

SESSION 2016

AGRÉGATION 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.

Textes réglementaires :

NF en 1990 Eurocode 0 : Bases de calcul des structures ;

NF en 1991 Eurocode 1 : Actions sur les structures ;

NF en 1992 Eurocode 2 : Calcul des structures en béton ;

NF en 1993 Eurocode 3 : Calcul des structures en acier ;

NF en 1994 Eurocode 4 : Calcul des structures mixtes acier-béton ;

Règles TH-Bât.

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

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

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

Documents constituant le dossier ressource (livrets A, B et C):

Livret A : *Sujet-questionnement*

Sujet : 1°) –Description du projet et contexte socio-économique

Pages 5 à 9 : Documents graphiques suivants :

- Plan d'architecte niveau de la zone restaurant cuisines et de la coursive
 - Plan d'architecte d'un plateau logement et des réserves du restaurant
 - Plan d'architecte de la vue en plan de la charpente
 - Plan d'architecte de la vue en plan de l'office du tourisme et du palais des congrès
 - Coupe verticale de l'ouvrage
- 2°) – Partie I Dimensionnement des éléments constructifs de structure.
- 2. 1 – Cahier des charges du bureau d'études structures
 - 2. 2 – Descente de charge sur les planchers
 - 2. 3 – Dimensionnement du poteau P1 compris entre les niveaux +12.20 m et +9.40 m
 - 2. 4 – Détermination du ferrailage de la dalle du niveau +9.40 m
 - 2. 5 – Etude des potelets supports de ferme treillis
 - 2. 6 – Etude des pannes de couverture du restaurant
- 3°) – Partie II détermination et sélection des équipements techniques de confort.
- 3. 1 – Cahier des charges du bureau d'études-équipements techniques.
 - 3. 2 – Détermination et sélection des systèmes désenfumage et ventilation du restaurant et coursive marchande
 - 3. 3 – Etude et sélection des systèmes de confort du palais des congrès (étude de l'ambiance acoustique et climatique)
- 4°) – Partie III Organisation de chantier et programmation
- 4.1 – Etude financière
 - 4.2 – Etude planification
 - 4.3 – Etude de coffrage

Livret B : *Documents Techniques :*

DT 1 à DT 16

Livret C : *Documents réponses :*

DR 1 à DR 7



Durée conseillée pour la lecture : 20 minutes

1.1. Présentation du bâtiment

1.1.1. Présentation du bâtiment

L'étude concerne la réhabilitation d'un château d'eau inutilisé en établissement recevant du public et immeuble de grande hauteur, dans lequel quatre types d'activités seront développées:

- Office du tourisme
- Palais des congrès
- Restaurant promenade
- Logements sociaux

1.1.2. Situation géographique

Le bâtiment se trouve en bordure de la mer Méditerranée à une altitude de 15 mètres suivant le niveau NGF. Le restaurant promenade se trouve à 45 mètres au-dessus du sol et domine les toitures voisines. Il est exposé aux différentes perturbations climatiques en toutes saisons et sur les quatre orientations cardinales (Nord, Sud ...).

1.1.3. Données climatiques

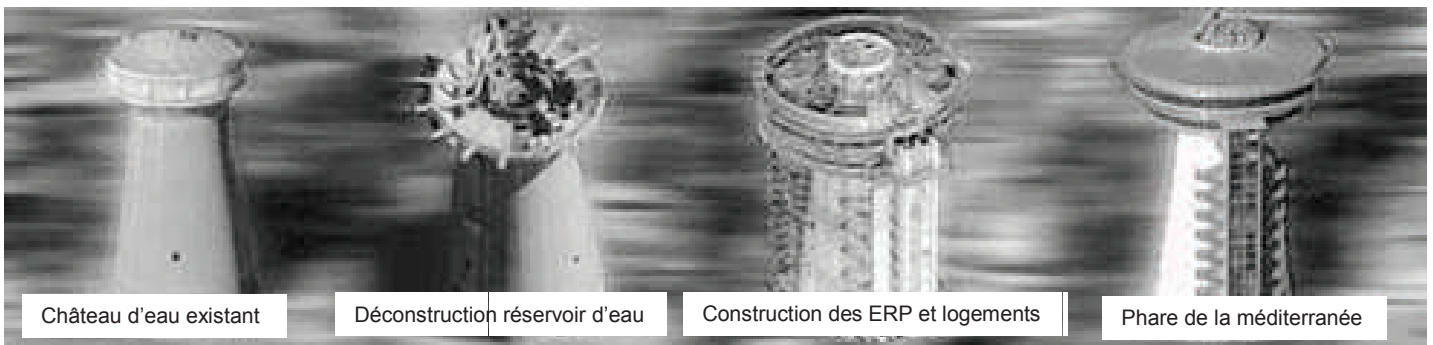
Conditions climatiques: Hiver					
	Température ambiante	Température réduite de nuit	Humidité relative	Température de non chauffage	Observations
Restaurant	20°C de 10h00 à 24h00	12°C de 24h00 à 10h00	45% +/- 5%	17°C	services assurés de 12h00 à 15h00 et 19h00 à 22h00
Logements	20°C de 6h00 à 22h00	14°C de 22h00 à 6h00	Non contrôlée	17°C	Occupation 24h / 24h
Palais des congrès	21°C 1h00 avant le début de la manifestation	8°C après la fin de la manifestation	45% +/- 5%	17°C	Utilisation moyenne régulière 15 heures par semaine
Office du tourisme	18°C de 9h00 à 19h00	12°C de 19h00 à 9h00	45% +/- 5%	15°C	Ouverture 6 jours / 7 jours
	Température moyenne Diurne	Température moyenne Nocturne	Humidité moyenne		Humidité moyenne
Conditions extérieures	12°C	-5°C	35% +/- 5%		45% +/- 5%
Conditions climatiques: Eté					
	Température ambiante	Humidité relative	Observations		
Restaurant	25°C de 10h00 à 24h00	45% +/- 5%	services assurés de 12h00 à 15h00 et 19h00 à 22h00		
Logements	TIC de référence	Non contrôlée	Occupation 24h00/24h00		
Palais des congrès	25°C 1h00 avant le début de la manifestation	45% +/- 5%	Utilisation moyenne régulière 15h00 par semaine		
Office du tourisme	25°C de 9h00 à 19h00	45% +/- 5%	Ouverture 6j/7j		
	Température moyenne Diurne	Température moyenne Nocturne	Humidité moyenne		
Conditions extérieures	35°C	18°C	45% +/- 5%		

1.2. Description constructive

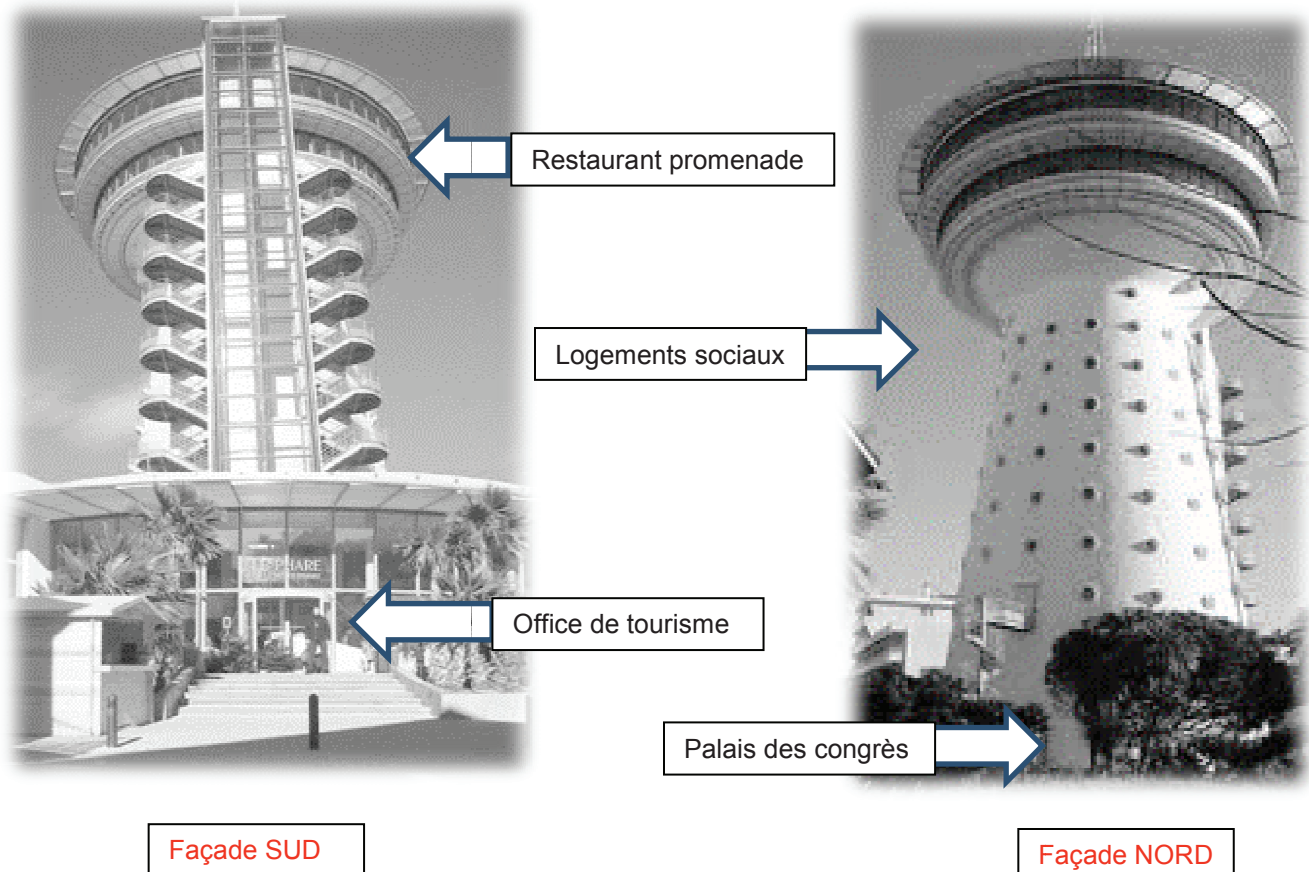
Ce château d'eau est construit en béton armé. Le fût circulaire et conique a des parois extérieures de 40 cm d'épaisseur.

Les aménagements des locaux seront intégrés au bâtiment existant et comprendront le restaurant panoramique en remplacement du réservoir, les logements dans le corps conique du château d'eau sur 5 niveaux, le palais des congrès et les salles de réunion à la base du château d'eau. L'office du tourisme fera l'objet d'une extension neuve.

