

CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES

—
SESSION 2025
—

**INGENIERIE, INNOVATION
ET DÉVELOPPEMENT DURABLE**

OPTION : ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

(Classes de terminale série STI2D)

EPREUVE D'ADMISSIBILITE

Durée : 5 heures

—
Aucun document autorisé

*L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.*

Consignes aux candidats

- Ne pas utiliser d'encre claire
- N'utiliser ni colle, ni agrafe
- Ne joindre aucun brouillon
- Ne pas composer dans la marge
- Numéroté chaque page en bas à droite (numéro de page / nombre total de pages)

- Sur chaque copie, renseigner l'en-tête + l'identification du concours selon l'option choisie :

Option Architecture et construction :

Concours / Examen : CGL Epreuve : admissibilité Matière : ARCO Session : 2025

Tournez la page S.V.P.

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, Innovation et Développement Durable

ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

Durée de l'épreuve : **5 heures**

*L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.*

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 46 pages.

Constitution du sujet :

Partie commune (durée indicative 3h00)
Partie spécifique (durée indicative 2h00)

- ❖ La partie commune comporte 5 parties.
- ❖ La partie spécifique comporte 2 parties.

**Tous les documents réponses sont à rendre avec la copie.
Vous devez traiter dans l'ordre la partie commune avant la partie spécifique.**

Nouvelle attraction FJORD EXPLORER



Partie commune

Présentation de l'étude et questionnement	pages 3 à 10
Documents techniques DT1 à DT13	pages 11 à 25
Documents réponses DR1 à DR4	pages 26 à 29

Mise en situation

Le PAL (Parc Animalier et de Loisirs) est situé à Saint Pourçain sur Besbre dans l'Allier. Créé en 1973, il est original par ses triples facettes ; c'est le seul parc français à conjuguer attractions, animaux et hébergements atypiques. Il est aujourd'hui le 1^{er} site de loisirs le plus fréquenté de la région Auvergne-Rhône-Alpes.

Le PAL propose 30 attractions, 1 000 animaux, des représentations animalières et de nombreuses animations pédagogiques sur 50ha de nature (**DT1 - Plan d'ensemble du Parc** et **DT3 - Principales étendues d'eau du parc**). Il est ouvert aux publics sur une période de 6 mois dans l'année, d'avril à septembre de 10h à 19h.

Soucieux de réduire l'impact de son activité sur l'environnement, le PAL est engagé dans une démarche de Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE). Depuis 2007, il s'est lancé dans une démarche de développement durable pour obtenir la certification de tourisme durable, l'une des plus exigeantes au monde « GREEN GLOBE ». Actuellement il défend un nouveau label : le Label DIVERTISSEMENT DURABLE.

Il vise à initier une prise de conscience, dans le secteur des loisirs et de la culture, des problématiques environnementales et sociales et engager un mouvement des professionnels du divertissement pour répondre à ces enjeux.

En 2023, l'année de ses 50 ans, il a pu s'enorgueillir d'avoir fait le meilleur score depuis sa création : 730 000 visiteurs ont fréquenté le parc, soit environ 5% de plus qu'en 2022.

Une clé de sa réussite est d'investir chaque année 25% de son chiffre d'affaires dans des nouveautés (attractions, aménagements d'espaces animaliers, hébergement, restauration, accueil...) pour fidéliser sa clientèle.

En 2024, il propose une nouvelle attraction aquatique sur le thème de la Scandinavie : le FJORD EXPLORER.



Le FJORD EXPLORER associe des parties nautiques et une partie à sensations fortes qui culmine à 28 m de haut, avec une chute finale de 18 m, une vitesse maximale de $79 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, pour un parcours de 600 m (**DT3 – Zones du FJORD EXPLORER**).

Avec cette nouvelle attraction le parc souhaite augmenter sa fréquentation de 5% par rapport à l'année 2023.

Travail demandé

Partie 1. Cette nouvelle attraction est-elle économiquement viable ?

Objectif : dans cette partie du sujet, il s'agit de montrer que l'investissement lié à cette attraction est économiquement rentable.

L'étude financière prévoit une fréquentation de 6 000 personnes par jour sur cette attraction.

Question 1. À partir du **DT1 - données techniques constructeur** et **DT2 – Diagramme d'exigences**, **calculer** le nombre maximum de personnes pouvant pratiquer cette attraction en une journée. **Comparer** votre résultat à celui attendu. **Préciser** si la prévision de l'étude financière est réaliste.

Tarif moyen d'une entrée par visiteur : 30 € ;

Nombre de visiteurs pour l'année 2023 : 730 000 ;

Coût de l'attraction : 12 M€.

Pour une entreprise la durée d'amortissement d'un investissement ne doit pas excéder 15 ans.

Une entreprise de loisir étant fortement soumise aux aléas météorologiques, l'investissement doit être en mesure de tenir compte de différents risques.

En 2024, la fréquentation du parc est estimée avec une progression de 5 %.

Question 2. **Calculer**, le nombre de visiteurs supplémentaires par jour nécessaire pour satisfaire cette estimation.

Question 3. **Déterminer** la recette potentielle supplémentaire attendue.

En déduire la durée de retour sur investissement du FJORD EXPLORER.

Question 4. **Conclure** sur l'intérêt d'investir dans une attraction de 12 M€.

Partie 2. Comment optimiser le flux de visiteurs pour cette nouvelle attraction ?

Objectif : le flux des visiteurs est lié au débit du canal d'emmenée à la rampe de montée. L'objectif de cette partie est de dimensionner la pompe de circulation de cette portion du circuit.

Il y a 4 phases pour les visiteurs (**DT3 - Zones du FJORD EXPLORER**) :

- 1 - phase embarquement/débarquement
- 2 - navigation dans le canal d'emmenée
- 3 - montée de la rampe et descente
- 4 - navigation dans le canal de retour

Certaines phases autorisent plusieurs embarcations en simultané sans risque pour la sécurité des visiteurs. Pour optimiser le flux des bateaux et ainsi éviter des goulots d'étranglement dans une des portions, les temps passés dans chacune des phases doivent être en cohérence.

Question 5. **Déterminer** la durée maximale des phases 1 et 3 et la durée maximale des phases 2 et 4.

À l'aide des documents **DT3 - Zones du FJORD EXPLORER** et **DT4/2 - plan du canal d'emmenée**.

Question 6. **Calculer** la longueur du canal d'emmenée à la rampe d'élévation.

Hypothèse : Grâce à la rampe de descente, le bateau pénètre dans le canal d'emmenée avec une vitesse proche de celle de l'écoulement de l'eau (pas de glissement).

Question 7. **Déterminer** la vitesse d'un bateau pour parcourir la longueur du canal d'emmenée.

Le **DT4/2 - plan du canal d'emmenée** met en évidence que ce canal est constitué de deux niveaux :

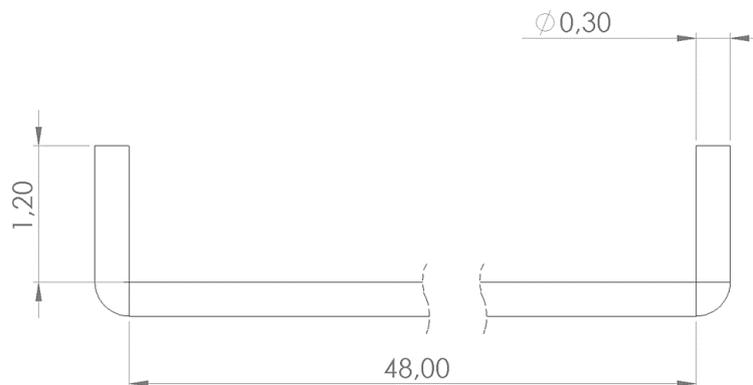
- le niveau supérieur dans lequel les bateaux circulent ;
- le niveau inférieur où l'eau est renvoyée au point de départ.

Question 8. **Calculer** la section d'eau du canal d'emmenée à la rampe et **en déduire** le débit que la pompe doit fournir.

Partie 3. La solution technologique du canal d'emménée d'eau est-elle valide au regard du cahier des charges ?

Objectif : la solution technologique utilisée pour constituer le canal d'emménée engendre des contraintes de génie civil. Dans cette partie il s'agit de valider ce choix technique du retour d'eau par rapport à une solution plus classique et des objectifs d'optimisation de flux des visiteurs.

Le canal d'emménée est un circuit fermé. La première solution envisagée pour ramener le flux d'eau vers le point de départ était de placer une canalisation en PVC-hp (Haute pression) pouvant supporter une pression de 10 bar, DN300 (diamètre nominal de 300 mm). Cette canalisation aurait été enfouie à une hauteur de 1,2 m pour passer en dessous du bassin. Le débit de l'eau est considéré à $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, sachant que le débit minimum nécessaire est de $1,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.



- Question 9. À partir des documents de perte de charge **DT5/1 à DT 5/3 Pertes de charge**, **déterminer** la perte de charge avec cette première solution (tube PVC-hp de $\Phi 300 \text{ mm}$).
- Question 10. À partir des documents **DT4/2 - Plan du canal d'emménée** et **DT5/1 à DT 5/3 Pertes de charge**, **calculer** la perte de charge dans la configuration réelle (section rectangulaire). Les pertes de charges régulières sont calculées sur la longueur totale de la canalisation et se cumulent avec les pertes charges singulières.
- Question 11. La hauteur d'eau au-dessus de la pompe étant de 80 cm, à l'aide du document **DT6 – pompe**, **vérifier** que la pompe choisie par le constructeur répond à l'exigence de débit minimum.
- Question 12. La puissance hydraulique s'exprimant $P = Q \cdot p$ (Q le débit en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ et p en Pa), **déterminer** la puissance qui serait nécessaire (au rendement près) dans le système tube PVC-hp et **indiquer** les deux principales raisons pour lesquelles l'option canalisation PVC-hp a été abandonnée.
- Question 13. Avec le choix technologique fait, **en déduire** la vitesse maximale réelle d'écoulement de l'eau dans le canal d'emméné et donc du bateau.
- Question 14. En s'appuyant sur le **DT10 profil en long du Fjord Explorer**, **expliquer** l'utilité du convoyeur avant la montée sur l'élévateur au regard l'optimisation du flux.

Partie 4. Comment sont gérés l'embarquement et le débarquement des passagers ?

Objectif : vérifier la gestion du débarquement/embarquement afin d'optimiser le flux des passagers.

L'étude porte sur la partie de zone de débarquement / embarquement pour mettre les visiteurs dans l'attraction. Voir documents **DT7 - Plan station d'embarquement**, **DT8 - Détails station d'embarquement** et **DT9 - Plan embarcations**.

Question 15. **Compléter** sur le document **DR1 - chaîne d'information et de puissance** les éléments manquants

Cycle sécurisé d'embarquement/débarquement des passagers sur un bateau :
Avant de lancer le bateau sur le canal, le personnel doit vérifier que les barres de sécurité sont bien fermées et qu'aucun passager ne peut accéder au bateau.
Les passagers ne peuvent embarquer qu'en présence d'un bateau et sur ordre du personnel du PAL.

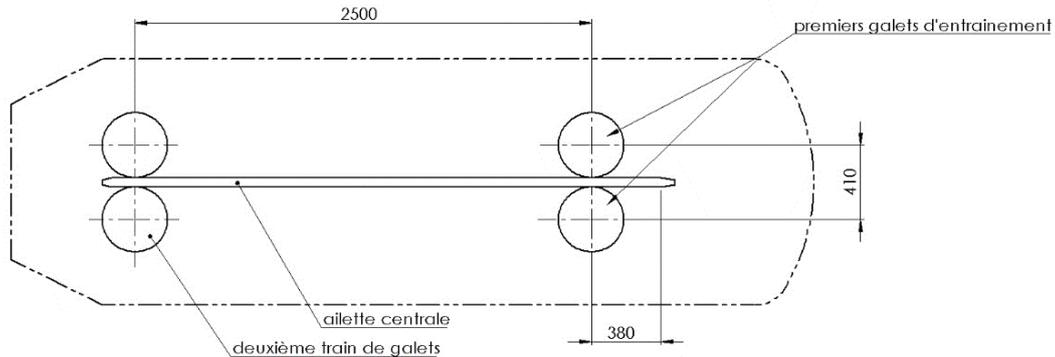
L'opérateur valide la fin du débarquement de l'attraction.
Les différents états et transitions du débarquement/embarquement sont cités dans le tableau suivant :

Rampe à l'arrêt
Rampe en fonctionnement
Galets d'entraînement de la zone de débarquement à l'arrêt
Galets d'entraînement de la zone de débarquement en fonctionnement
Galets d'entraînement de la zone d'embarquement à l'arrêt
Galets d'entraînement de la zone d'embarquement en fonctionnement
Déverrouillage des barres de sécurité
Verrouillage des barres de sécurité
ATTENTE « débarquement »
ATTENTE « embarquement »
Ouverture portillon
Fermeture portillon
Présence bateau à la fin du canal retour
Présence bateau zone d'embarquement
Pas de bateau dans la zone d'embarquement
Présence bateau zone de débarquement
Pas de bateau dans la zone de débarquement
Barres de sécurité verrouillées
Barres de sécurité déverrouillées
Portillon ouvert
Portillon fermé
Débarquement validé (opérateur par bouton poussoir)
Embarquement validé (opérateur par bouton poussoir)

Question 16. **Compléter** le document **DR2 – Diagramme d'état** avec ces différents éléments du tableau précédent.

L'étude porte maintenant sur la propulsion du bateau vers le canal d'emmenée (Galets d'entraînement de la zone d'embarquement en fonctionnement). Le bateau doit atteindre une vitesse identique à la vitesse d'écoulement du canal d'emmenée considérée à : $0,85 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

schéma du système d'entraînement vue de dessus



En position embarquement l'ailette centrale dépasse de 380 mm le point de contact avec les premiers galets d'entraînement.

Question 17. **À partir du DT9 – Plan embarcations, déterminer** les grandeurs qui permettent de **tracer** le graphe des vitesses et l'accélération.

Question 18. Pour que les passagers ressentent une petite sensation, l'embarcation accélère sur une durée de 2 s. **Déterminer** la nouvelle accélération.

Question 19. **Tracer**, pour cette nouvelle accélération, la courbe de vitesse du bateau, **en déduire** le mode de commande du moteur électrique nécessaire pour répondre à cette contrainte d'accélération.

Partie 5. Comment optimiser la gestion de l'eau des bassins ?

