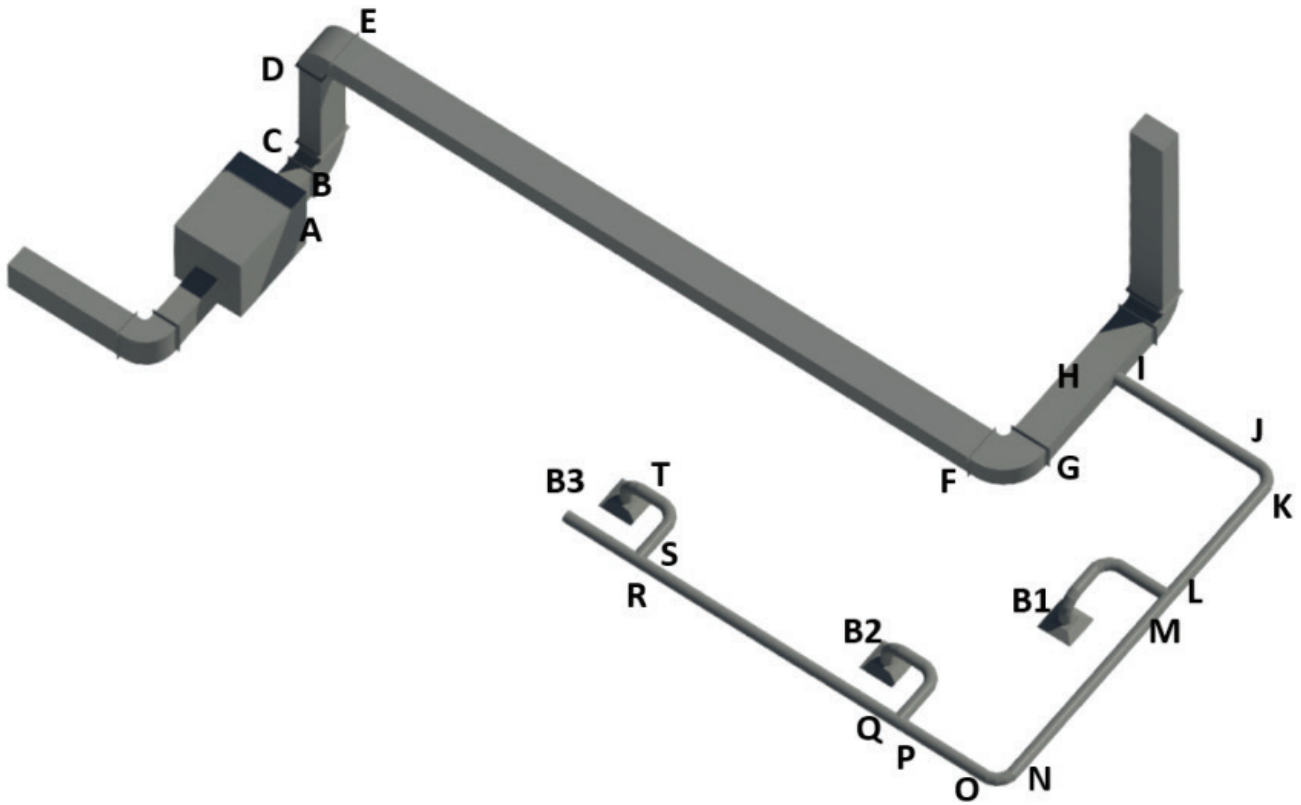
- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EAE SIC 3

# DR11

**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**





**Données :**

- Niveau de pression acoustique :  $Lp = Lw + 10 \log \left( \frac{q}{4\pi d^2} + \frac{4}{R} \right)$
- Pour cette étude, nous ferons l'hypothèse que le récepteur est situé à 1m de chaque bouche (égale distance)
- Addition de 2 niveaux de puissances :  $Lw_{1+2} = 10 \log \left( 10^{\frac{Lw_1}{10}} + 10^{\frac{Lw_2}{10}} \right)$

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Prénom(s) :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Numéro Inscription :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Né(e) le :

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/S spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

**CONSIGNES**

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

EAE SIC 3

## DR12

**Tous les documents réponses sont à rendre,  
même non complétés.**

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

**DR12 : Feuille de calculs Prix de vente TTC**

Description	Unité	Prix de revient fournitures	Temps de pose	Quantité	
		€ HT	h	U	
Mise en place cuve béton 30m <sup>3</sup> + filtration, compris terrassement, sablon de fond de fouilles pour mise à niveau, pose de la cuve et remblaiement	U	11 500	70	1	
Gestionnaire de récupération d'eau de pluie comprenant surpresseur, réservoir tampon, flotteur, électrovanne.	U	4 500	16	1	
Réseau supplémentaire d'alimentation de l'ensemble des WC du bâtiment B depuis le gestionnaire de récupération d'eau de pluie	ml	30	0,12	30	

--