1.2.1. Différentes phases constructives du bâtiment.



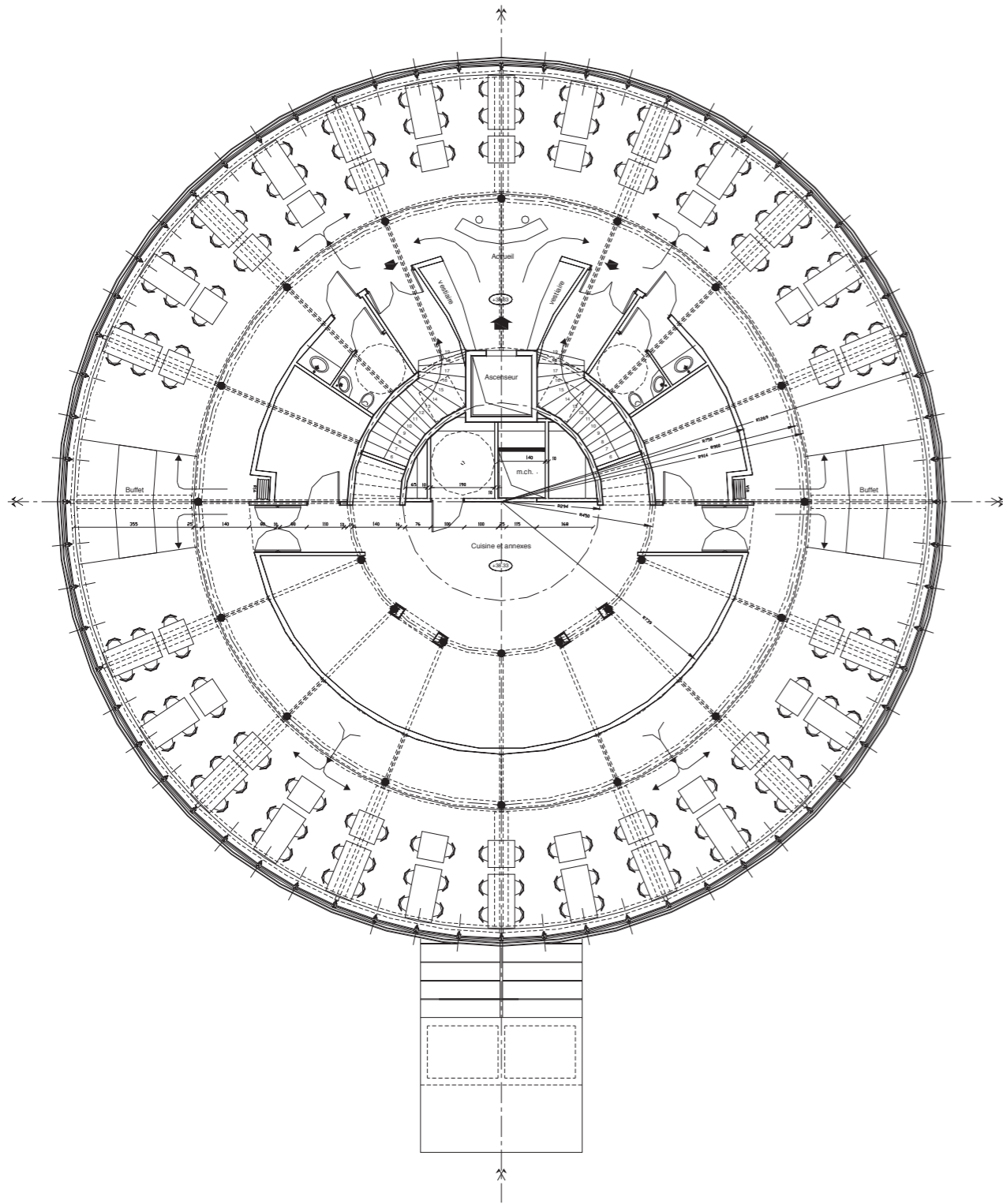
1.2.2. Localisation des différentes parties du projet d'aménagement



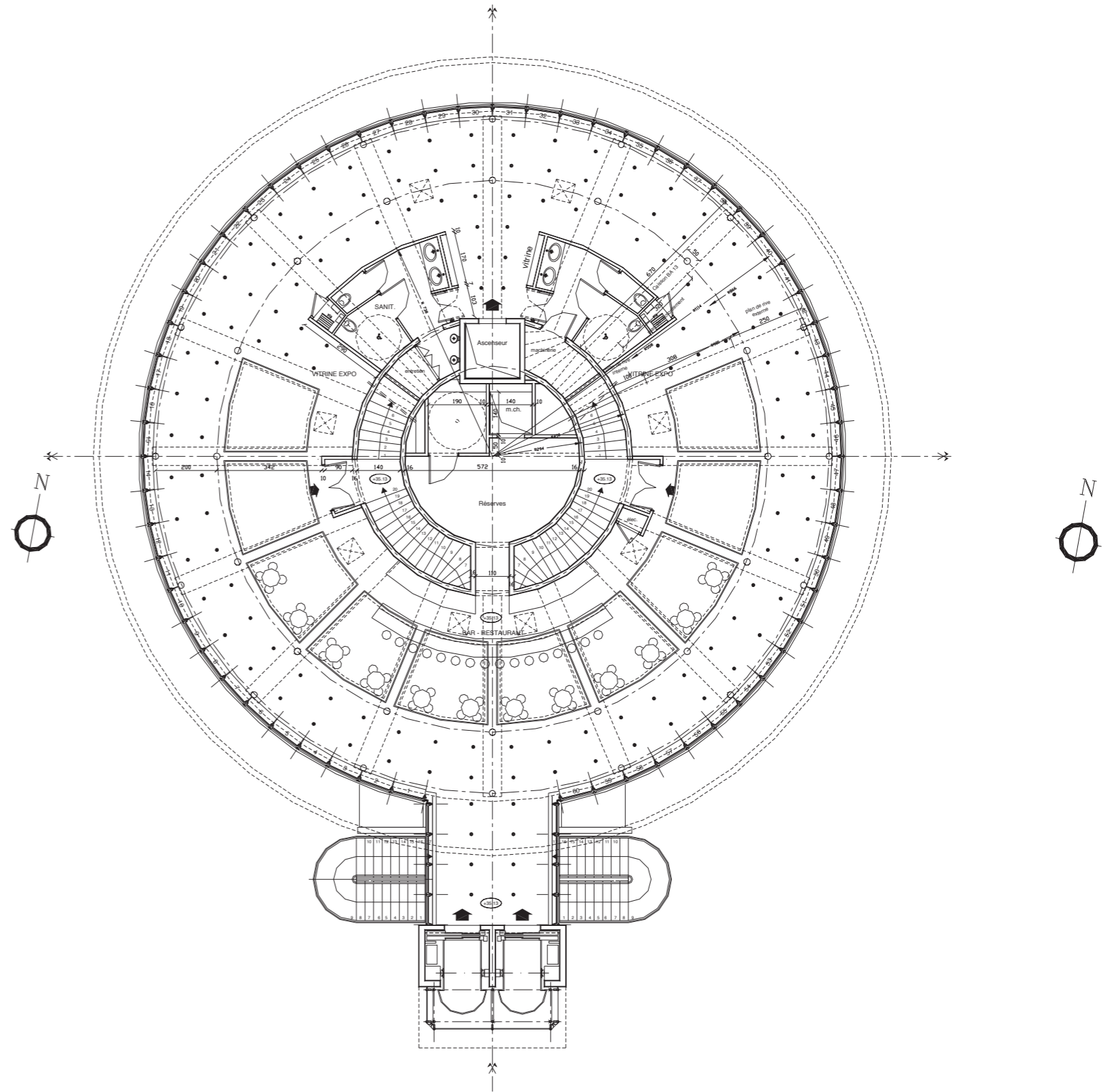
1.3. Plans d'architecte

Les pages suivantes présentent plusieurs plans issus des études architecturales. Ces plans sont destinés à la compréhension du projet. Ils sont sans indication d'échelle, les côtes ou textes peu lisibles ne sont pas à lire.