Objectif : *le nouveau bassin, de par son exposition et son utilisation va dissiper de l'eau dans la nature. Cette eau est toutefois nécessaire au bon fonctionnement de l'attraction. Le but de cette étude est d'évaluer au mieux les besoins en eau et de trouver des solutions qui auront un moindre impact environnemental.*

Question 20. Mis à part le projet du « futur bassin », **identifier** sur le document **DT11 – Gestion de l'eau** les ressources en eau pour alimenter les principaux bassins.

L'évaporation de l'eau d'un bassin peut être estimée par la formule de PENMAN-MONTEITH :

$$ET_0 = \frac{\Delta (R_n - G)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34u_2)} + \frac{\gamma \cdot \frac{900}{T_a + 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34u_2)}$$

Avec :

- Δ : pente de la courbe de la pression de vapeur saturante en $\text{kPa} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$
 $\Delta = (4098 \times e_s) / ((T_a + 237,3)^2)$
- R_n : Rayonnement global en $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{jour}^{-1}$; voir **DT13 – Données météo**
- G : Flux de chaleur du sol en $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{jour}^{-1}$, $G = 0$ (pour un plan d'eau)
- γ : constante psychométrique en $\text{kPa} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$
 - o $\gamma = 0,0016286 \times P / \lambda$
 - o P (Pression atmosphérique) : 101,3 kPa
 - o λ = Chaleur latente de vaporisation ($2,45 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)
- u_2 : vitesse du vent à 2 m du sol en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- T_a : température moyenne journalière de l'air à 2 m du sol en $^\circ\text{C}$; voir **DT13 – Données météo**
- e_s : Pression de vapeur saturante en kPa
- e_a : Pression de vapeur à la température T en kPa
- ET_0 : Évapotranspiration de référence en $\text{mm} \cdot \text{jour}^{-1}$

Le premier terme prend en compte évaporation due aux rayonnements solaires et le deuxième terme prend en compte l'évaporation due aux mouvements de l'air au-dessus de l'eau.

Exemple : Soit un bassin en janvier-février avec une température moyenne extérieure de $5,25 \text{ }^\circ\text{C}$ et une température de l'eau de $2 \text{ }^\circ\text{C}$

Température de l'air (T_a) : $5,25 \text{ }^\circ\text{C}$

Température de l'eau (T_w) : $2 \text{ }^\circ\text{C}$

Humidité relative (HR) : 70 %

Rayonnement solaire moyen (R_s) : $6,5 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{jour}^{-1}$

Vitesse du vent à 2 m (u_2) : $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Pression atmosphérique (P) : 101,3 kPa

Sur le diagramme de l'air humide ; voir **DT12 – Aide à l'utilisation du diagramme de l'air humide**

- $e_s = 0,71$ kPa
- $e_a = 0,5$ kPa
- $\Delta = (4098 \times 0,71) / ((5,25 + 237,3)^2) = 2909,58/58830,5 = 0,0495$ kPa \cdot °C $^{-1}$
- $R_n = 6,5$ MJ \cdot m $^{-2}$ \cdot jour $^{-1}$
- $\gamma = 0,0016286 \cdot P / \lambda = 0,0016286 \cdot 101,3 / 2,45 = 0,067337624$ kPa \cdot °C $^{-1}$

Donc :

$$ET_0 = \frac{0,0495 \cdot (6,5 - 0)}{0,0495 + 0,06734 \cdot (1 + 0,34 \cdot 2)} + \frac{0,06734 \cdot \frac{900}{5,25 + 273} \cdot 2 \cdot (0,71 - 0,5)}{0,0495 + 0,06734 \cdot (1 + 0,34 \cdot 2)}$$

$$= 1,978451228 + 0,562498292 = 2,54 \text{ mm}\cdot\text{jour}^{-1}$$

Le bassin perd pendant cette période 2,54 mm d'eau par m 2 par jour (sans tenir compte des précipitations).

Données : Vitesse du vent 2 m \cdot s $^{-1}$, température de l'eau 2°C et taux d'humidité de l'air à 50%.

Question 21. **Calculer** les pertes du bassin pendant la période d'exploitation (sans tenir compte des précipitations). Les tracés se feront sur le **DR3 – diagramme de l'air humide**.

Question 22. **Estimer** si la cuve de stockage disposée sous les piliers centraux est suffisante pour pallier cette évaporation sur la saison.

Le parc envisage de creuser un bassin supplémentaire sur une autre partie du site, afin de pallier les pertes du FJORD EXPLORER. Pour des raisons économiques et de sécurité, la pente latérale devra être de 45° et la profondeur comprise entre 1 m et 3 m et l'ensemble sera clôturé.

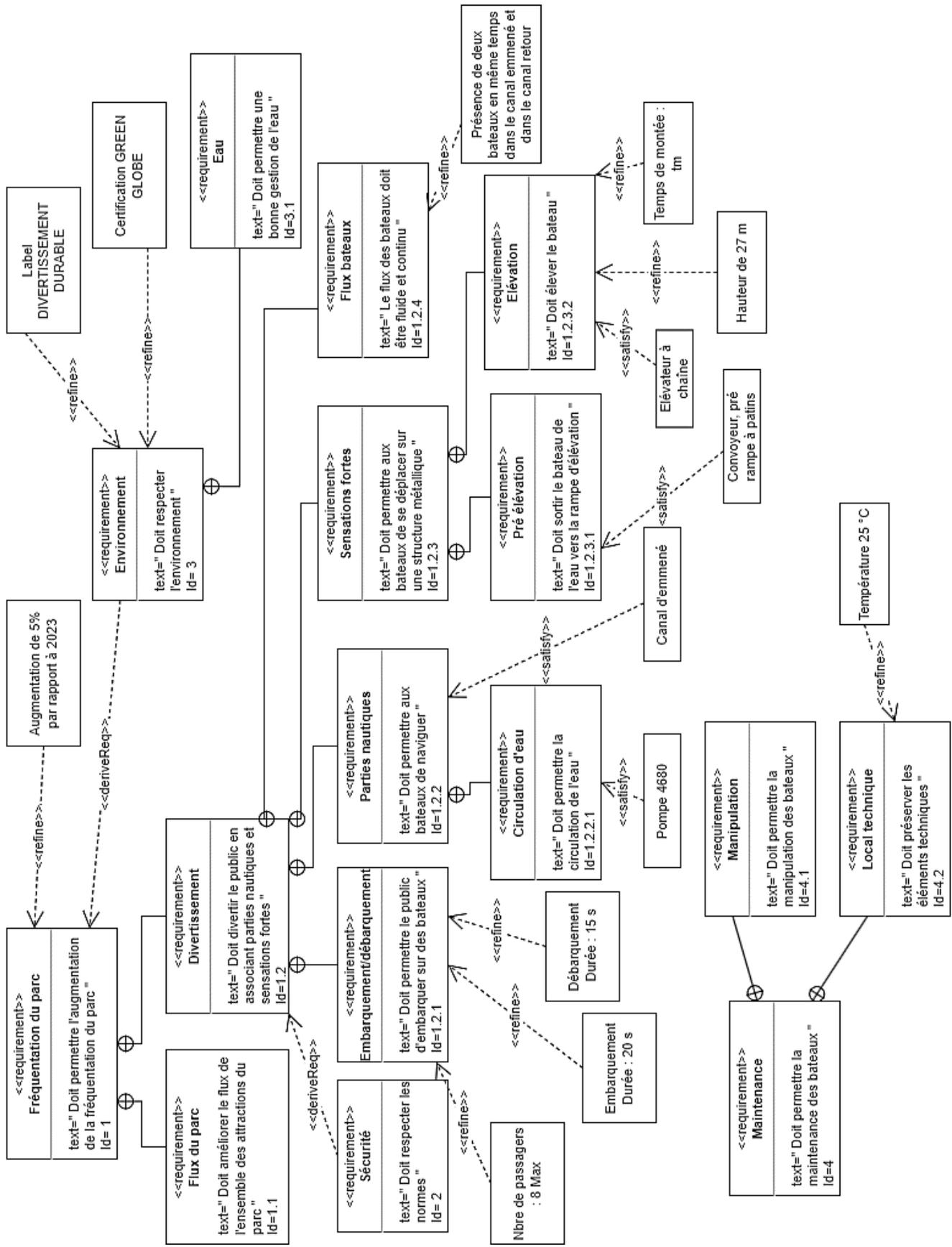
Question 23. Sur le document **DR4 – bassin supplémentaire**, **indiquer** les dimensions de ce futur bassin. **Justifier** votre choix.

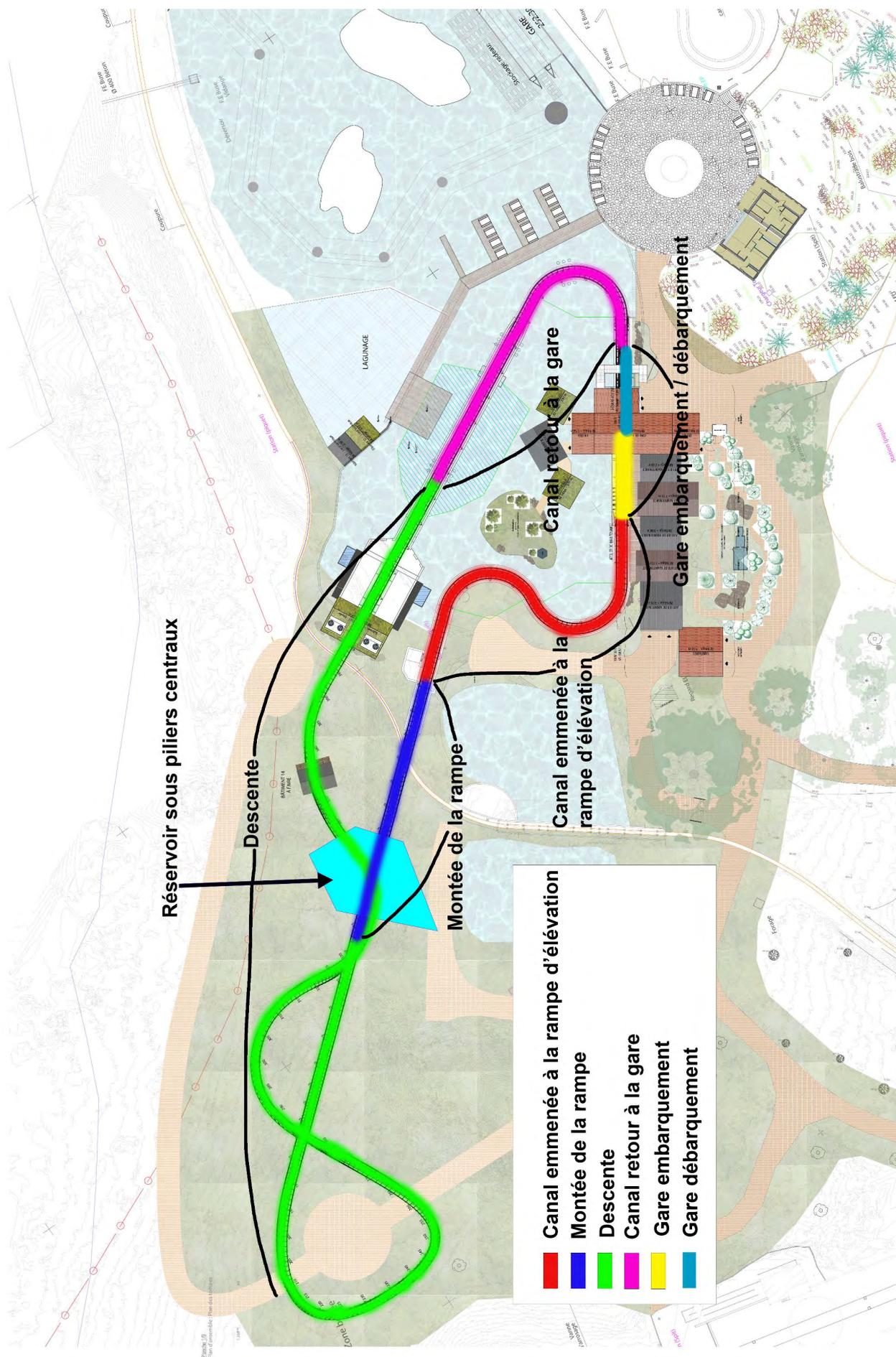
Question 24. **Déterminer** le volume et donc les dimensions de ce futur bassin pour pallier toutes les pertes des huit principaux bassins (voir **DT4 – Principales étendues d'eau du parc**). **Conclure** sur la faisabilité de ce dernier bassin.

Document technique DT1 - Données techniques constructeur

Données générales	
Longueur totale de la voie :	Approx. 512 m
Capacité théorique (THRC) :	Approx. 811 livres/h
Durée totale du cycle du manège :	Approx. 213 s (incluant le chargement et le déchargement)
Manège en service (jours/an) :	Approx. 154 (tel qu'indiqué par le contrôleur)
Manège en service (heures/jour) :	Approx. 8 (tel qu'indiqué par le contrôleur)
Cycles par jour :	Approx. 810
Restrictions sur la taille des passagers :	110 cm/44"
Puissance raccordée :	360 kW
Tension d'exploitation :	400 V CA/50 Hz
Volume d'air comprimé requis pour le fonctionnement du manège :	4,5 m ³ /h/8 bar
Paramètres du manège	
Hauteur maximale :	Approx. 25,7 m
Vitesse maximale :	Approx. 21,8 m/s
Accélération maximale (verticale) :	Approx. 3,3g
Véhicules	
Type de véhicule :	Bateau
Nombre de bateaux dans le manège :	6
Passagers par bateau :	8
Poids (moyen) du passager :	77 kg
Poids du bateau :	Approx. 1 370 kg
Gare	
Procédure de chargement/déchargement :	Arrêt et départ
Positions de chargement/déchargement :	2
Système de chargement/déchargement :	Barrières d'entrée
Durée de chargement/déchargement :	Approx. 15 s pour le déchargement, 20 s pour le chargement
Délai de démarrage :	Approx. 35,5 s
Système de levage	
Système de levage	Élévateur à chaîne
Nombre d'élévateurs	1
Vitesse de levage :	Approx. 2 m/s
Gradient de portance	30°
Système de freinage	
Types de frein :	Freins hydrauliques/Freins de sécurité pneumatiques
Aiguillage de voie	
Type d'aiguillage :	Aiguillage de voie horizontal
Zone de maintenance	
Capacité de stockage :	4 véhicule(s)