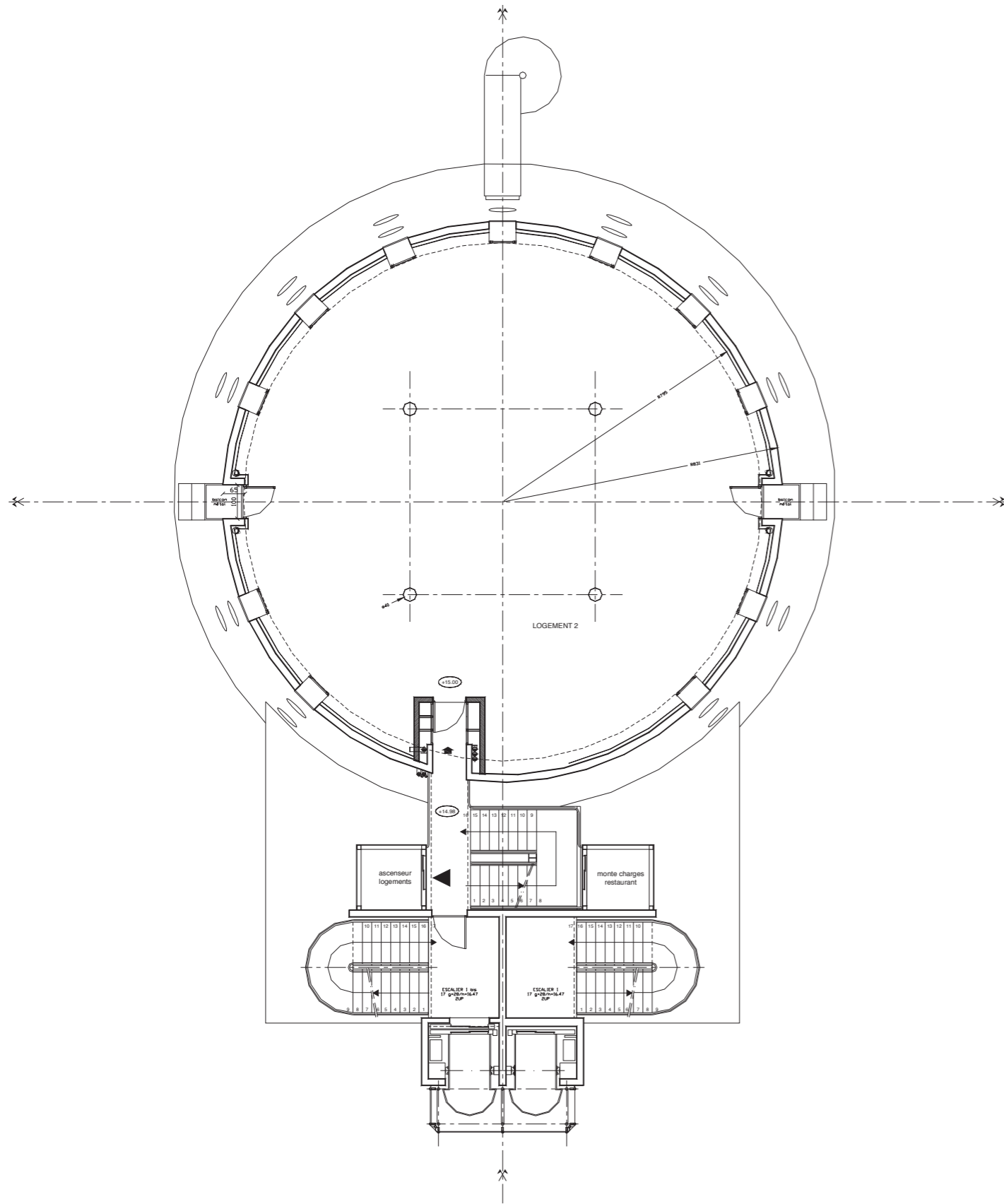
1.3.1. Vue en plan du restaurant



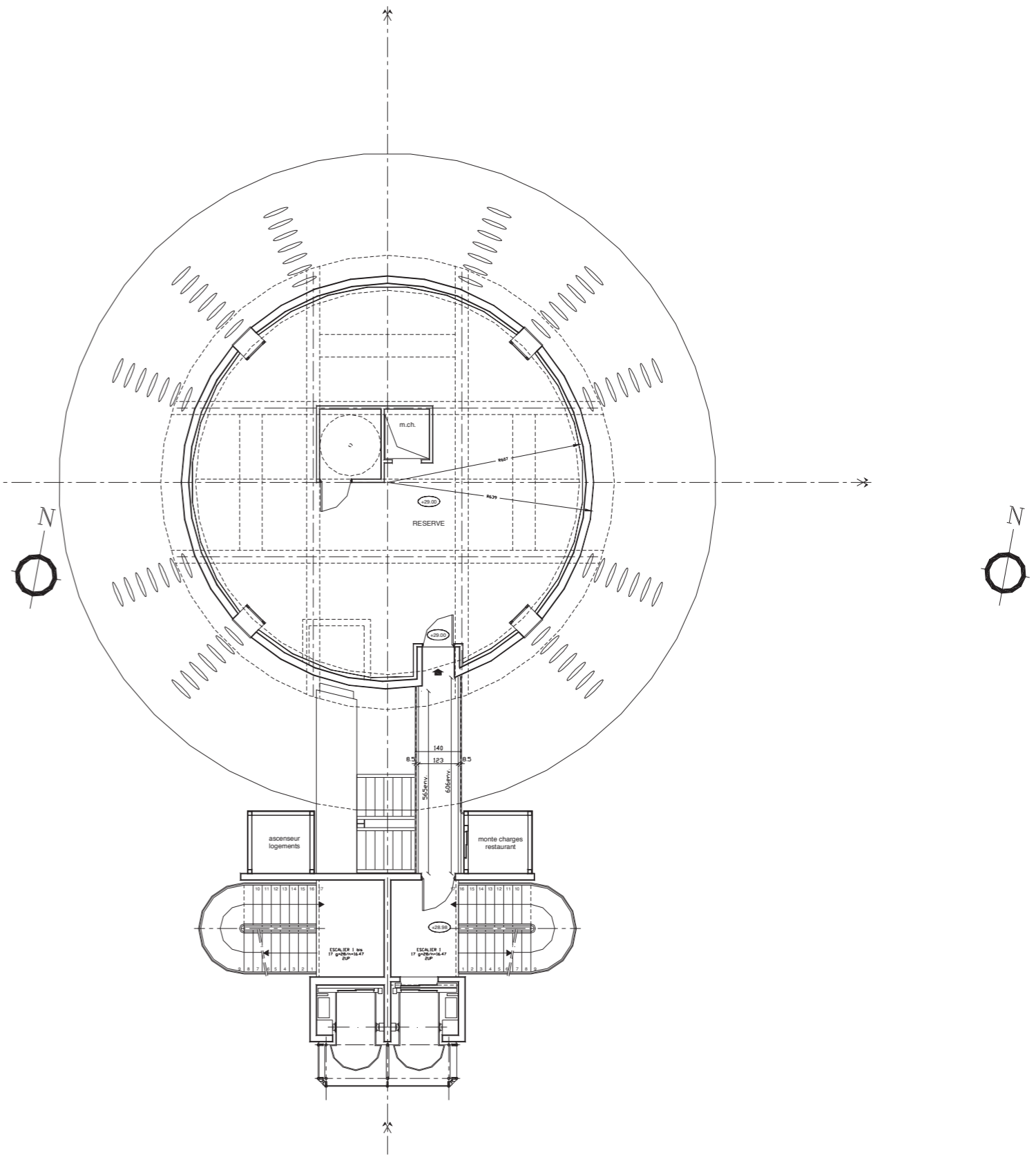
1.3.2. Vue en plan de la coursive



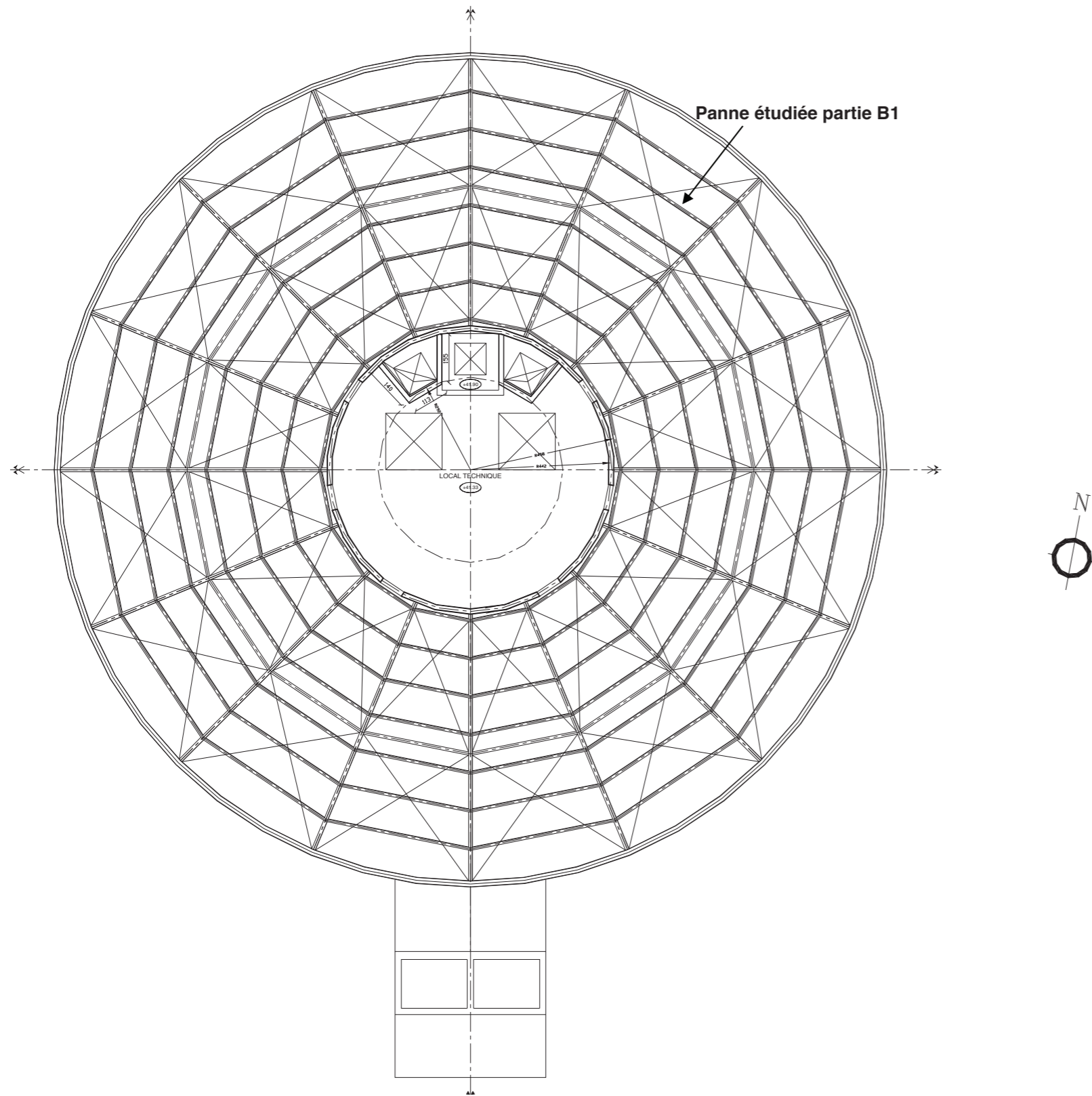
1.3.3 Vue en plan d'un plateau logement



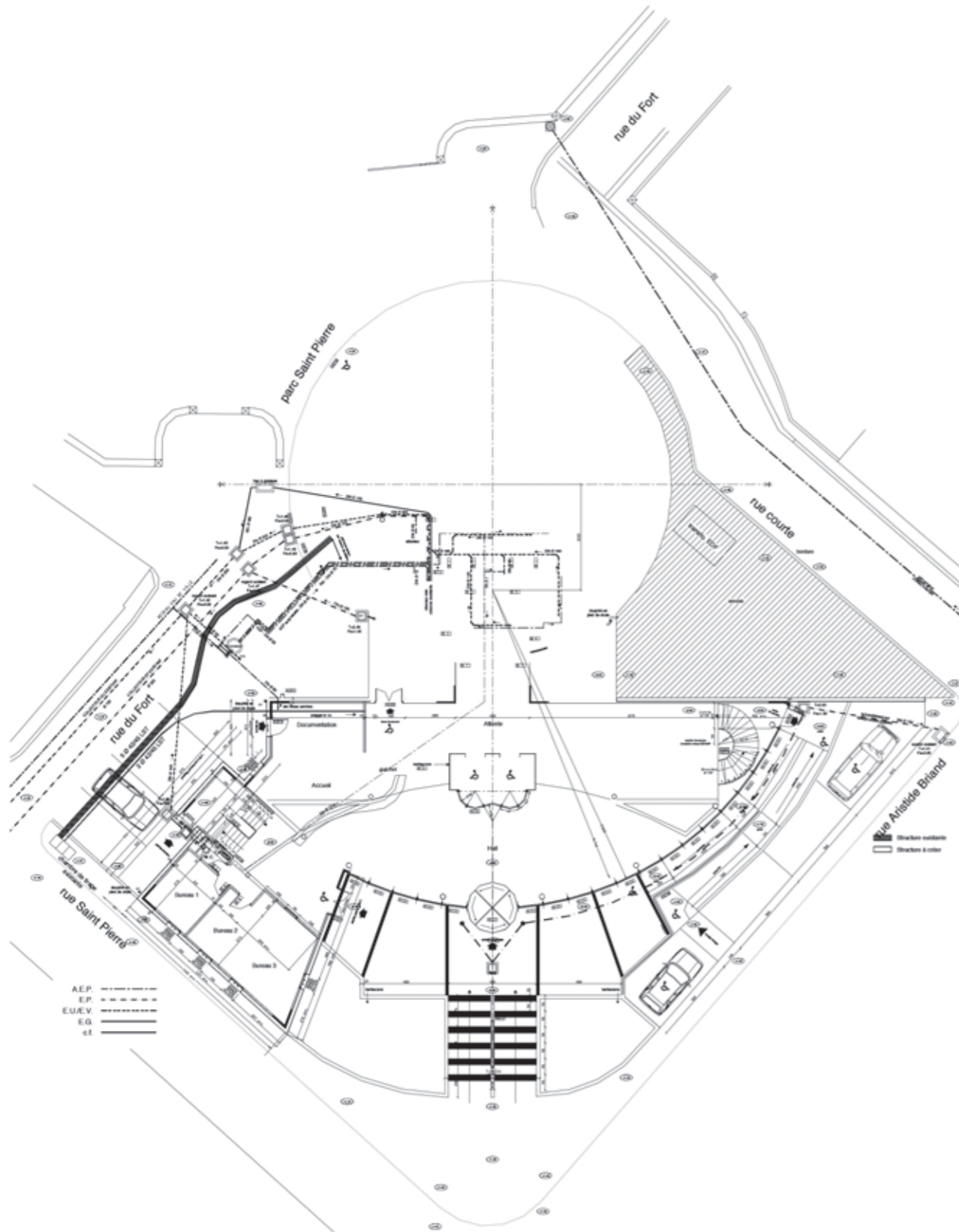
1.3.4 Vue en plan des réserves du restaurant



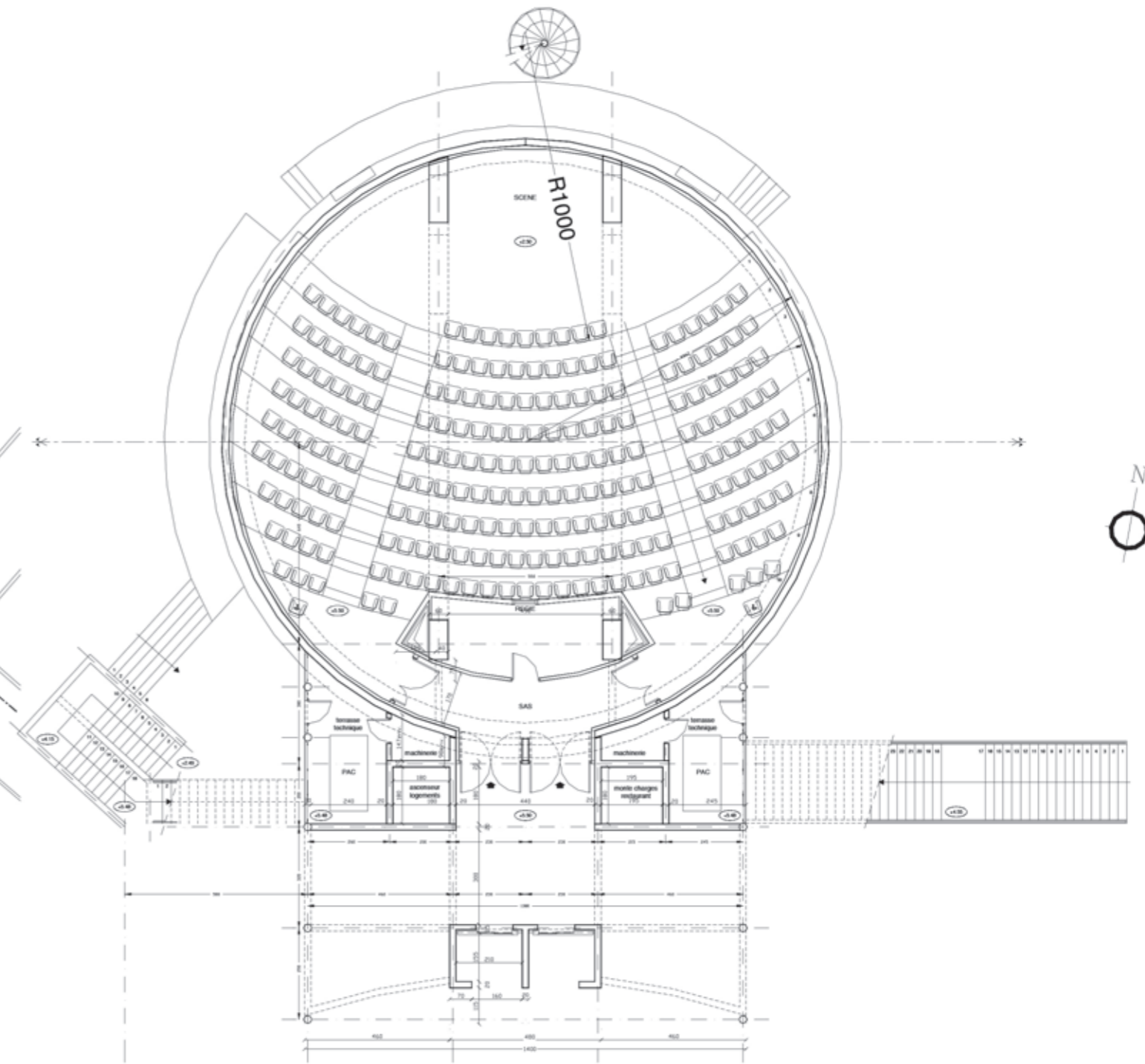
1.3.5 Vue en plan de la charpente de la toiture



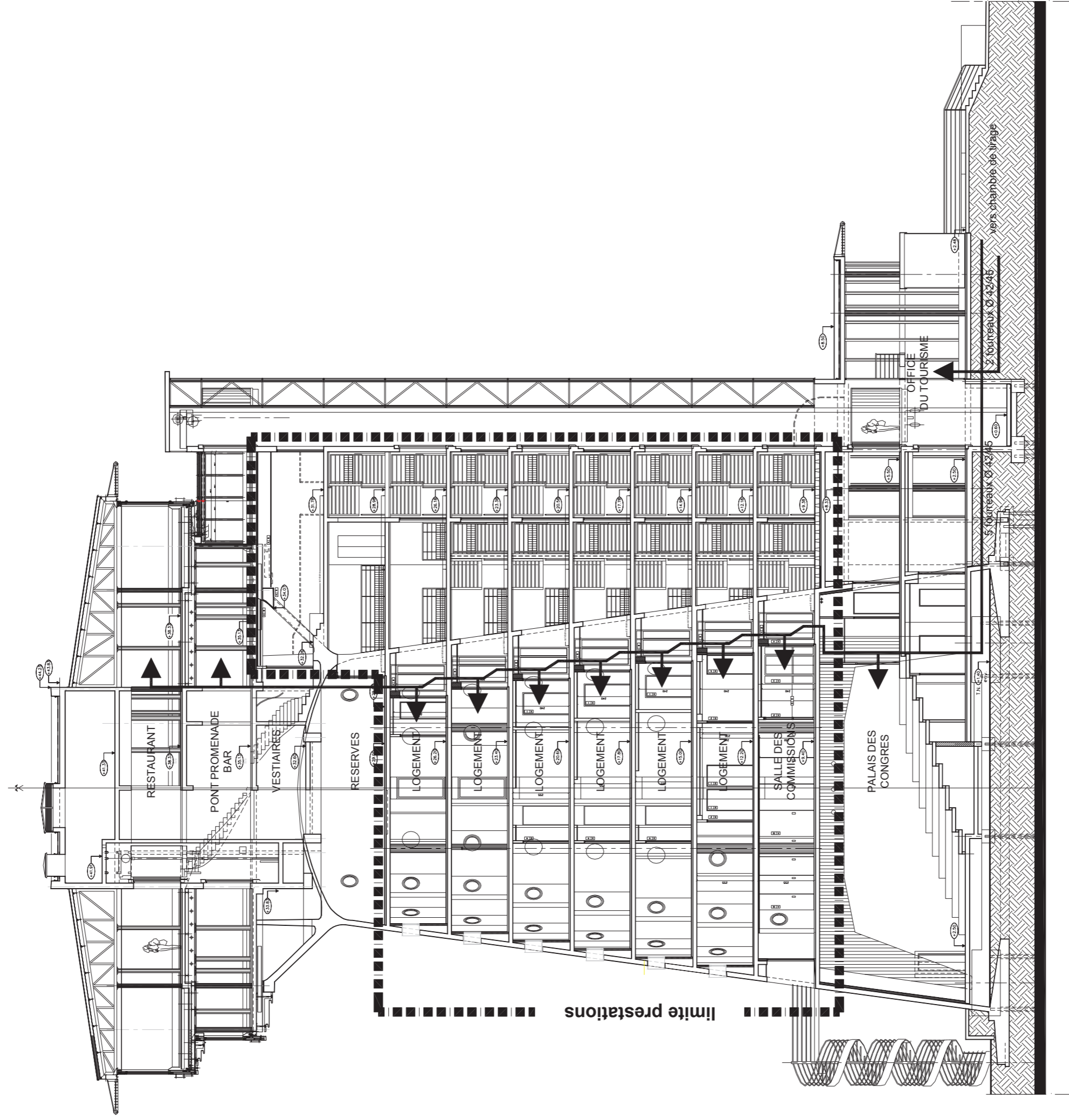
1.3.6 Vue en plan de l'office du tourisme



1.3.7 Vue en plan du palais des congrès



1.3.8 Coupe verticale



Attendus et critères d'évaluation :

Les éléments de réponses seront justes, précis et complets.

Les schémas seront nets et explicites, la qualité graphique sera soignée.

L'argumentation et la justification des réponses seront pertinentes.

Le niveau de détail et de précision des réponses sera apprécié.

L'utilisation des éléments normatifs, et du vocabulaire technique sera reconnu.

2 Partie I - Dimensionnement des éléments constructifs de structure

Durée conseillée : 140 minutes

Mise en situation :

- Cette partie aborde la mission d'ingénierie confiée par le maître d'ouvrage au bureau d'études chargé de dimensionner la structure de l'ouvrage.
- L'objectif est de proposer et dimensionner des éléments constructifs de ce bâtiment.
- L'approche utilisée pour établir les documents réponses devra être professionnelle.

2.1 Cahier des charges du bureau d'étude structure

Le projet consiste à conserver le fût du château d'eau dans lequel seront réalisés des planchers en béton pour matérialiser des étages dans lesquels seront aménagés des logements sociaux. Seront aussi aménagés :

- un rez-de-chaussée abritant le « Palais des congrès » sur deux niveaux de hauteur,
- un premier étage occupé par des salles de réunion et bureaux,
- 6 étages de logements livrés en plateau prêt à finir.

Au rez-de-chaussée situé à la base du fût, le palais des congrès sera aménagé sous forme d'amphithéâtre. Les volumes sous les gradins seront aménagés en locaux techniques.

Le réservoir du château d'eau sera démoli jusqu'à sa base conique, sur laquelle seront construits en structure légère un pont promenade et un restaurant panoramique.

Un noyau cylindrique à l'aplomb du fût sera réalisé avec des parois en béton armé pour supporter une toiture terrasse technique. Les volumes ainsi créés permettront d'accueillir les espaces de services du restaurant et du pont promenade comme la cuisine, les réserves, les locaux techniques, etc...

Pour des raisons de sécurité liées aux réglementations « ERP et IGH », les façades du bâtiment doivent être accessibles aux moyens de secours, mais l'implantation du château d'eau en cœur de ville ne permet pas l'accès à la grande échelle des sapeurs-pompiers.

Il sera donc construit un escalier permanent extérieur à l'enceinte du bâtiment autorisant la desserte des étages créés sur la hauteur du fût, ainsi que l'accès au pont promenade et au restaurant panoramique. Au centre de cet escalier seront aménagées deux cages d'ascenseur autorisant l'accès du bâtiment aux personnes à mobilité réduite. Cet ouvrage sera réalisé en structure métallique.

Matériaux utilisés pour la structure métallique

- Profilés laminés à chaud
- Acier S235

Matériaux pour les éléments de structure en béton armé

- **Béton** : C30/37 la maîtrise de la qualité du béton est assurée par un système de contrôle dédié.
- **Aciers** : B 500 B pour toutes les armatures passives.