Document technique DT2 - Diagramme d'exigences

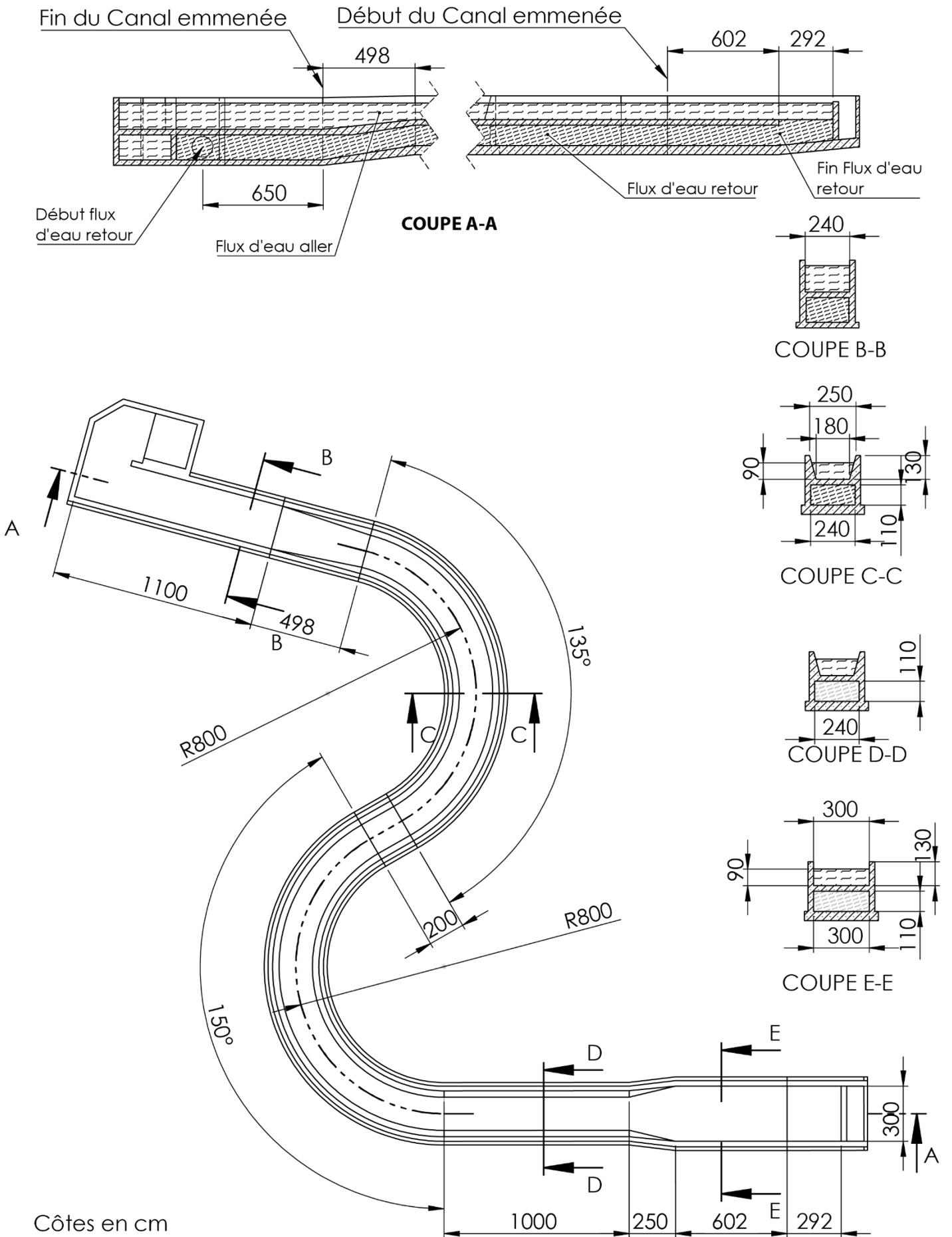






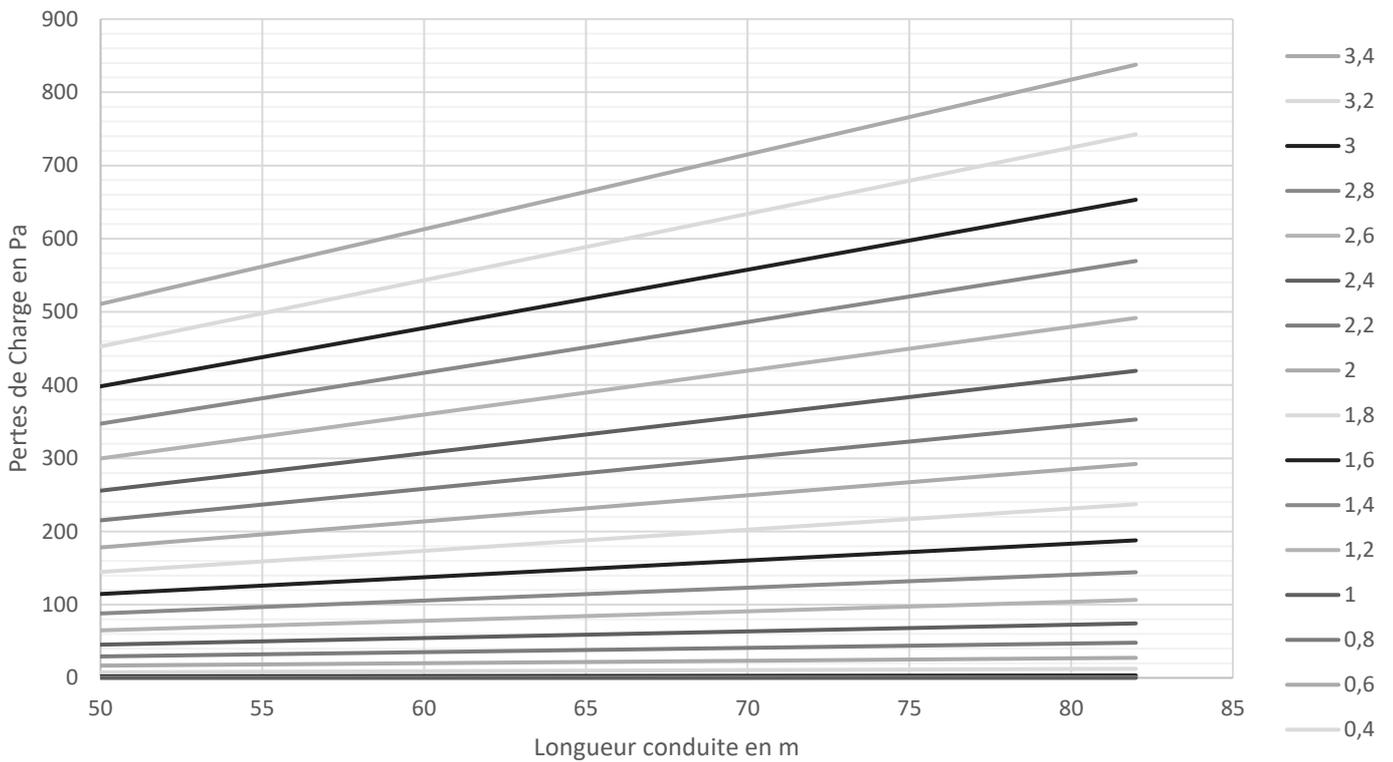
Nom	Surface (m ²)	Volume (m ³)
Hippopotame	10500	10500
Pélican	2600	2080
Archipel	4000	4800
FIORD EXPLORER	3000	2400
Gibbons	8500	12750
Éléphants	1700	3060
Chimpanzé	1800	3240
Savannah	1500	2250
Rivière du grand nord	1000	2000
Gelada	1500	1500
Bassin Otariiland	480	1200
Tapir	1600	1120
Rafting	1200	960
AUTRES	5675	5690

Document technique DT4/2 - Plan du canal d'emménée



Section rectangulaire :

Pertes de charge Linéaires suivant débit en $m^3 \cdot s^{-1}$



Coude progressif à section rectangulaire :

HydrauCalc 2023b - [Coude progressif à section rectangulaire - IDELCHIK (3ème Ed.)]

Fichier Edition Préférences Méthode de calcul Base de données Outils Aide

Capturer la fenêtre
 Fluide : Eau douce à 1 atm [HC]
 Réf. : IAPWS IF97

Température : 20 °C
 Pression : 101300 Pa

Masse volumique : 998,2061 kg/m^3
 Viscosité dynamique : 0,00100159 $N \cdot s/m^2$
 Viscosité cinématique : 1,00340E-06 m^2/s

Masse vol. Visc. dyn. Visc. cin.

Masse volumique (kg/m^3) vs Température (°C) graph showing a decrease in density from 1000 to 950 kg/m^3 as temperature increases from 10 to 100 °C.

Caractéristiques géométriques

Aide Info

Diagram showing a rectangular elbow with dimensions: radius 8 m, width 2.4 m, height 1.1 m, and a 135° angle. Flow rate is 1996.4 kg/s (2 m^3/s) and velocity is 0.758 m/s (Turbulent). Roughness is 0.001 m. Pressure loss is 208,7837 Pa (0.0213 m of fluid).

Résultats complémentaires

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	Dh	1,508572	m
Section de passage	F0	2,64	m^2
Rapport des cotés	b0/a0	0,4583333	
Rayon de courbure relatif	R0/b0	7,272727	
Rugosité relative	Δ	0,0006628788	
Nombre de Reynolds	Re	1138988	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction (Diagram 6-2)	λ_{ei}	0,03655609	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction de Darcy (tuyau rugueux)	λ_r	0,01817449	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction de Darcy (tuyau hydrauliquement lisse)	λ_s	0,01138945	
Coefficient de correction de la rugosité	CF	1,59573	
Coefficient perte pression (basé sur la vitesse moyenne coude)	ζ	0,7288771	
Perte de puissance hydraulique	Wh	417,5674	W
Longueur droite de perte de charge équivalente	Leq	58,58717	m

Divers HC

Coude progressif à section rectangulaire :

HydrauCalc 2023b - [Coude progressif à section rectangulaire - IDELCHIK (3ème Ed.)]

Fichier Edition Préférences Méthode de calcul Base de données Outils Aide

Capturer la fenêtre
 Fluide : Eau douce à 1 atm [HC]
 Réf. : IAPWS IF97

Température : 20 °C
 Pression : 101300 Pa

Masse volumique : 998,2061 kg/m³
 Viscosité dynamique : 0,00100159 N.s/m²
 Viscosité cinématique : 1,00340E-06 m²/s

Masse vol. Visc. dyn. Visc. cin.

Caractéristiques géométriques

Perte de pression : 231,9819 Pa
 0,0237 m de fluide

Résultats complémentaires

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	Dh	1,508572	m
Section de passage	F0	2,64	m ²
Rapport des cotés	b0/b0	0,4583333	
Rayon de courbure relatif	R0/b0	7,272727	
Rugosité relative	Δ	0,0006628788	
Nombre de Reynolds	Re	1138988	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction (Diagram 6-2)	λ _{el}	0,03655609	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction de Darcy (tuyau rugueux)	λ _r	0,01817449	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction de Darcy (tuyau hydrauliquement lisse)	λ _s	0,01138945	
Coefficient de correction de la rugosité	Cf	1,59573	
Coefficient perte pression (basé sur la vitesse moyenne coude)	ζ	0,8098634	
Perte de puissance hydraulique	Wh	463,9638	W
Longueur droite de perte de charge équivalente	Leq	65,09686	m

Section circulaire Elargissement brusque :

HydrauCalc 2023b - [Elargissement brusque - IDELCHIK (3ème Ed.)]

Fichier Edition Préférences Méthode de calcul Base de données Outils Aide

Capturer la fenêtre
 Fluide : Eau douce à 1 atm [HC]
 Réf. : IAPWS IF97

Température : 20 °C
 Pression : 101300 Pa

Masse volumique : 998,2061 kg/m³
 Viscosité dynamique : 0,00100159 N.s/m²
 Viscosité cinématique : 1,00340E-06 m²/s

Masse vol. Visc. dyn. Visc. cin.

Caractéristiques géométriques

Perte de pression : 370684,5 Pa
 37,8672 m de fluide

Résultats complémentaires

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Rapport diamètres	D0/D2	0,1263458	
Section petit diamètre	F0	0,07221612	m ²
Section grand diamètre	F2	4,523894	m ²
Rapport sections	F0/F2	0,01596327	
Nombre de Reynolds rapporté au petit diamètre	Re0	8369417	
Nombre de Reynolds rapporté au grand diamètre	Re2	1057441	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de résistance locale (Diagram 4-1) (Re0 >= 3300)	ζ _{loc}	0,9683283	
Coefficient perte pression (basé sur vitesse petit diamètre)	ζ	0,9683283	
Perte de puissance hydraulique	Wh	741369,1	W

Coude brusque à section circulaire :

HydrauCalc 2023b - [Coude brusque à section circulaire - IDELCHIK (3ème Ed.)]

Fichier Edition Préférences Méthode de calcul Base de données Outils Aide

Caractéristiques du fluide
 Capturer la fenêtre [HC]
 Réf. : IAPWS IF97
 Température : 20 °C
 Pression : 101300 Pa
 Masse volumique : 998,2061 kg/m³
 Viscosité dynamique : 0,00100159 N.s/m²
 Viscosité cinématique : 1,00340E-06 m²/s
 Masse vol. Visc. dyn. Visc. cin.

Caractéristiques géométriques
 Aide Info Calculer

 0,30323 m
 0,001 m
 1996,4 kg/s
 2 m³/s
 27,695 m/s (Turbulent)
 90 °

Perte de pression
 682165,2 Pa
 69,6865 m de fluide

Résultats complémentaires

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	Dh	0,30323	m
Section de passage	F0	0,07221612	m ²
Nombre de Reynolds	Re	8369417	
Coefficient d'effet d'allongement relatif de la section (Diagrama...)	C1	1	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de résistance locale	C _{loc}	0,99	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient d'effet de l'angle	A	1,2	
Coefficient de correction de la rugosité (Diagram 6-6)	k _s	1,5	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de correction du nombre de Reynolds (Diagram 6-6)	k _{Re}	1	
Coefficient perte pression (basé sur la vitesse moyenne coude)	ξ	1,782	
Perte de puissance hydraulique	Wh	1364330	W
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction de Darcy	λ	0,02689065	
Longueur droite de perte de charge équivalente	Leq	20,09456	m

Tuyau rectiligne circulaire et parois à rugosité hétérogène :

HydrauCalc 2023b - [Tuyau rectiligne section circulaire et parois à rugosité hétérogène - IDELCHIK (3ème Ed.)]

Fichier Edition Préférences Méthode de calcul Base de données Outils Aide

Caractéristiques du fluide
 Capturer la fenêtre [HC]
 Réf. : IAPWS IF97
 Température : 20 °C
 Pression : 101300 Pa
 Masse volumique : 998,2061 kg/m³
 Viscosité dynamique : 0,00100159 N.s/m²
 Viscosité cinématique : 1,00340E-06 m²/s
 Masse vol. Visc. dyn. Visc. cin.