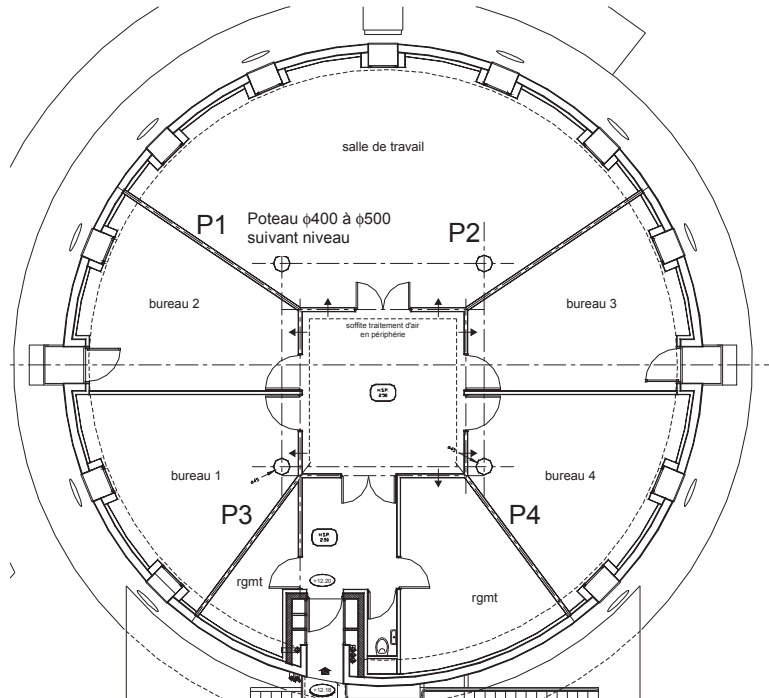
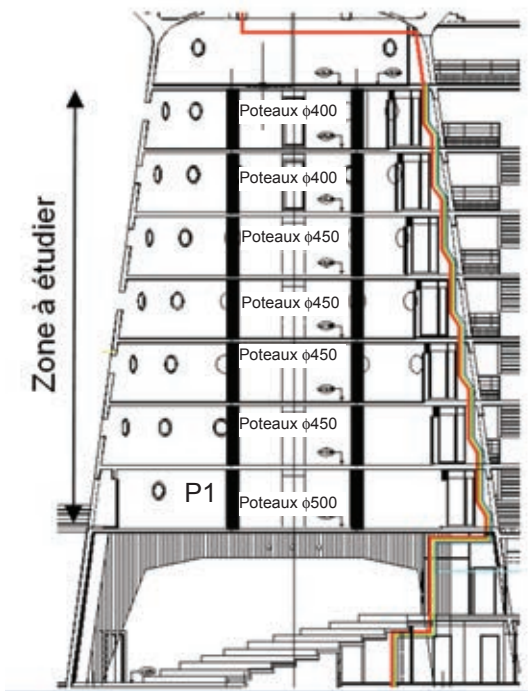


Le maître d'ouvrage impose dans l'appel d'offre que les entreprises devront traiter ce marché dans le cadre d'une démarche numérique « BIM » (Building Information Modeling).

- **Q1) Expliquer pourquoi le maître d'ouvrage impose une démarche BIM. Quels sont les bénéfices attendus ? Quelles contraintes s'imposent aux entreprises ?**

2.2 Descente de charge sur les planchers

Dans le cadre du dimensionnement de la structure intérieure du « phare », on cherche à effectuer la descente de charge sur le poteau P1 qui supporte, avec les poteaux supérieurs et les murs extérieurs, les planchers entre les niveaux +29,01m et +9,40m. Ces poteaux sont positionnés à 3,90 m du centre du fût.



- **Q2) Proposer sous la forme d'un organigramme, la méthodologie qu'il conviendra d'appliquer pour réaliser la descente de charge sur P1.**

- **Q3) Pour la descente de charge, on considèrera que le poteau P1 reprend une surface moyenne de 25 m² de plancher par niveau.**

Justifier la validité de cette hypothèse.

- **Q4) La règle du facteur de dégressions des charges d'exploitation ne sera pas appliquée ici. Expliquer en quoi consiste cette règle.**

<u>Etage</u>	<u>Niveau</u>	<u>Diamètre du plancher</u>
R+1 Salle des com.	+9,40 m	17,55 m
R+2 Logement	+12,20 m	16,70 m
R+3 Logement	+15,00 m	15,95 m
R+4 Logement	+17,80 m	15,22 m
R+5 Logement	+20,60 m	14,44 m
R+6 Logement	+23,40 m	13,68 m
R+7 Logement	+26,20 m	12,90 m
R+8 Réserves	+29,01 m	12,4 m

Hypothèses complémentaires :

- La salle des commissions (niveau +9,40m) est considérée comme une salle de réunion de type C3 (Document DT1).
- Les réserves sont considérées comme aire de stockage de type E1
- Pour chaque niveau l'épaisseur de la dalle de plancher BA est de 18 cm à l'exception de celle séparant la salle des commissions et le logement (+12,20m) dont l'épaisseur est de 20 cm.
- Il n'y a pas prise en compte de cloisons mobiles.
- Revêtement de la dalle à chaque niveau : 5 cm de chape + 2cm de carrelage.

- **Q5) Réaliser la descente de charge sur P1 en fonction des hypothèses précédentes et en respectant les charges définies dans les Eurocodes (Document DT1).**

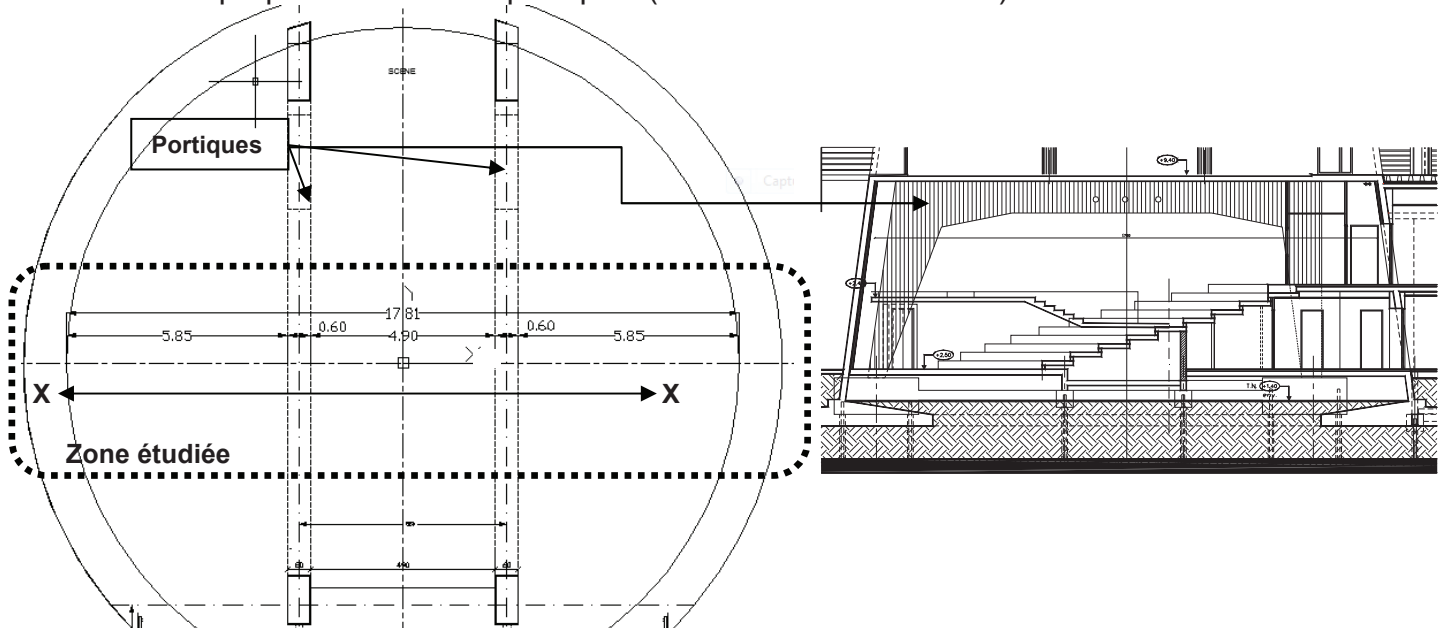
2.3 Dimensionnement du poteau P1 compris entre les niveaux +12.20m et +9.40m

A l'issue de la descente de charge précédente, vous êtes en mesure de procéder au calcul et à la vérification du poteau P1 $\phi 500$ compris entre le niveau +9,40 m et +12,20 m. La charge en tête du poteau P1 à l'ELU est de $N_{Ed} = 2100$ kN

- Q6) Justifier que le poteau P1 compris entre le niveau +9,40 m et +12,20 m peut être considéré comme bi-articulé (Voir détail DR1). En déduire la hauteur de flambement.
- Q7) En utilisant la méthode simplifiée, dimensionner la section d'aciers longitudinaux du poteau (Tableaux du DT3 et DT6).
- Q8) Déterminer les armatures transversales, leur espacement et leur disposition. Synthétiser les résultats sur une coupe transversale et une vue en élévation (sur DR1).

2.4 Détermination du ferrailage de la dalle du niveau +9.40m

Cette dalle circulaire s'appuie sur le mur de façades de l'ouvrage mais aussi sur les 2 portiques BA (béton armé) que l'on peut observer dans la salle du palais des congrès. Afin de simplifier l'étude, on considèrera que le plancher porte dans la direction privilégiée X-X et on étudiera le plancher dans la zone comportant le maximum de portée, tout en restant perpendiculaire aux portiques (Voir schéma ci-dessous).



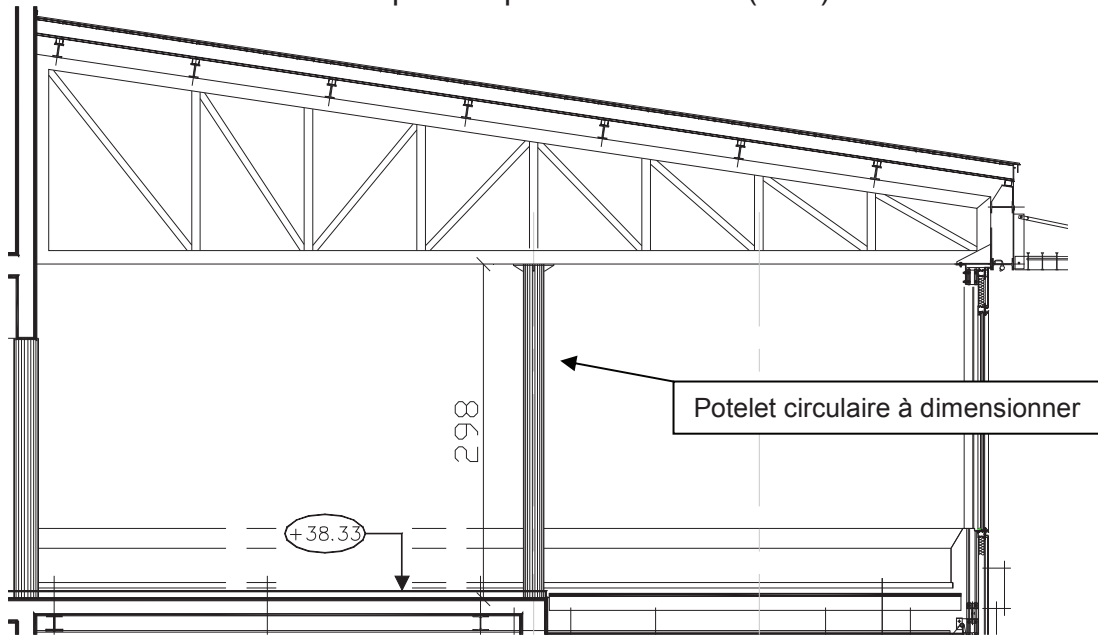
- Q9) Sachant que ce plancher fait 18 cm d'épaisseur, et que la façade du « phare » fait 40 cm d'épaisseur, justifier les portées à retenir pour le calcul béton armé à l'Eurocode 2.
- Q10) On cherche ici à définir le ferrailage de la travée de rive sachant que :
 - M_{ed} maximum en travée de rive à l'ELU = 3800 daN.m
 - M_{ed} maximum sur appui intermédiaire (sur le portique) = 4000 daN.m

Pour la travée de rive, déterminer les sections d'armatures longitudinales puis représenter leur position sur une coupe longitudinale et sur des vues de dessus (Plan d'armatures sup. et plan d'armatures inf. Utiliser le DT6).

2.5 Etude des potelets supports de ferme treillis :

On s'intéresse désormais aux potelets qui supportent les demi-fermes au niveau du restaurant. L'architecte, pour des raisons esthétiques a désiré avoir des éléments d'un diamètre approximatif de 170 mm.

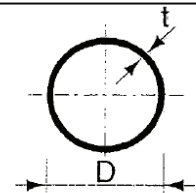
Il s'agit dans cette question de vérifier qu'un potelet de cette dimension sera en mesure de satisfaire aux conditions imposées par l'Eurocode 3 (EC3).



Suite à la descente de charge, l'effort vertical le plus défavorable à l'ELU est égal à $N_{Sd} = 25400$ daN.

Afin de se rapprocher au mieux des exigences de l'architecte, on effectue le calcul avec un potelet $\phi 168.3 \times 4$ de dimension standard dans la gamme des profilés laminés à chaud/

PROFILS CREUX POUR LA CONSTRUCTION FINIS À CHAUD NF EN 10210											
Dimensions et caractéristiques des profilés creux de section circulaire											
Diamètre extérieur	Epaisseur	Masse linéique	Aire de la section	Moment d'inertie de flexion	Rayon de giration	Module de flexion élastique	Module de flexion plastique	Moment d'inertie de torsion	Constante de torsion	Surface à peindre par mètre	Longueur par tonne
D	t	M	A	I	i	W_{el}	W_{pl}	I_t	C_t	m^2/m	m/t
mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³		
168,3	4,0	16,2	20,6	697	5,81	82,8	108	1394	166	0,529	61,7
168,3	5,0	20,1	25,7	856	5,78	102	133	1712	203	0,529	49,7
168,3	6,0	24,0	30,6	1009	5,74	120	158	2017	240	0,529	41,6
168,3	6,3	25,2	32,1	1053	5,73	125	165	2107	250	0,529	39,7
168,3	8,0	31,6	40,3	1297	5,67	154	206	2595	308	0,529	31,6
168,3	10,0	39,0	49,7	1564	5,61	186	251	3128	372	0,529	25,6
168,3	12,0	46,3	58,9	1810	5,54	215	294	3620	430	0,529	21,6
168,3	12,5	48,0	61,2	1868	5,53	222	304	3737	444	0,529	20,8



On considère le potelet en classe 1.

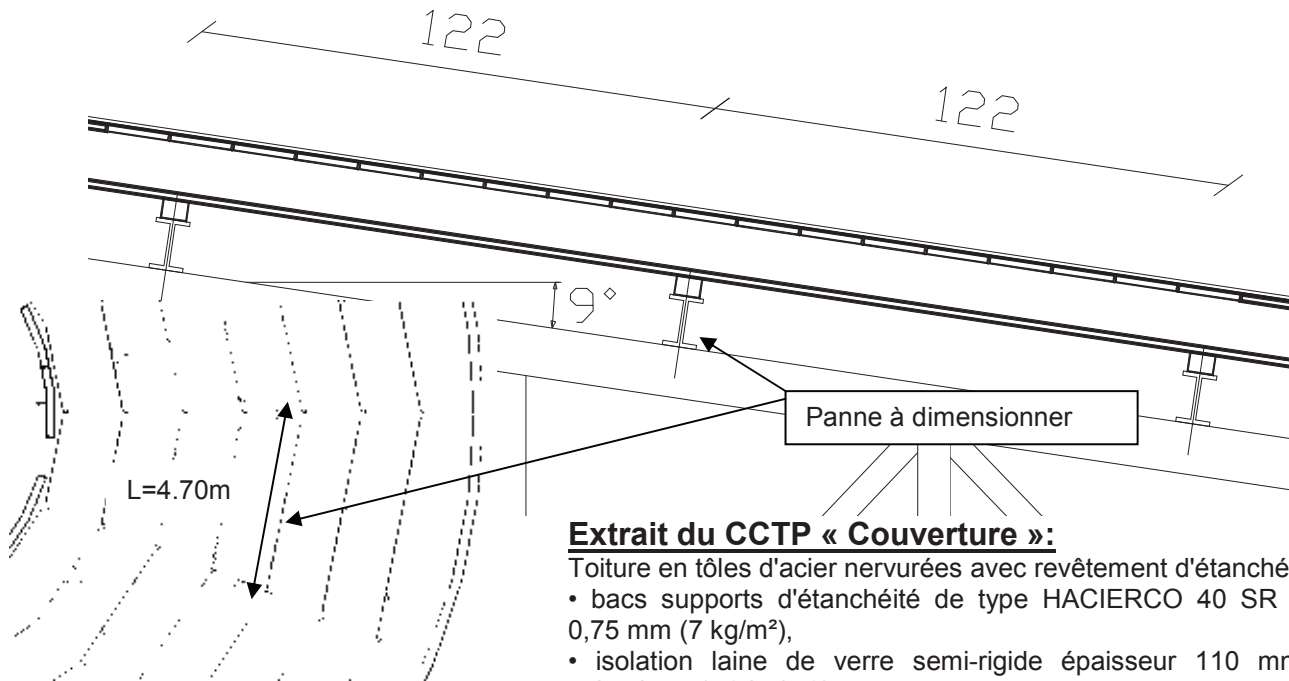
- Q11) Quel est le risque principal de ruine de ce type d'élément ? Expliciter les critères à vérifier suivant l'EC3 afin de se prémunir de ce risque lors du choix du profilé.
- Q12) Vérifier que ce potelet (classe 1) respecte les conditions de résistance et de stabilité suivant les EC3 pour ce chargement à l'ELU. (DT4)

2.6 Etude des pannes de couverture du restaurant.

Cette partie vise à étudier la partie haute de l'ouvrage, à savoir la structure métallique qui accueille le restaurant panoramique.

Cette structure métallique s'appuie sur le noyau central en béton et repose sur l'encorbellement du fut de l'ancien réservoir.

La toiture est composée d'une couverture qui s'appuie sur des pannes de type IPE, le tout reposant sur une demi ferme treillis (voir schéma question précédente) qui ne fait pas partie de l'étude.



Extrait du CCTP « Couverture »:

Toiture en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité :

- bacs supports d'étanchéité de type HACIERCO 40 SR épaisseur 0,75 mm (7 kg/m²),
- isolation laine de verre semi-rigide épaisseur 110 mm (masse volumique 140 kg/m³),
- étanchéité de type bi-couche élastomère auto-protégée (5 kg/m²) ;
- pare vapeur de poids négligeable ;

Charges d'entretien : 1kN répartie sur 10 m²

Charges climatiques à prendre en compte :

- Neige : $S_n = 44 \text{ daN/m}^2$ (Les accumulations de neige ne sont pas prises en compte dans cette étude)
- Vent : $W_n = 60 \text{ daN/m}^2$ (Cas du bâtiment ouvert donc en surpression)

Dans ce projet, la combinaison « Neige + Vent » est moins défavorable que « Neige seule » ou « Vent seul ».

Les interventions de maintenance sur la toiture ne seront pas possibles en cas de neige ou de vent.

- Q13) Justifier l'hypothèse que la panne est simplement appuyée sur 2 demi-fermes et dessiner la schématisation du modèle mécanique.
- Q14) Expliciter à quel type de flexion est soumis cette panne.
- Q15) Déterminer les valeurs des charges linéiques aux ELU et ELS qui s'appliquent sur cette panne.
- Q16) Après un pré dimensionnement aux ELS, et en considérant qu'il n'y a pas de risque de déversement, dimensionner une panne de type IPE (classe 1 / DT2 (1/2) et DT 2 (2/2)) à l'Eurocode 3 sous combinaisons ELU.

Remarque : La valeur limite de la flèche verticale sera prise à « L / 200 ».

Durée conseillée 140 mn

Mise en situation :

Cette partie aborde la mission d'ingénierie confiée par le maître d'ouvrage au bureau d'études chargé de concevoir les équipements techniques. L'objectif est de proposer et dimensionner des systèmes et des concepts constructifs pour ce bâtiment. L'étude aborde le choix des matériels pour partie ou totalité des installations. Les documents réponses établis seront élaborés selon une approche professionnelle.

3.1 Cahier des charges des équipements et de l'exploitation des locaux

Remarque préliminaire: les différentes activités du bâtiment sont indépendantes les unes des autres.

Les systèmes doivent donc être indépendants dans leur installation et leur fonctionnement.

Office du tourisme.

La climatisation de l'office du tourisme est assurée pour partie par un plancher chauffant/rafraichissant et pour partie par des ventilo-convecteurs à prise directe d'air neuf qui assurent le renouvellement d'air.

La production d'énergie est assurée par une pompe à chaleur réversible AIR/EAU commune au palais des congrès.

Palais des congrès.

La climatisation de la salle est assurée par un système de traitement d'air centralisé qui permet été comme hiver d'obtenir les conditions de confort. Il est associé à un système de ventilation pour assurer le renouvellement d'air règlementaire.

Le système permettra une mise en température rapide avant chaque utilisation.

L'ensemble des équipements sera implanté dans le volume technique sous les gradins.

La production d'énergie sera assurée par une pompe à chaleur réversible AIR/EAU commune à l'office du tourisme.

Restaurant pont promenade.

Le restaurant est situé au niveau le plus élevé du phare (plancher bas +38,00m environ) et le pont promenade à l'étage inférieur (soit environ +35,00m). La plateforme de restauration est mobile en rotation autour de l'axe central du bâtiment. Une révolution se déroule en 1h30 (temps moyen d'un service de restauration). Le système se compose d'un plateau plancher posé et entraîné en rotation par des moteurs à galets installés dans une fosse technique.

Les façades des deux étages se développent sur 360° et sont vitrées sur toute la hauteur des étages pour permettre une vue panoramique. Les vitrages seront fixes pour des raisons de sécurité.

Le restaurant et le pont promenade seront climatisés par des systèmes « multi-split Inverter ».

La ventilation du restaurant sera combinée avec l'extraction de la cuisine. La ventilation du pont promenade sera indépendante. Le désenfumage de ces deux espaces sera commun.

3.2 Etude du restaurant coursive marchande

Afin d'obtenir une ambiance avec une qualité d'air saine et sécurisée, on demande dans la suite de proposer une solution pour l'installation de désenfumage, de ventilation et de climatisation :

3.2.1 Système de désenfumage/ventilation

3.2.1.1 Sécurité incendie – établissement recevant du public.

Ressource :

Extrait de la réglementation incendie et de l'I.T. 246 **DT9** (Annexe 1)

La hauteur d'étage sera prise égale à 3,00 m, le rayon du restaurant sera pris égal à 13,00 m et celui du pont promenade à 11,00 m, par souci de simplification pour le calcul des réseaux de désenfumage.

On étudiera dans cette partie, le restaurant et le pont promenade, les deux niveaux faisant l'objet d'un seul et unique classement au sens de la sécurité.