Caractéristiques géométriques
 Aide Info Diagramme de Moody Calculer

 1996,4 kg/s
 2 m³/s
 27,695 m/s (Turbulent)
 1,0E-03 m
 50 m
 0,30323 m

Perte de pression
 1697388 Pa
 173,3964 m de fluide

Résultats complémentaires

Désignation	Symbole	Valeur	Unité
Diamètre hydraulique	Dh	0,30323	m
Section intérieure tuyau	F0	0,07221612	m ²
Volume intérieur du tuyau	V	3,610806	m ³
Masse de fluide dans le tuyau	M	3604,329	kg
Rapport 'Longueur / Diamètre'	l/D0	164,8913	
Rugosité relative	Δ	0,003297827	
Nombre de Reynolds	Re	8369417	
<input checked="" type="checkbox"/> Coefficient de friction de Darcy	λ	0,02689065	
Perte de pression linéique		33947,75	Pa/m
Coefficient perte pression (basé sur vitesse moyenne tuyau)	ξ	4,434036	
Perte de puissance hydraulique	Wh	3394775	W

1.1 Description du produit



La pompe PP est utilisée essentiellement dans les stations de traitement, pendant le processus biologique de filtration des nutriments. Autres domaines d'application :

- Vidange des réservoirs d'eau de pluie :
- Création de cours d'eau, notamment pour des promenades en bateau
- Pompage d'eau de mer pour la pisciculture, la pénéculture ou l'ostréculture
- Pompage d'eau dans des canaux d'irrigation
- Pompage d'eau de refroidissement de centrales énergétiques

1.2 Puissances moteurs et courbes de performances

Puissances moteurs

Tableau 1 : 400 V, 50 Hz, triphasé

Produit	Tours par minute, tr/min	Pôles	Puissance nominale, kW	Puissance chevaux nominale	Intensité nominale, A	Intensité au démarrage, A	Facteur de puissance cos ϕ
4 630	710	8	1,5	2,0	4,2	14	0,7
4 640	705	8	2,5	3,4	7,0	22	0,7
4650	485	12	3,7	5,0	15	49	0,50
4650	475	12	5,5	7,4	18	49	0,62
4660	480	12	7,5	10,1	25	84	0,55
4660	475	12	10	13,4	30	84	0,63
4670	365	16	13	17,4	44	117	0,55
4680	365	16	18,5	24,8	69	225	0,48
4680	365	16	25	34	80	225	0,56

Courbes de performances

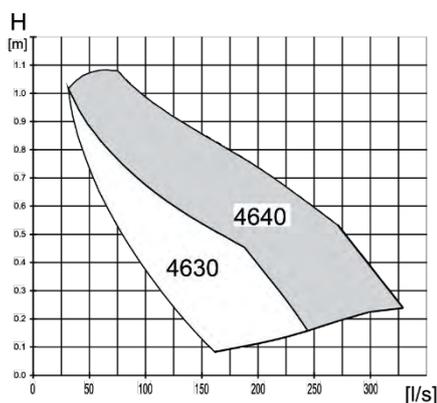


Schéma 1 : 4630, 4640

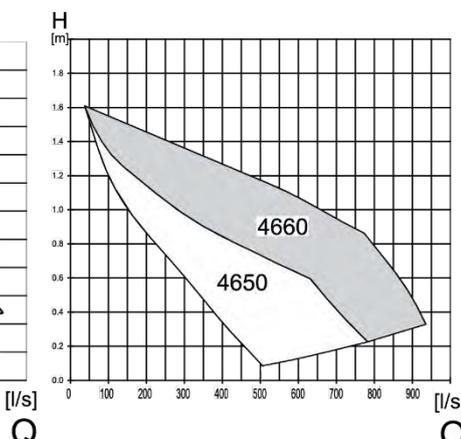


Schéma 2 : 4 650, 4 660

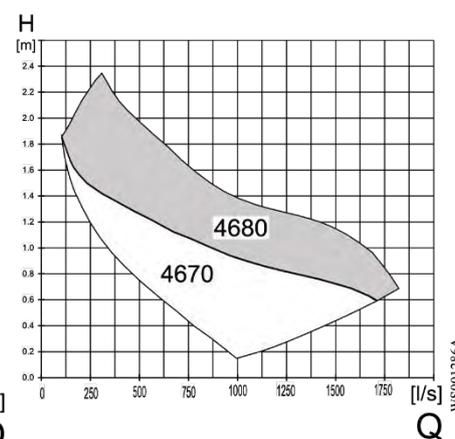
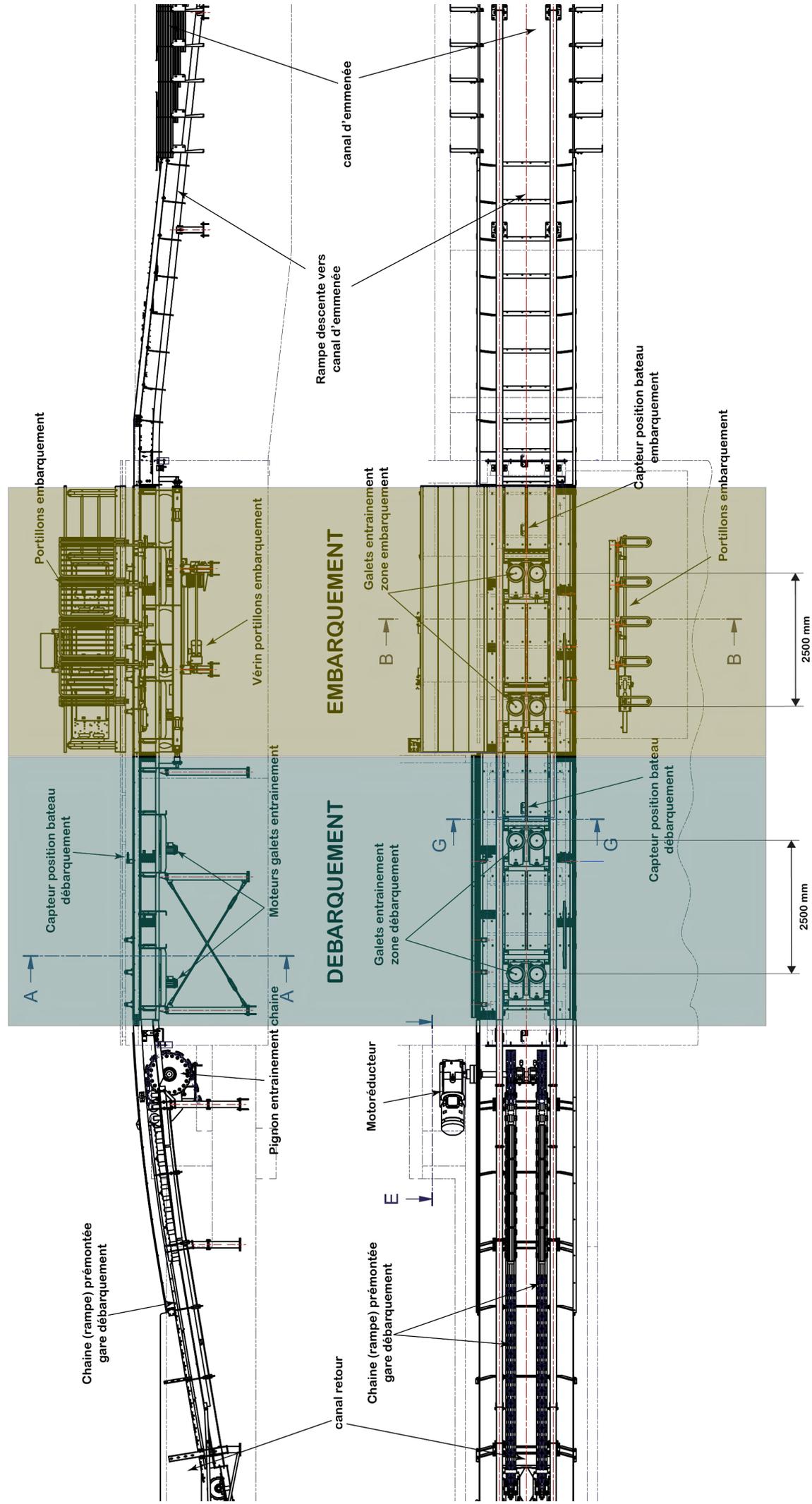
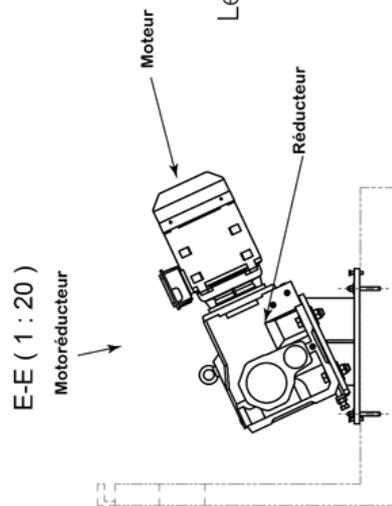


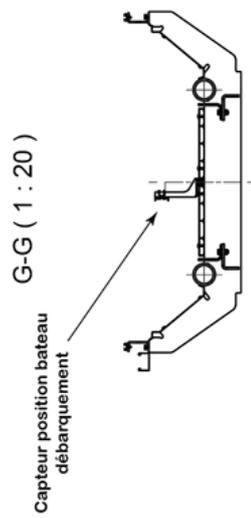
Schéma 3 : 4 670, 4 680

WS001286A

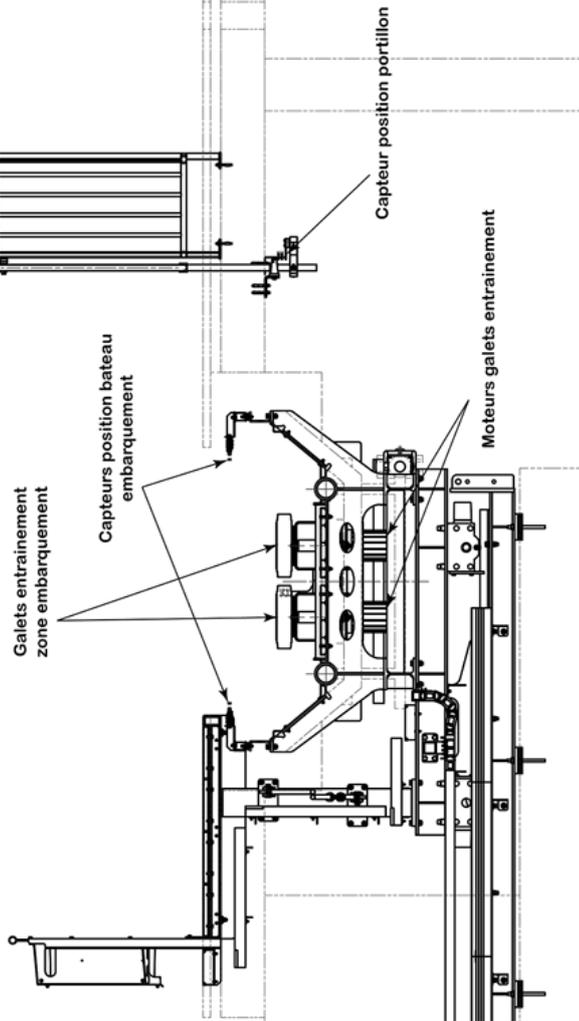




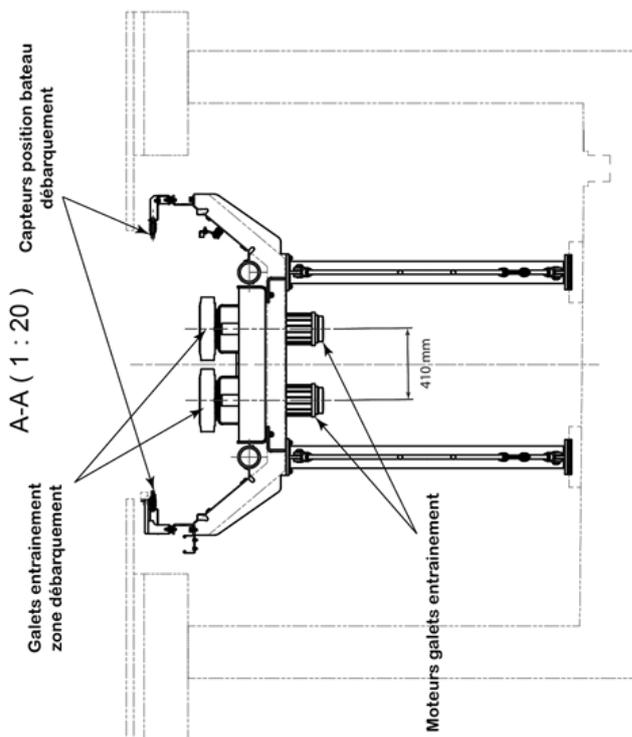
Les galets d'entraînement fonctionnent par paire de pneumatiques diamètre 400mm excentrés de 410mm