A partir des plans d'architecte et des indications données, on demande de:

- **Q17) Classer le bâtiment au sens de la réglementation incendie des ERP. Justifier et détailler la réponse.**
- **Q18) Proposer un principe de désenfumage des locaux en implantant les trappes de désenfumages en extraction et insufflation des locaux. Schématiser avec une couleur rouge l'installation sur le document réponse DR3 (DR3.1 et DR3.2).**
- **Q19) Calculer les débits réglementaires et dimensionner les sections des conduits à partir du Document Technique DT 10.**
- **Q20) Sélectionner la tourelle de désenfumage à partir du document technique DT 11. Justifier le choix.**

3.2.1.2 Ventilation sanitaire des locaux – restaurant, bar, coursive.

Ressource :

Réglementation sanitaire : **DT 12.**

On étudie dans cette partie le restaurant et le pont promenade, les deux niveaux faisant l'objet d'une exploitation commune. A partir des plans d'architecte et des annexes réglementaires données, on demande de :

- **Q21) Calculer les débits sanitaires à extraire des locaux.**
- **Q22) Proposer un schéma de principe de circulation de l'air sur le document réponse DR 3 (Couleur bleue) DR3.1 ET DR3.2**
- **Q23) Proposer une solution permettant de réduire les consommations énergétiques dues aux renouvellements d'air neuf (voir note de calcul du bilan énergétique DT 13). Faire un schéma de principe.**
- **Q24) Evaluer les économies ainsi réalisées, recalculer le nouveau CEP chauffage.**

3.2.2 Système de climatisation de la salle de restauration

Ressource :

Notes de calcul bilan énergétique du restaurant et du pont promenade hiver **DT13**:
(Les valeurs calculées ont été arrondies)

Notes de calcul bilan des apports (bilan pour ensoleillement à l'est 9h00, au sud 12h00, à l'ouest 19h00) du restaurant et du pont promenade en été.

Pour l'étude de cette partie les deux niveaux restaurant et pont promenade seront traités. Afin de sélectionner les équipements, on demande d'analyser et expliquer les notes de calculs.

- **Q25) Que peut-on dire de la répartition des puissances en été comme en hiver dans la zone restaurant et pont promenade ? Expliquer et justifier (10 lignes maximum)**
- **Q26) Analyser et expliquer la différence entre la puissance totale en apports calorifiques en été et la puissance machine à installer.**
- **Q27) Implanter les équipements en tenant compte des contraintes techniques architecturales et de l'environnement géographique en bord de mer. Justifier les choix. Utiliser le document réponse DR4. (DR4.1 et DR4.2)**
- **Q28) Proposer une stratégie de régulation de l'ambiance intérieure. Etablir un schéma de principe et expliquer le fonctionnement.**
- **Q29) Sélectionner les équipements. Etablir une notice des spécifications techniques de cette installation à partir des documents techniques DT 16.**
- **Q30) Proposer une solution technique pour diminuer la puissance installée des équipements de climatisation. Expliquer et justifier (5lignes maximum). Evaluer l'économie énergétique.**

3.3 Etude de l'ambiance de l'office du tourisme palais des congrès

3.3.1. Traitement acoustique de la salle des congrès

Ressource :

Formule de Sabine : $T = 0,16 V / A_{eq}$

T temps de réverbération en s

V volume du local en m^3

A_{eq} aire absorption équivalente en m^2 .

Coefficient de Sabine	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	Observations
Coefficient absorption mur plâtre	0,2	0,2	0,3	Doublage isolant
Coefficient absorption sol carrelé	0,1	0,1	0,1	
Coefficient absorption plafond béton	0,1	0,2	0,2	Béton brut
Aire absorption équivalente				
Sièges capitonnés vide	0,74	0,88	0,96	
Personne assise sur siège	0,72	0,87	0,95	
Temps de réverbération optimum				
Salle de congrès / conférence	0,85	0,92	0,95	

On adoptera les surfaces suivantes pour les calculs :

	Dimensions	Surfaces	Observations
Murs plâtrés	Ø 21m X 3,14 X 5,00	330 m^2	Murs extérieur/intérieur
Sol carrelé	Ø (21 ²) m X 3,14/ 4	350 m^2	50% occupé par les sièges.
Plafond	Ø (21 ²) m X 3,14/ 4	350 m^2	
Sièges	220 sièges molletonnés		

Afin de définir l'ambiance acoustique adaptée, on demande de:

- **Q31) Proposer une méthode de calcul de traitement du temps de réverbération. (Présenter cette méthode sous forme de tableau)**
- **Q32) Calculer le temps de réverbération du palais des congrès et choisir les matériaux de traitement, pour les bandes d'octave 500Hz, 1000Hz, 2000 Hz à l'aide des documents techniques DT 14 et des ressources ci-dessus.**
- **Q33) Réaliser un schéma d'implantation des éléments de traitement acoustique de la salle des congrès. Document réponse DR 5 DR5.1 et DR 5.2**

3.3.2 Installation des équipements climatiques du palais des congrès

Ressource :

Note de calcul du BE voir **DT13**

Afin de permettre à l'entreprise de sélectionner le matériel de la C.T.A. on demande de :

- **Q34) Tracer l'évolution de l'air humide et déterminer les composants de la centrale de traitement d'air.**
- **Q35) Réaliser un schéma d'implantation des équipements et indiquer le principe de distribution de l'air (soufflage / reprise) Justifiez les choix. DR 7 (DR 7.1 et DR 7.2)**

3.3.3 Dimensionnement du puits thermique

Pour réduire les puissances installées et les équipements associés, le bureau d'étude décide de faire transiter l'air dans un échangeur géothermique de type puits thermique et décide de l'implanter sous l'office du tourisme.

Ressource :

Note de calcul du BE voir **DT13**

Documents techniques de dimensionnement d'un puits thermique.**DT15**

- **Q36) Expliquer pour quelles raisons le BE choisi d'implanter le puits thermique sous l'office du tourisme. Justifier.**
- **Q37) Dimensionner les caractéristiques quantitatives du puits thermique implanté sous l'office du tourisme. Proposer un schéma d'implantation**
- **Q38) Evaluer en % l'économie d'énergie réalisée.**

Durée conseillée 60 minutes

*Evaluation : Les éléments de réponses seront justes et exhaustifs.
Les tableaux seront explicites, précis et détaillés.
La qualité graphique sera soignée.
L'argumentation et la justification des réponses seront pertinentes.
Le niveau de détail et de précision des réponses sera apprécié.
L'utilisation des éléments normatifs, et du vocabulaire technique sera reconnu.*

Mise en situation :

Cette partie aborde la mission confiée au bureau d'études de l'entreprise adjudicataire à qui le maître d'ouvrage a confié la réalisation du projet du phare de la méditerranée. L'objectif de cette partie concerne l'étude financière et l'organisation de la réalisation. Les réponses et documents réponses seront établis en suivant une approche professionnelle.

4.1 Etude financière

L'étude de cette partie a pour objectif de déterminer un prix de vente d'une partie d'installation du restaurant panoramique / pont promenade, la méthode utilisée permettant de déterminer tous les autres prix unitaires si le besoin était nécessaire.

4.1.1 Prix de Main d'œuvre

On étudie ici le prix de vente horaire de la main d'œuvre d'une équipe de plombiers-chauffagistes composée de quatre ouvriers.

Les éléments de calcul sont les suivants :

Statut professionnel :
1 chef d'équipe
1 compagnon OHQ
2 ouvriers « plombier - chauffagiste »

Ressources :

La base hebdomadaire de travail réglementaire est de 35 heures, et chaque employé de l'équipe dispose des 5 semaines légales de congés payés. L'activité de commande de l'entreprise permet une occupation à temps plein toute au long de l'année. L'éloignement des chantiers oblige l'employeur conformément au code du travail et aux conventions collectives à payer une amplitude de déplacement et une prime de panier dont les montants sont mentionnés ci-dessous.

Employé	Salaire horaire net (base 152h mensuelle)	Amplitude déplacement	Prime de panier	Observations prime congés
Chef d'équipe	14,50 €	25€	8,20€	30% du Salaire Brut
Compagnon OHQ	11,50 €	25€	8,20€	25% du Salaire Brut
Ouvriers	8,20 €	25€	8,20€	20% du Salaire Brut
Coefficient de charges	Les charges salariales représentent 18% du salaire brut. Les charges patronales représentent 65% du salaire brut.			

- **Q39) Calculer le coût de revient horaire moyen de la main d'œuvre de cette équipe.**

4.1.2 D.P.G.F. Prix unitaire

Ressource :

- L'entreprise bénéficie d'une remise matérielle de 20% sur les prix publics H.T. Le prix moyen d'un ensemble « Inverter » composé d'une unité extérieure et de 8 unités intérieures avec ses longueurs de canalisations de fluide frigo pré-chargées est de 28000€ TTC

- L'entreprise applique un coefficient de 15% sur le prix net des fournitures de bases pour les accessoires et fixations divers.

- L'entreprise applique un coefficient de 5% pour imprévus et aléas sur le prix fourniture posée

- L'entreprise applique un coefficient de Frais Généraux à ses Déboursés Secs de 25%

- Le bénéfice de l'entreprise est de 7% sur son prix de revient.

- La TVA est de 20,5%.

A partir de l'étude précédente, de l'estimation du temps de réalisation du paragraphe 4.2, et des documentations techniques jointes, on demande:

(A défaut des résultats des questions précédentes et suivantes, on utilise un prix de revient moyen horaire de 26 € TTC et un temps moyen de pose de 255 heures)

- **Q40) Calculer le prix de vente du poste de la D.P.G.F. « Fourniture et pose d'une unité de climatisation réversible « multi split Inverter » de marque « LG »**
- **Q41) Présenter le détail de calcul sous une forme de tableau explicite faisant apparaître le raisonnement et les prix intermédiaires :**

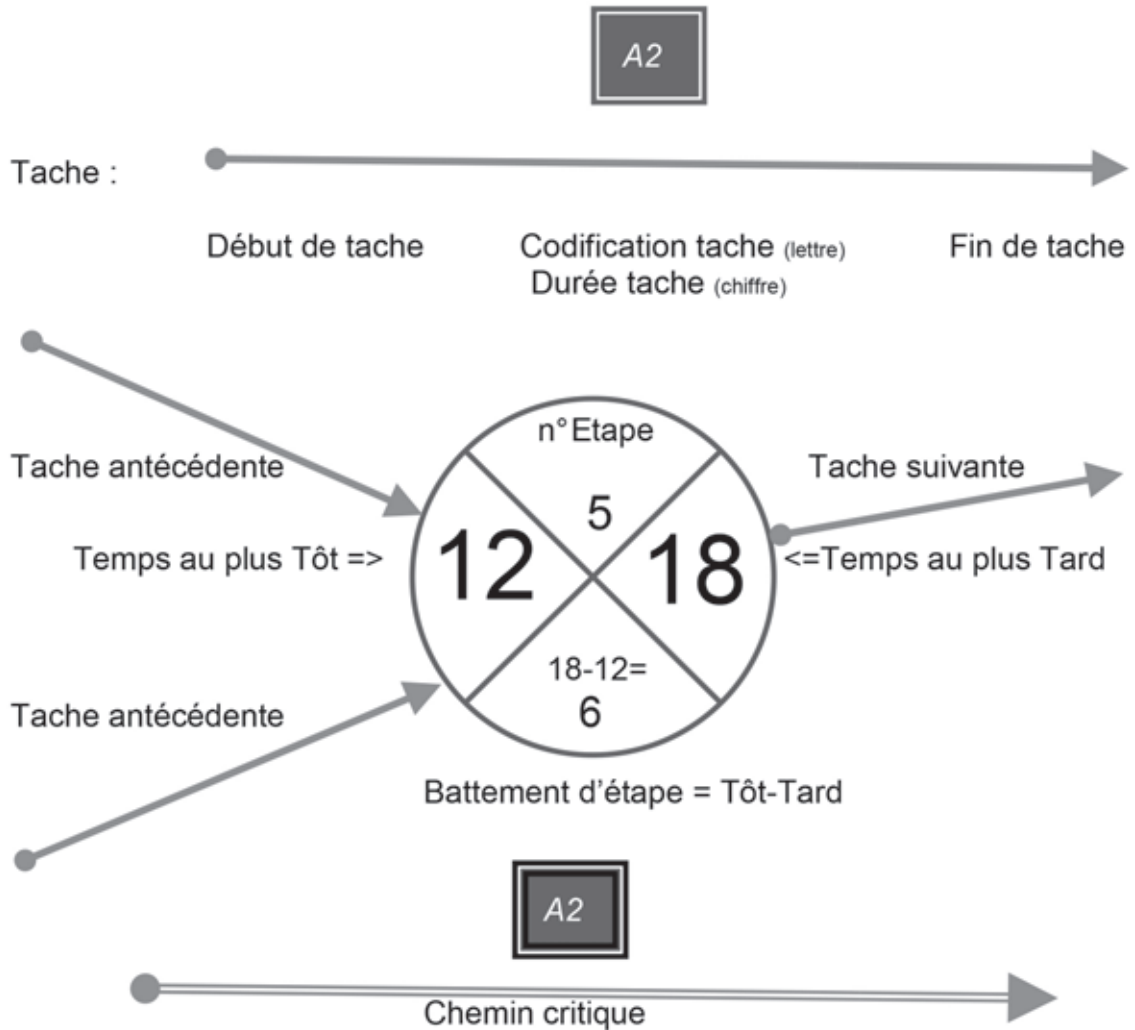
Déboursés Secs, Prix de revient, Prix de vente global et forfaitaire, Prix T.T.C.

4.2 Etude de gestion de chantier

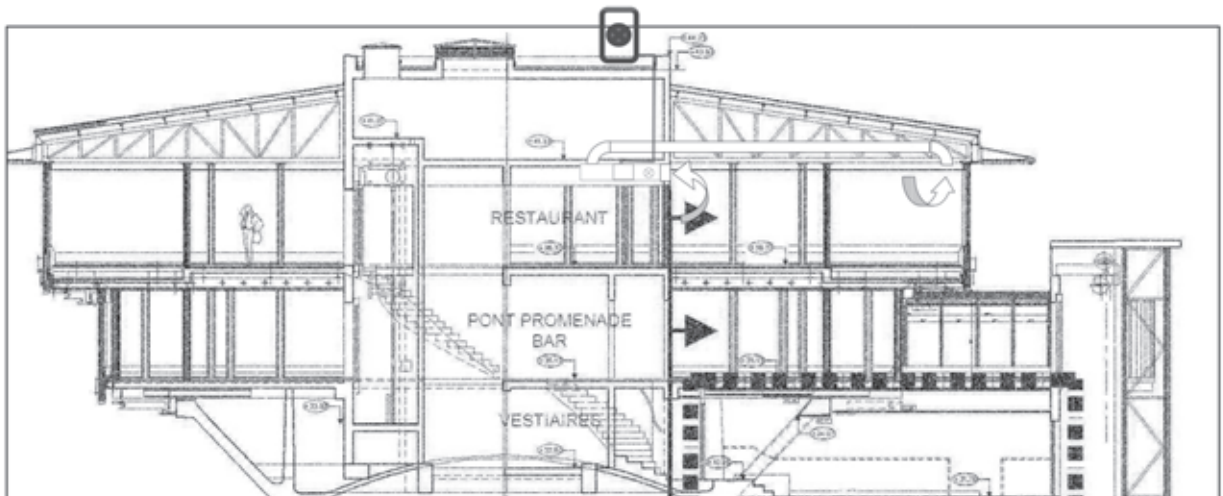
4.2.1 Réseau P.E.R.T.

Ressource :

Représentation graphique normative des tâches, des étapes, des marges, des temps au plus tôt et temps au plus tard, chemin critique et du battement d'étape



Etude de prix de l'installation de climatisation.



Afin de calculer la durée totale de ce poste de travail pour établir le prix de vente, on demande :

Construire à partir de l'ordonnancement suivant, un réseau PERT permettant de déterminer la durée d'intervention pour la pose d'un ensemble de climatisation de type multi split INVERTER, mis en œuvre pour la climatisation d'une partie de la salle de restauration et du pont promenade.

Tâches professionnelles	Codification tâche	Taches antécédente	Durée de la tâche (Jours)	Observations
Pose du revêtement de sol carrelé et du plateau tournant	P	/	5	Lot revêt. Sol
Pose de l'unité extérieure en toiture.	A	/	3	Lot chauffage climatisation
Pose des chemins de câbles et supports de canalisations	B	P	4	Lot chauffage climatisation
Pose des liaisons frigorifiques pré-chargées	C	B	4	Lot chauffage climatisation
Pose des unités intérieures gainables en faux plafonds	D	P	5	Lot chauffage climatisation
Tirage des câbles électriques de raccordement des appareils	E	B	8	Lot chauffage climatisation
Raccordement liaisons frigorifiques unités intérieures et extérieures	F	C, D	5	Lot chauffage climatisation
Pose des gaines de ventilation et recyclage en Faux plafond	G	B	5	Lot chauffage climatisation
Pose des grilles de soufflage et de reprise de l'air en plafond	H	N	2	Lot chauffage climatisation
Raccordement des plénums des unités intérieures et des grilles de soufflage et reprise	I	M	4	Lot chauffage climatisation
Raccordement électriques des appareils intérieurs extérieurs	J	L	3	Lot chauffage climatisation
Pose des thermostats de régulation mise en service et essais	K	H, F, O	2	Lot chauffage climatisation
Pose et raccordement du tableau électrique climatisation	L	E	2	Lot chauffage climatisation
Pose des rails de structure du faux plafond 60 x 60	M	E, D, G	5	Lot faux plafond
Pose des dalles du faux plafond 60 x 60	N	J, I	4	Lot faux plafond
Peinture et finitions des murs et cloisons	O	J, I	4	Lot peinture

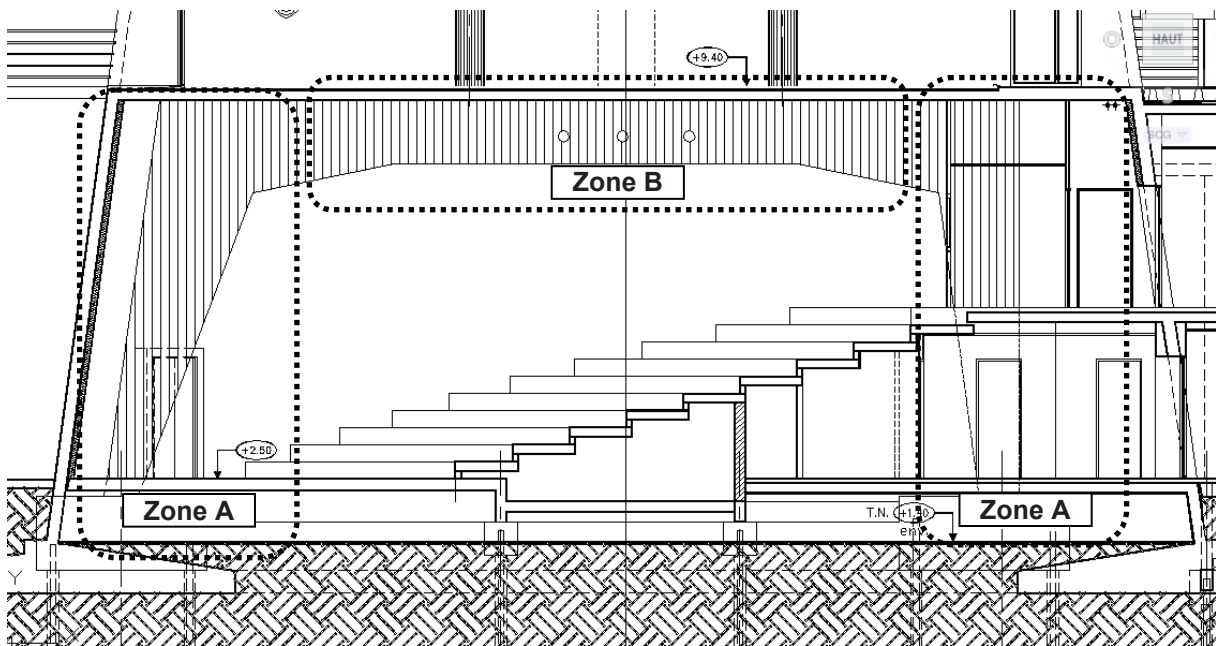
- **Q42) Tracer le réseau PERT.**
- **Q43) Calculer les temps au plus tôt et temps au plus tard, calculer les différentes marges et battement d'étapes.**

4.2.2 Durée d'intervention

- **Q44) Donner le chemin critique et la durée globale de la pose d'une installation de système de climatisation multi split Inverter du restaurant pont promenade.**

4.3 Etude du coffrage de la salle des congrès

Afin d'avoir un espace important et une emprise au sol libre d'éléments de structures, deux importants portiques en béton armé supportent le plancher haut de la salle des congrès et reprennent l'ensemble des charges des poteaux des étages supérieurs.



Dans le cadre de la préparation « méthode » du chantier, il est nécessaire de définir le système de coffrage de cet élément.



Pour cela on peut décomposer l'ouvrage en 2 zones :

- **Zone A** : Les poteaux seront coffrés à l'aide de banches,
- **Zone B** : La poutre ($h=1.12m$) sera coffrée à l'aide de panneaux modulaires reposant sur un système de plateaux coffrants (DT7) soutenu par des tours d'étalement (DT8).

Exemple d'utilisation de panneaux modulaires pour voiles.

4.3.1) Note de calcul du système d'étalement dans la zone B

Hypothèses :

- La surcharge de chantier (Personnel, matériel de chantier) = 500 daN/m^2 ,
- L'ensemble des calculs se fait sans pondérations de charge (suivant document constructeur),
- **Q45) Pour le coffrage des poutres de la « ZoneB », justifier :**
 - la portée maximale des panneaux coffrant MILLS (DT7) ; le poids des panneaux modulaires sera négligé.
 - l'emplacement des tours d'étalement MILLS (DT8) en vérifiant que leur capacité de chargement n'est pas dépassée.

4.3.2) Plan d'étalement des portiques

- Q46) Sur le document DR2, dessiner les panneaux coffrant et les tours d'étalement correspondant à la note de calcul précédente. Une cotation suffisamment détaillée pour la mise en œuvre est attendue.

4.3.3) Bon de commande du matériel d'étalement

- Q47) Lister l'ensemble des éléments de coffrage et étalement à commander au service matériel dans un tableau conforme au modèle ci-dessous :

Repère	Désignation	Nombre
1	Panneau coffrant PANO MILLS 6 x 2.5m	3