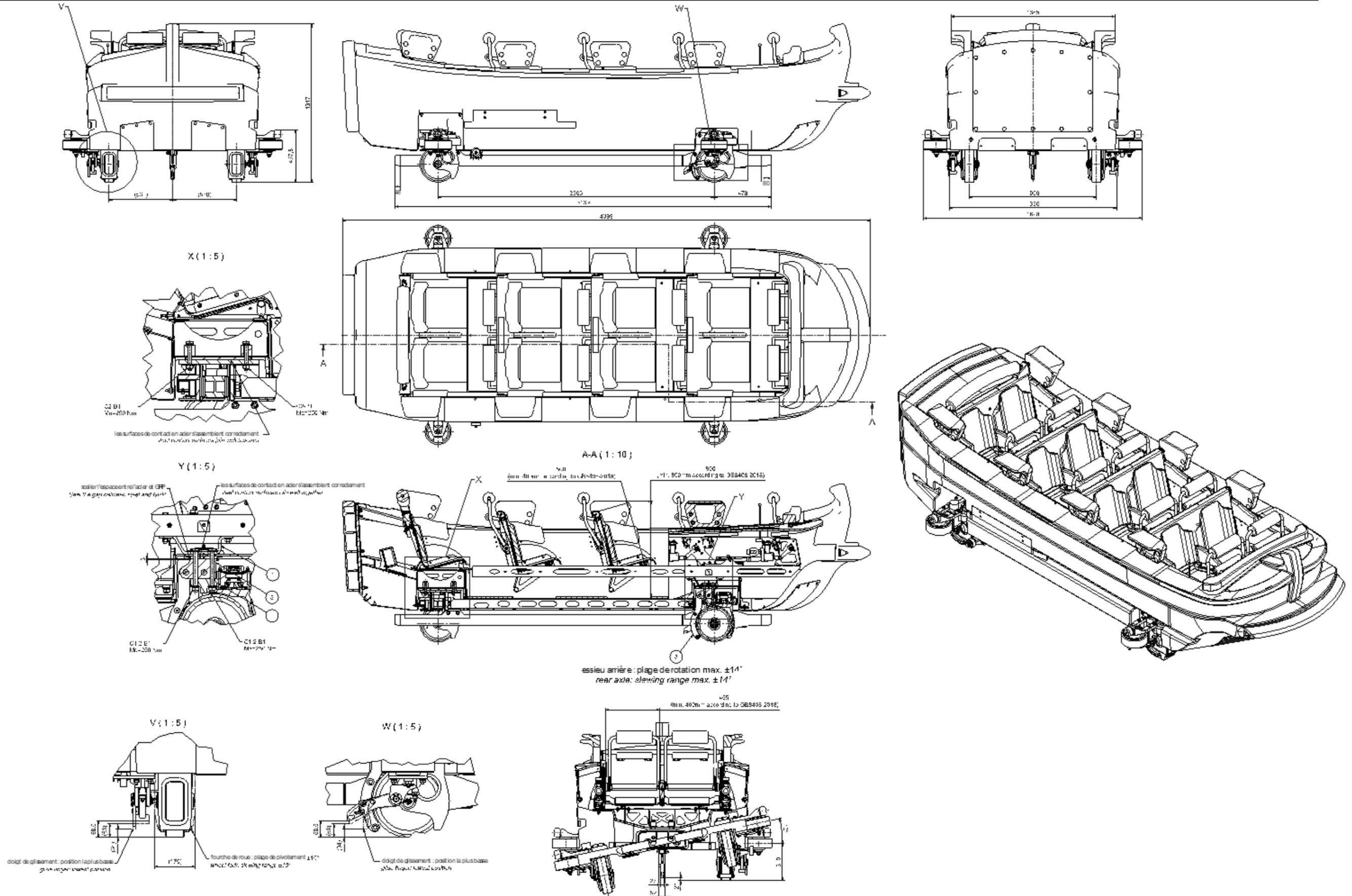


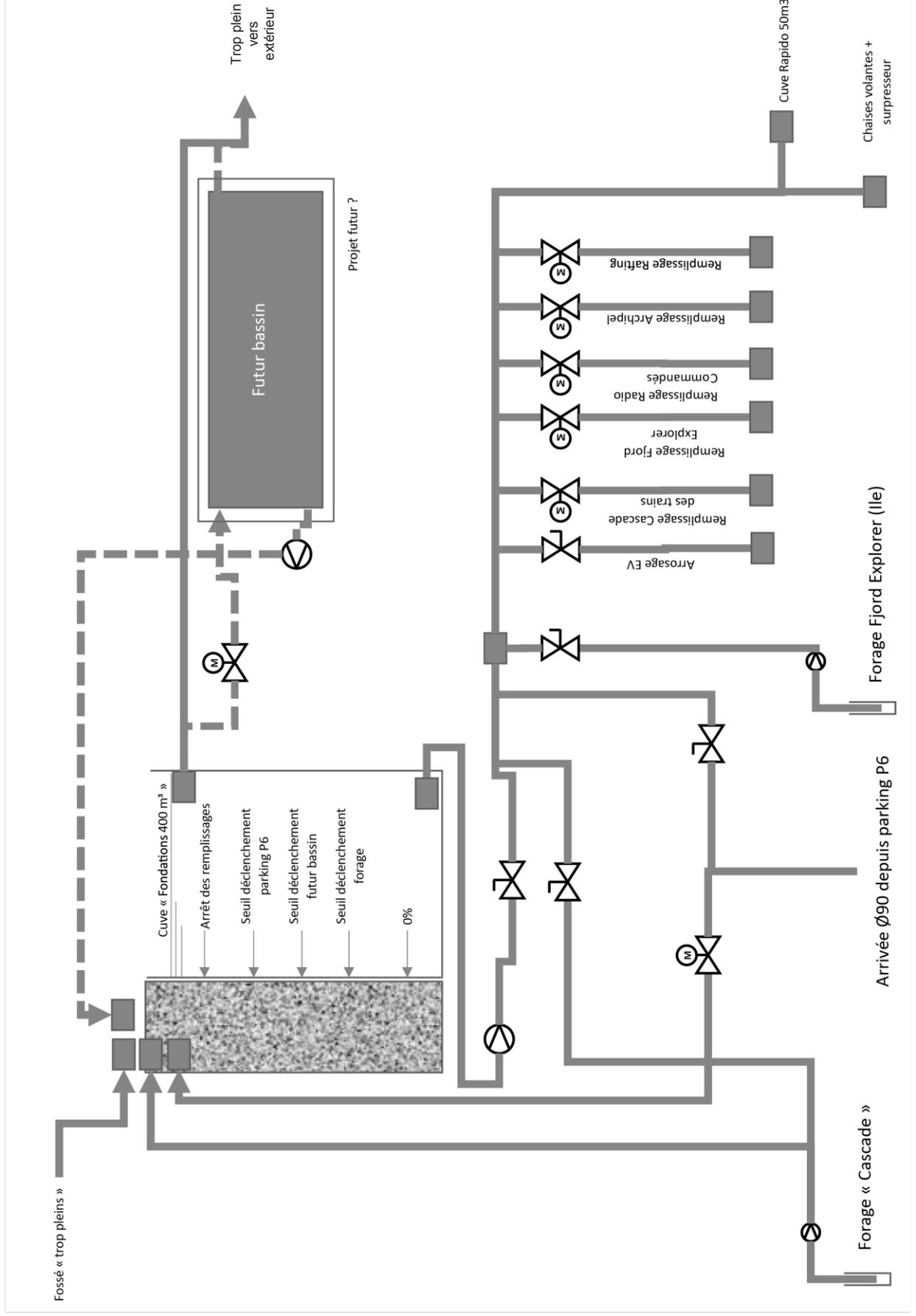
B-B (1 : 20)



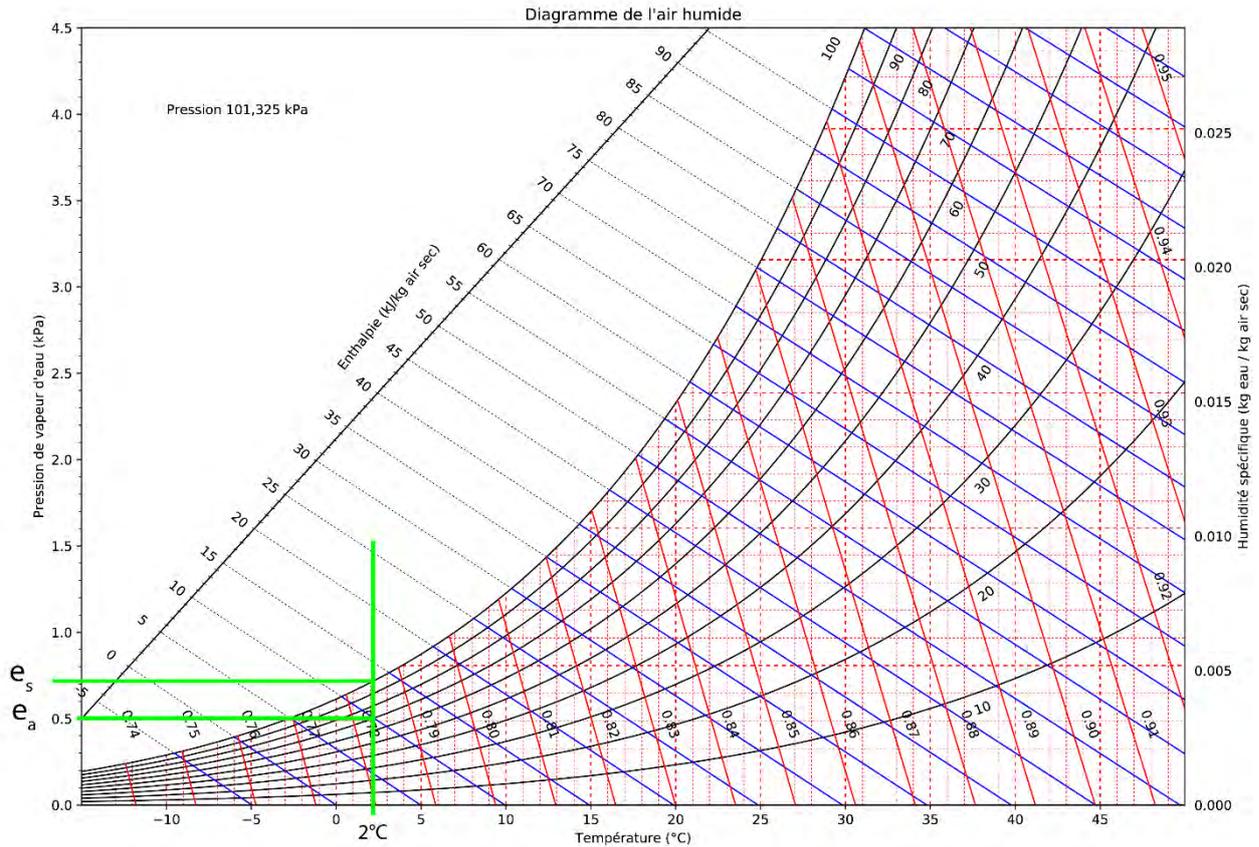
A-A (1 : 20)







DT12 - Aide à l'utilisation du diagramme de l'air humide

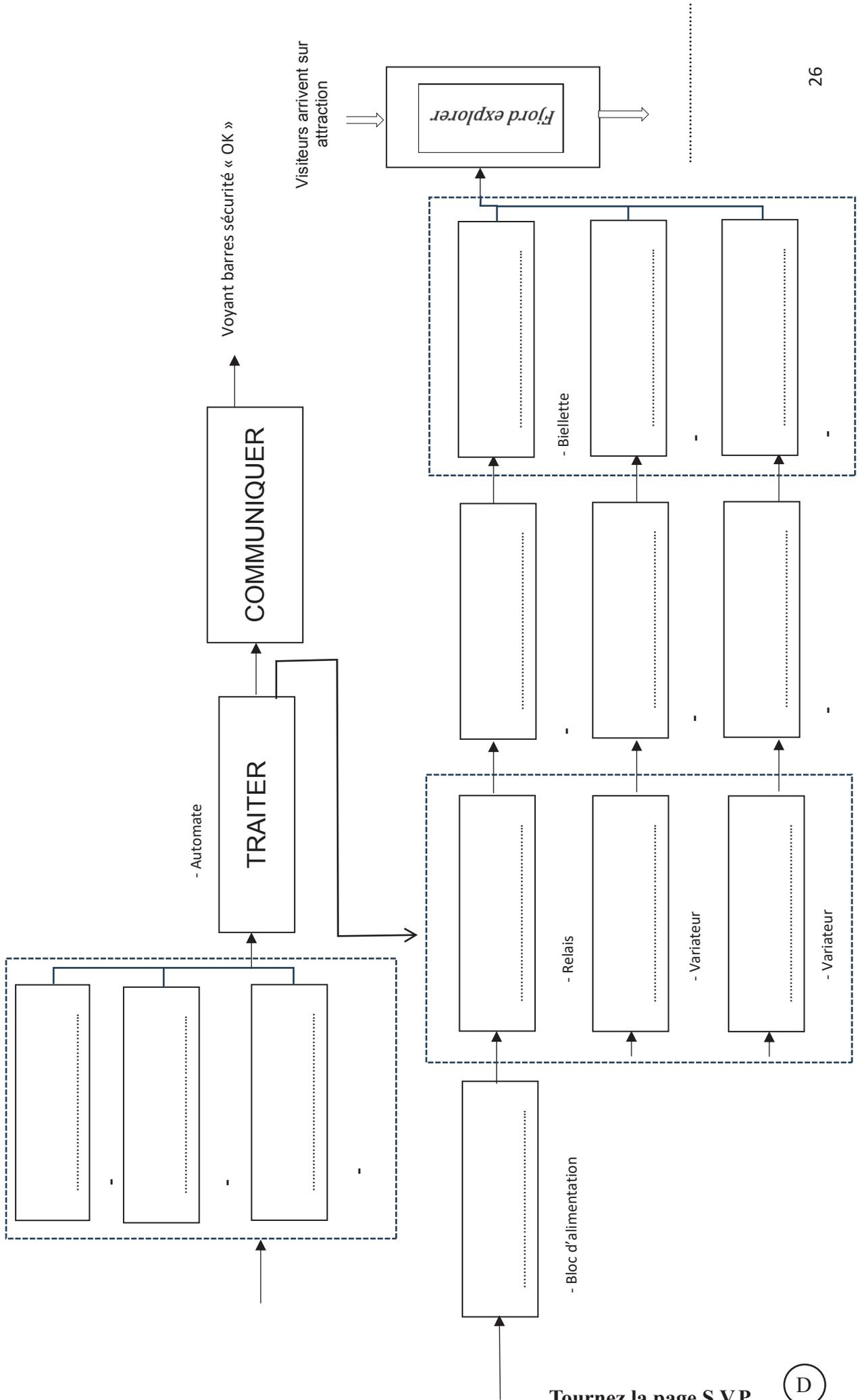


DT13 – Données météo

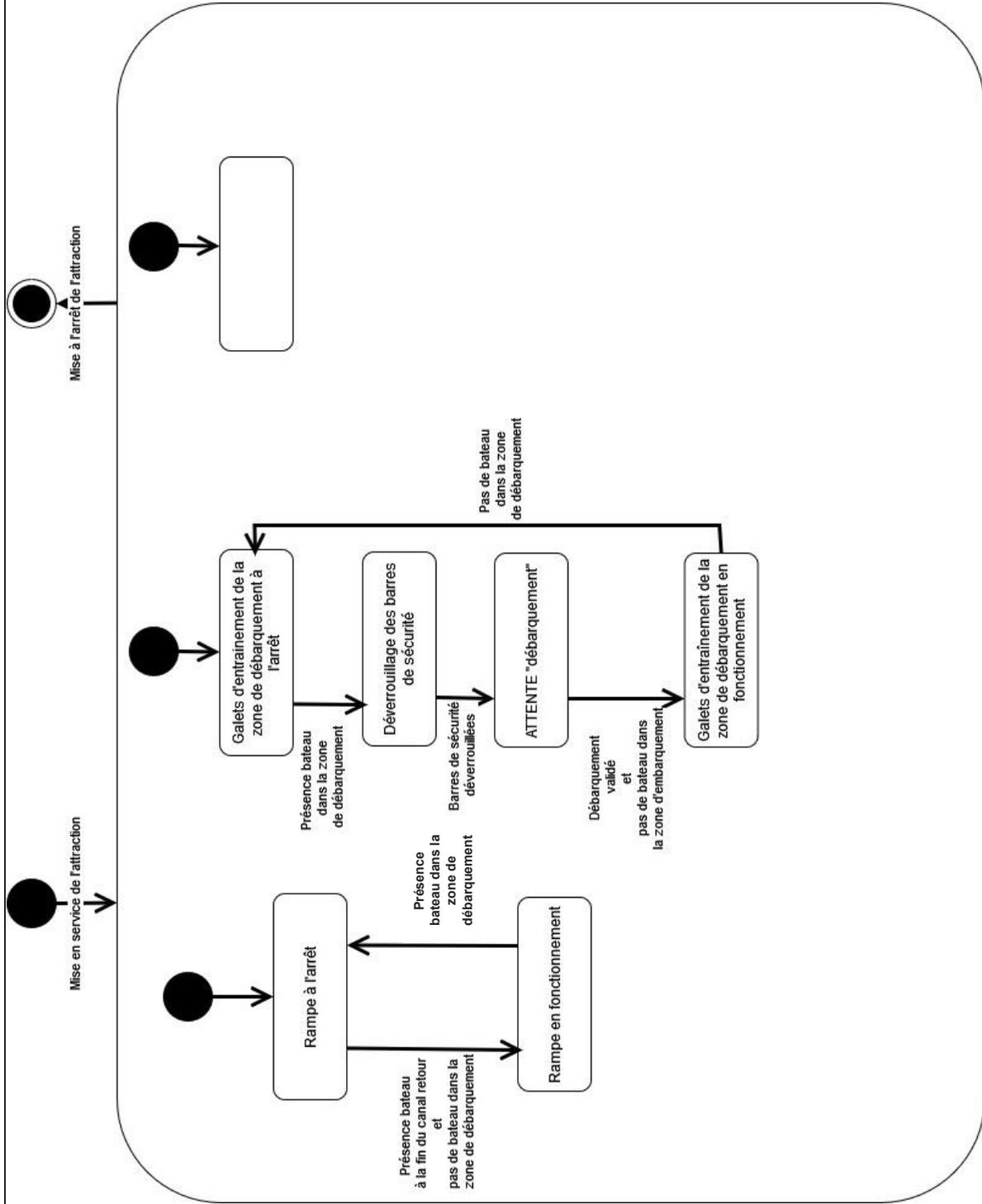
Tableau avec les moyennes mensuelles du rayonnement global en MJ/m²/jour pour le site du PAL :

Mois	Rayonnement global (MJ·m ⁻² ·jour ⁻¹)
Janvier	5,0
Février	8,0
Mars	12,0
Avril	15,0
Mai	18,0
Juin	20,0
Juillet	22,0
Août	20,0
Septembre	15,0
Octobre	10,0
Novembre	6,0
Décembre	4,0

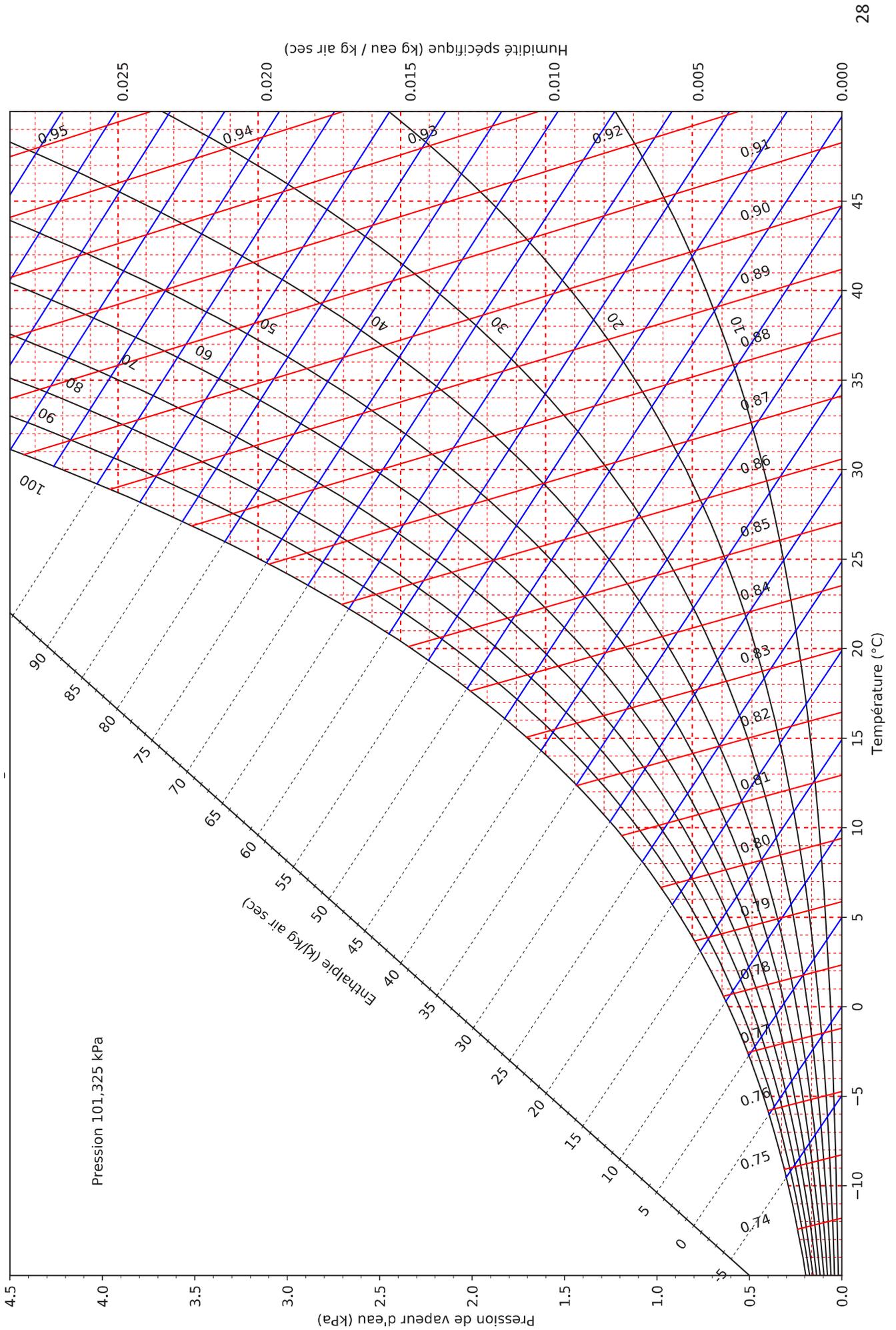
Mois et année	Moyennes températures °C
janvier - 23	5,0
février - 23	5,5
mars - 23	9,0
avril - 23	10,4
mai - 23	15,1
juin - 23	20,8
juillet - 23	21,1
août - 23	21,8
septembre - 23	21,1
octobre - 23	15,4
novembre - 23	8,7
décembre - 23	6,5
janvier - 24	4,7
février - 24	8,3
mars - 24	9,8
avril - 24	11,4
mai - 24	14,5
juin - 24	18,2
juillet - 24	18,0

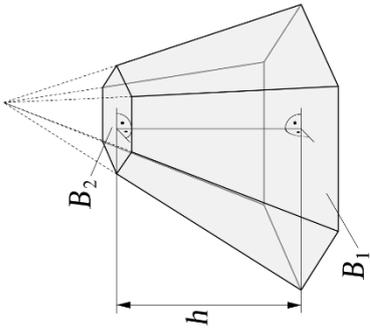


DR2 – Diagramme d'état



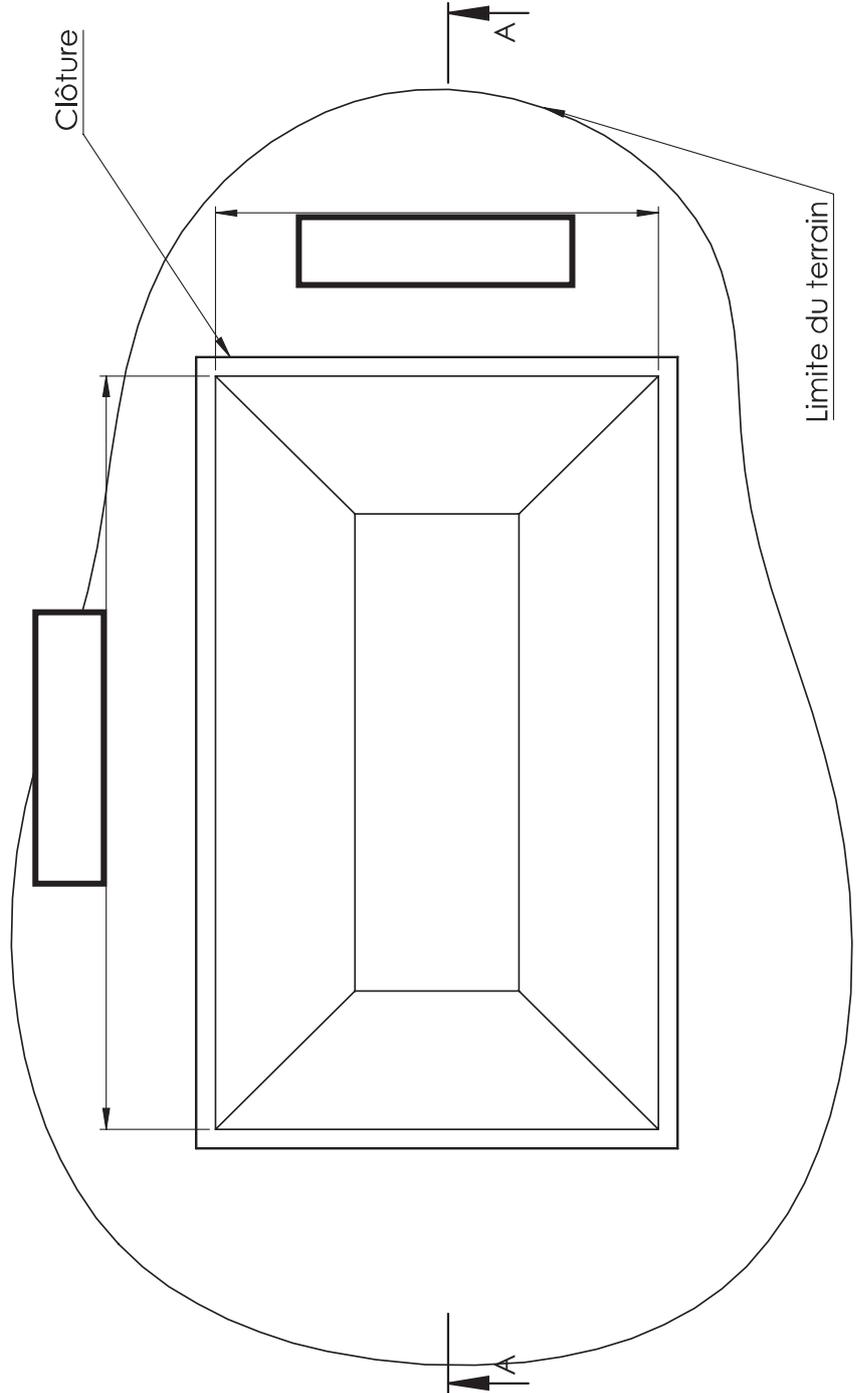
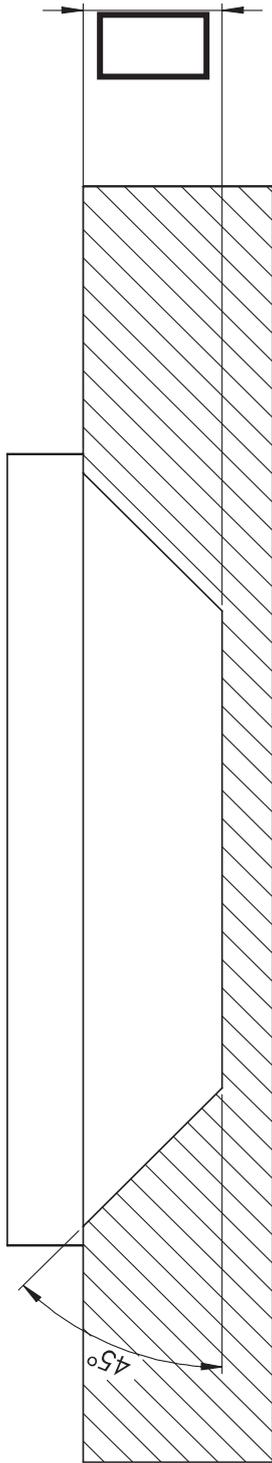
DR3 - Diagramme de l'air humide (pour une pression et altitude correspondant au PAL)





Rappel volume tronç de cône :
 $V = \frac{h}{3} \times (B_1 + \sqrt{B_1 \times B_2} + B_2)$

Justification :



Architecture et Construction

Construction du FJORD EXPLORER



Présentation de l'étude et questionnaire

pages 31 à 34

Documents techniques DTS1 à DTS9

pages 35 à 43

Documents Réponses DRS1 à DRS2

pages 44 à 46

Mise en situation

L'attraction FJORD EXPLORER a été imaginé pour être construite sur une zone périphérique du site actuel. Une étude approfondie du site a été nécessaire pour concilier sécurité, résistance et un moindre impact écologique.

Ce sujet aborde différents aspects relatifs à la phase de conception et de réalisation :

- **partie A** - Les semelles de la structure sont-elles correctement dimensionnées ?
- **partie B** - Comment optimiser les performances thermiques du local technique ?

Travail demandé

Partie A. Les semelles de la structure sont-elles correctement dimensionnées ?

Objectif : *La sécurité et la fiabilité d'une attraction sont les priorités dans la conception et la mise en œuvre. Dans cette partie, l'objectif est de valider le choix des dimensions des semelles qui assurent la stabilité de l'attraction.*

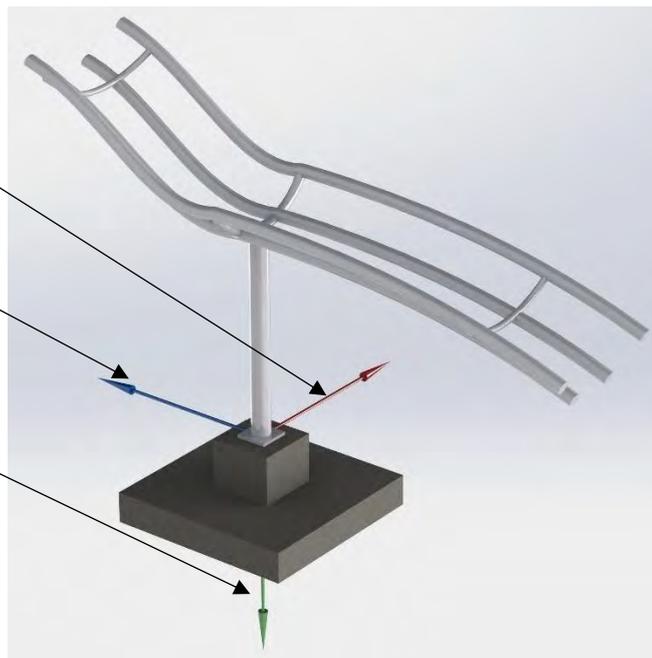
Des calculs, des simulations ainsi que des essais sont systématiquement réalisés dans toute la chaîne de construction. Hormis les charges permanentes G , les charges d'exploitation Q ne peuvent pas être négligées vu les efforts dus aux fortes accélérations du bateau sur les rails. La dimension de la structure implique aussi des charges climatiques dues aux vents W . Dans d'autres cas il serait nécessaire de prendre en compte les charges climatiques dues à la neige, les fortes rafales ainsi que les éventuelles charges dues aux tremblements de terre, mais dans ces 3 cas l'attraction n'est pas exploitée et les charges qui entrent en jeu sont inférieures à celles de son exploitation. Les charges dues aux changements de températures ont elles aussi été calculées mais négligées ici.

Rappel : l'Etat Limite Ultime, $ELU = 1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot W$

Les efforts dynamiques et statiques sont transmis aux semelles, (**voir DTS1 – Numérotation des semelles**). Un logiciel de calcul a permis de déterminer les efforts sur chacune d'elles pour tous les types de charges. Les moments ne seront pas pris en compte car faibles vis-à-vis des autres efforts.

Sur le document **DTS3 – Résultats simulations charges dynamiques**, les efforts les plus significatifs pour chaque semelle ont été relevés (en rouge les 10 plus haut et en vert les 10 plus bas) :

- P_y caractérise l'effort horizontal sur la semelle perpendiculairement au rail.
- P_x caractérise l'effort horizontal sur la semelle dans le même axe que le rail
- P_z caractérise charge verticale, une valeur positive indique une charge vers le sol



Question 25. **Indiquer**, d'après le tableau **DTS3 – Résultats simulations charges dynamiques** fourni, quelles sont les 2 semelles sur lesquelles s'exercent les efforts en \vec{z} les plus importants puis **calculer** leurs charges maximales à l'ELU.

Question 26. **Localiser** sur le **DTS5 – Étude de sol plan de sondage** le sondage à prendre en compte pour vérifier la capacité du sol à supporter les efforts.

L'étude géologique a permis d'établir les conclusions suivantes :

- la profondeur minimale d'assise sera de 2,5 m par rapport à la surface topographique sur l'ensemble des sondages ;
- pour le dimensionnement des fondations, le taux de travail admissible "qELS" sous la fondation est de 1/15 de la résistance dynamique (au pénétromètre) ;
- la contrainte admissible de butée latérale, pour les charges Ultimes, est égale à $K_f = 0,32 / 2 = 0,16$ MPa.

Question 27. **Déterminer**, à la profondeur des fondations préconisée, la résistance du sol d'après les 2 documents fournis dans le **DTS4 – Étude de sols**.

Suite à l'ensemble des tests sur le site et pour plus de sécurité, la résistance du sol sur le site est estimée à 0,15 MPa. La masse volumique du béton utilisé est $2\,500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, le gros béton lui a une masse volumique de $2\,200 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

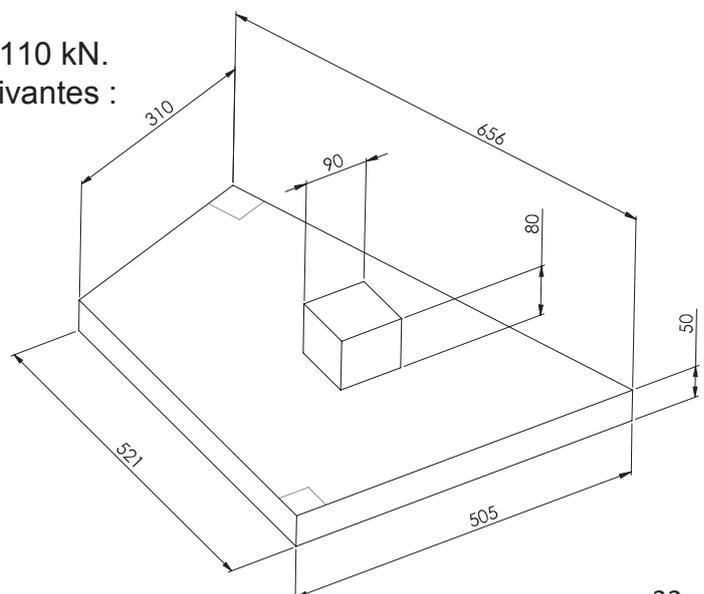
À l'aide des documents **DTS1 – Numérotation des semelles**, **DTS2a – Dimensions semelles**, **DTS2b – Dimensions semelles** et **DTS3 – Résultats simulations charges dynamiques**, nous allons étudier la semelle K04a, dans l'ELU Max. La fixation des platines de fixations (des poteaux) est au niveau 0 du terrain naturel d'origine.

Question 28. **Calculer** les efforts verticaux de pressions exercés au niveau du sol en tenant compte de toutes les charges qui s'y exercent et **valider** la bonne résistance du sol.

Question 29. Les charges dynamiques engendrent des efforts verticaux vers le haut. D'après le tableau, **DTS3 – Résultats simulations charges dynamiques** **préciser** les 3 semelles qui subissent ces plus gros efforts.

Pour la semelle K19b la charge ELU est : -110 kN.

La semelle a la forme et les dimensions suivantes :



Question 30. **Vérifier** la stabilité de la semelle et **conclure** sur l'équilibre.

Le document **DTS1 – Numérotation des semelles**, met en évidence le fait que les semelles supportant une charge négative ont été fusionnées avec les semelles voisines.

Question 31. **Indiquer** quels sont les intérêts de ce choix technologique.

Sur le tableau récapitulatif des efforts exercés sur les semelles (**DTS3 – Résultats simulations charges dynamiques**), sont recensés les efforts dans le plan horizontal.

Question 32. **Relever** :

- la semelle subissant la plus grande poussée axiale à la trajectoire ;
- la semelle subissant la plus grande poussée perpendiculaire à la trajectoire. Puis, pour chacune d'elles **vérifier** la résistance du sol.

Partie B. Comment optimiser les performances thermiques du local technique ?

Objectif : le local technique contient, en plus des systèmes de protection électriques, toutes les commandes de puissance. Ces systèmes, pour assurer leur pérennité, doivent être maintenus à une température inférieure à 25°C. Ce local comporte des éléments qui produisent de la chaleur par leur fonctionnement ainsi que par les transferts thermiques avec le milieu extérieur. Cette pré-étude permettra de valider les choix technologiques faits vis-à-vis des performances thermiques et de l'impact environnemental.

Le local technique est semi-enterré et intégré dans le local d'entretien (**DTS6 – Plan local technique**, **DTS7 – Résistances superficielles**, **DTS8 – Principales conductivités thermiques de matériaux** et **DRS1a/b – Flux thermiques**). Dans un premier temps, il s'agit de vérifier l'opportunité ou non de mettre un isolant sur les parties semi-enterrées.

Hypothèses

Dans cette étude, la conduction thermique, l'inertie thermique du béton et les ponts thermiques ne sont pas pris en compte. Les parties extérieures comportent un bardage. Côté local d'entretien, on considère que les 2 dalles sont au même niveau (pas de pont thermique avec paroi et pas de contact avec le terrain). Ces simplifications permettent d'avoir une première idée sur l'opportunité d'un calcul plus approfondi.

- Température air extérieur maximale : 37 °C ;
- Température air local entretien maximale : 35 °C ;
- Température terrain : 15 °C ;
- Face A, B et C partiellement hors sol (béton 20 cm, 13 cm laine de roche, 13 mm de plaque de plâtre « coupe-feu ») ;
- Face D en contact toute hauteur avec le local entretien (on néglige le décalage de 40 cm) béton (20 cm) sans isolant et porte coupe-feu 1/2h, 1 m × 2,1 m ($U_d = 1,4 \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$) ;
- Face E (sol), béton armé 20 cm ;

- Face F plafond coupe-feu 1h (2 × 13 mm de plaque de plâtre « coupe-feu » et 20 cm de laine de roche déroulée) ;
- Lorsqu'elles existent, les résistances thermiques superficielles d'échanges (dues à un phénomène localisé de convection) R_{si} et R_{se} ne sont pas négligées.

Rappel : Pour les parties en contact avec le sol il n'y a pas de R_s car pas de phénomène de convection.

Question 33. **Calculer** les résistances thermiques des parois D, E et F, **reporter** les résultats sur le **DRS2 – Résultats de calcul**.

Question 34. **En déduire** les flux de chaleurs entrants et sortants sur 3 parois, **reporter** les résultats sur le **DRS2 – Résultats de calcul**. Sur le document **DRS1a/b – Flux thermiques**, **indiquer** à l'aide d'une flèche le sens du flux de chaleur dans chaque paroi (**indiquer** sur **DRS1a/b – Flux thermiques** les températures de part et d'autre de la paroi).

Pour les questions qui suivent, on pourra décomposer les faces en Ab et Ah, Bb, Bh, Cb et Ch pour différencier les zones basses dans le sol et les zones hautes en contact avec l'air extérieur.

Question 35. **Calculer** les résistances thermiques pour les parois A, B et C, puis **reporter** les résultats sur le **DRS2 – Résultats de calcul**. **En déduire** les flux thermiques sur ces parois. **Schématiser** les flux thermiques sur le document **DRS1a/b – Flux thermiques** par une flèche en respectant le sens du flux de chaleur (**indiquer** sur **DRS1a/b – Flux thermiques** les températures de part et d'autre de la paroi).

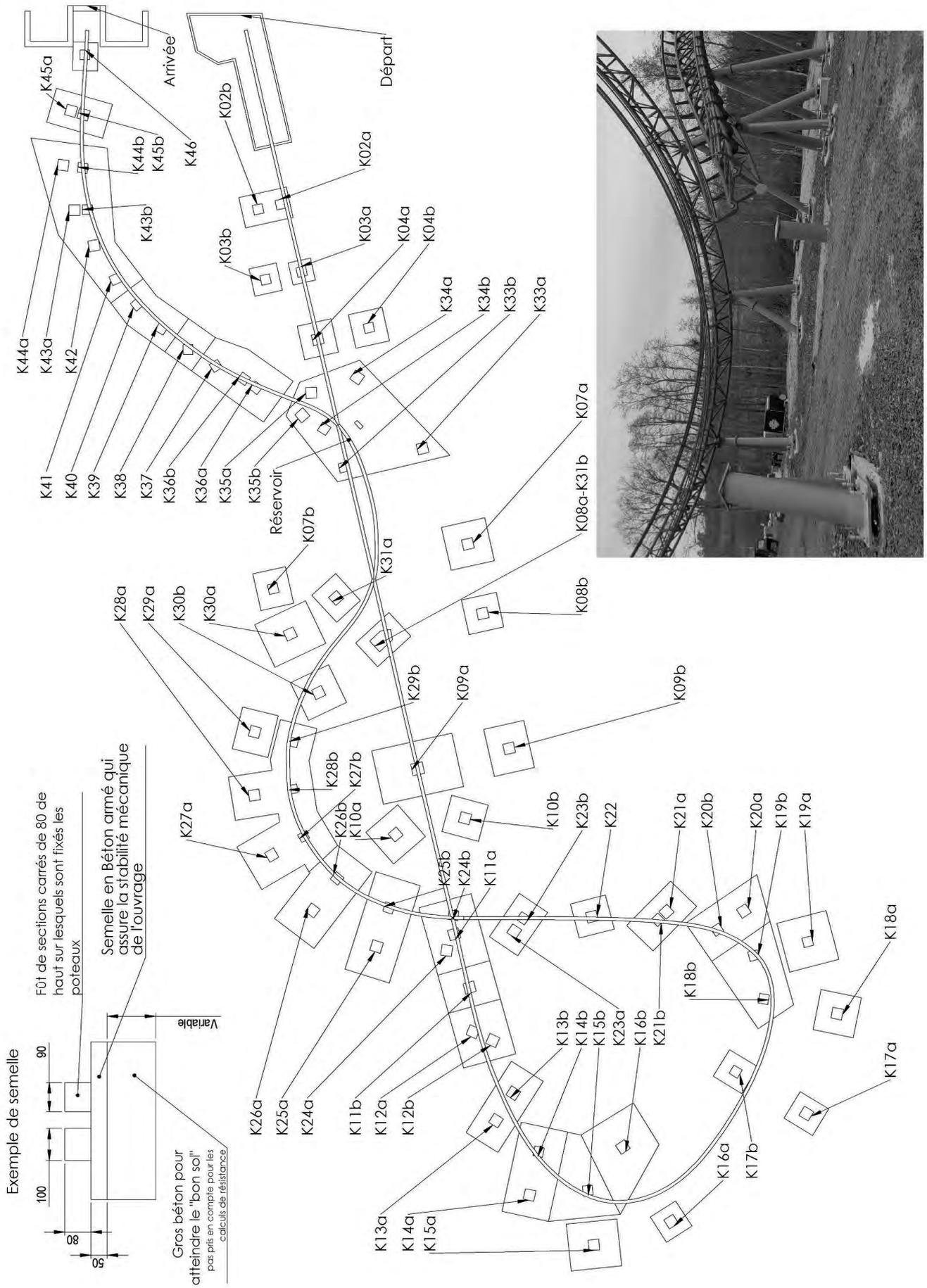
Question 36. **Faire le bilan** de tous les flux de chaleurs. **Préciser** si le local dissipe de la chaleur ou s'il en reçoit de l'extérieur. **Reporter** les résultats sur le **DRS2 – Résultats de calcul**.

Question 37. On considère maintenant le cas où il n'y a pas d'isolant, ni de plaque de plâtre sur les parois A, B et C. **Calculer** les flux de chaleur dans cette nouvelle configuration. **Reporter** les résultats sur le document **DRS2 – Résultats de calcul**.

Les appareils électriques dans le local technique produisent de la chaleur par leur fonctionnement. L'énergie dissipée est équivalente à un chauffage de 4,2 kW.

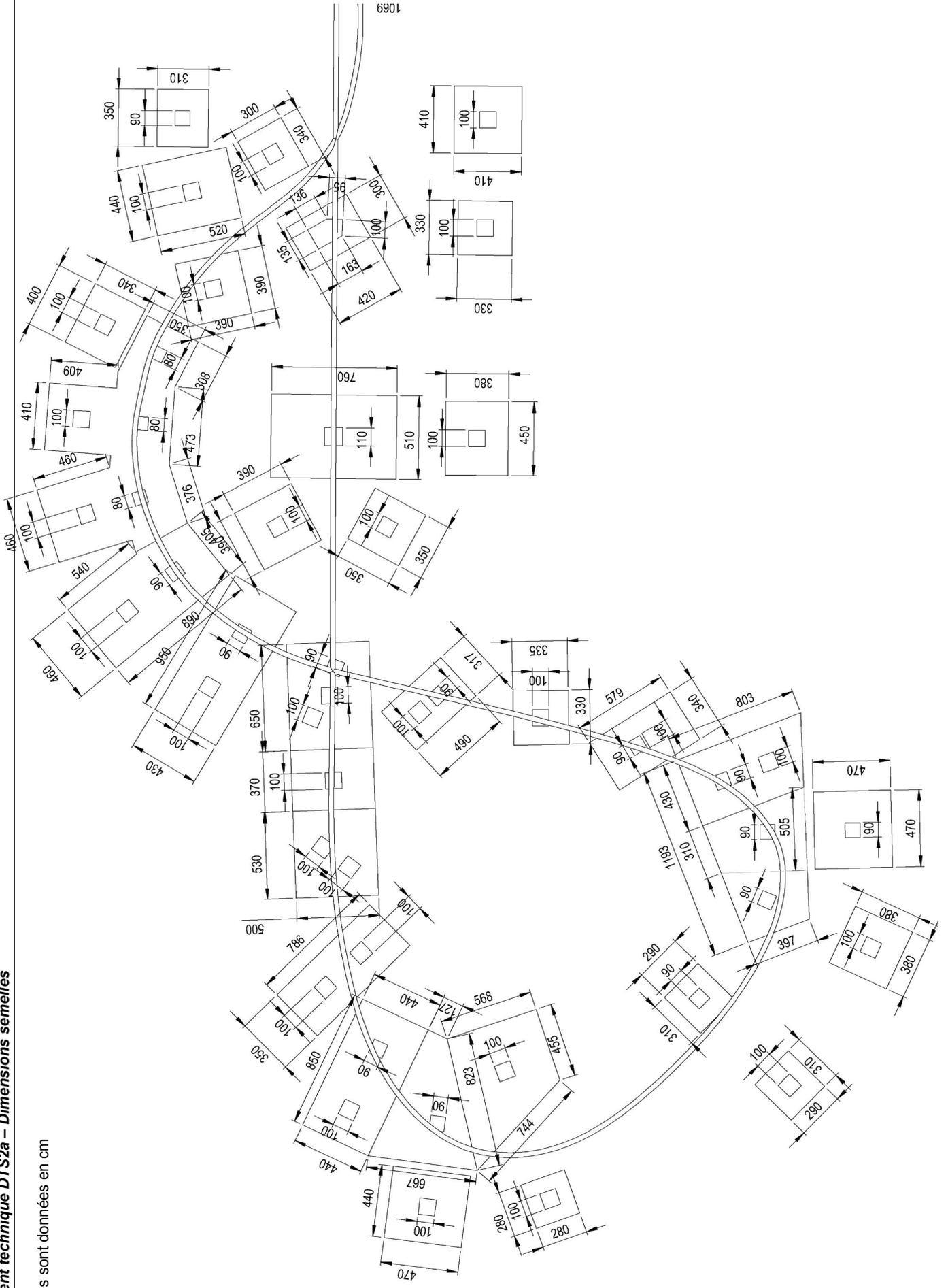
Question 38. **Conclure** si le local technique peut être maintenu à une température de 25 °C. Le cas échéant, **indiquer** à l'aide du document **DTS9 – Pompe à chaleur** la référence exacte du matériel nécessaire pour maintenir la température inférieure à 25 °C.

Question 39. Pour éviter de consommer de l'énergie pour abaisser la température du local technique, **proposer** une meilleure répartition des isolants. Calculer la nouvelle dissipation thermique. **Reporter** les résultats sur le **DRS2 – Résultats de calcul**.



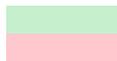
Document technique DTS2a – Dimensions semelles

Les côtes sont données en cm



Document technique DTS3 – Résultats simulations charges dynamiques

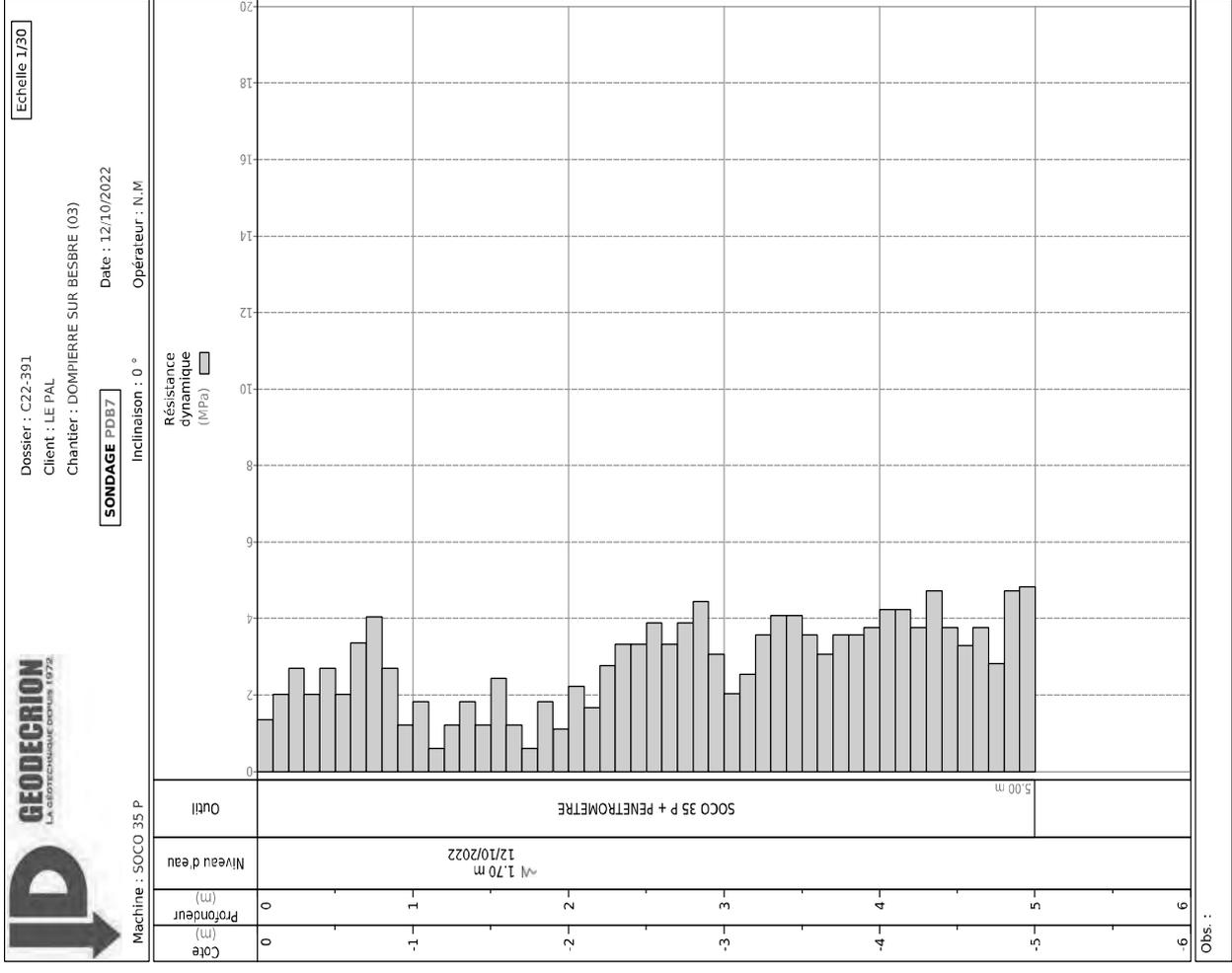
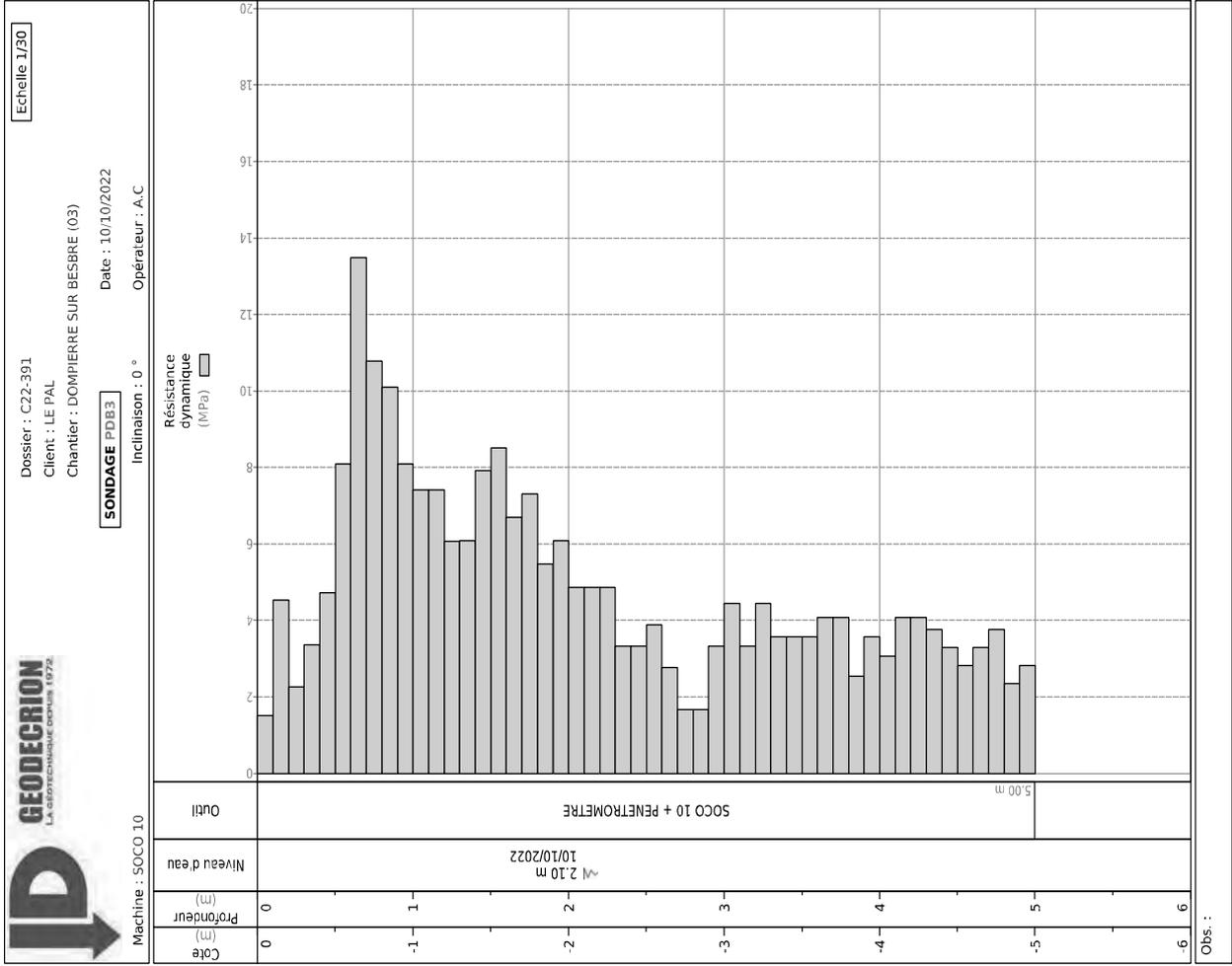
Colonne	Charge permanente (G)			Charge dynamique Max (Q)			Charge dynamique Min (Q)			Charge climatique (W)			TOTAL charges horizontales	
	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Px [kN]	Py [kN]
K01	-0,5	-1,22	28,74	0,24	0,21	21,38	-0,4	-0,18	-3,4	1,73	5,85	5,51	1,47	4,84
K02 a	-0,28	-1,94	56,85	0,07	0,32	27,92	-0,12	-0,08	-0,23	1,33	1,28	28,6	1,12	-0,34
K02 b	0,28	1,43	-3,29	0,06	0,59	2,44	-0,02	-1,01	-1,33	0,28	10,68	23,07	0,62	12,7
K03 a	-0,12	-1,14	48,41	0,01	0,17	24,83	-0,03	-0,06	-1,06	1,56	0,79	33,64	1,45	-0,18
K03 b	0,12	-1,5	5,01	0,01	0,41	3,29	-0,01	-1,13	-1,18	0,72	11,52	30,26	0,85	10,43
K04 a	47,43	-2,59	183,59	12,14	0,06	35,17	-0,33	-2,59	-1,66	8,57	2,48	70,74	68,14	-0,05
K04 b	9,42	7,83	38,24	2,62	1,12	4,51	-0,12	-0,08	-0,28	9,58	27,03	74,9	21,62	35,98
K07 a	-0,13	32,29	98,59	0,53	8,68	19,86	-0,55	-1,77	-4,26	2,76	25,23	61,35	3,16	66,2
K07 b	0,42	-25,15	81,35	0,33	1,23	15,7	-0,33	-5,68	-3,05	2,95	17,36	39,01	3,7	-6,56
K08 a	-0,04	-0,5	80,23	0,04	0,04	28,34	-0,02	-0,11	-5,56	3,44	3,47	19,9	3,44	3,01
K08 b	-0,13	1,94	19,04	0,01	3,1	8,94	-0,03	-0,7	-2	3,15	11,33	21,69	3,03	16,37
K09 a	0,04	-0,73	64,71	0,23	0,11	27,92	-0,1	-0,12	-5,06	4,58	3,85	40,58	4,85	3,23
K09 b	0,03	0,36	13,68	0,09	3,91	10,77	-0,03	-3,51	-9,67	3,23	20,2	45,64	3,35	24,47
K10 a	-0,12	-16,63	32,29	0,15	0,88	21,85	-0,19	-15,08	-1,35	1,2	17,15	24,56	1,23	1,4
K10 b	-0,06	14,27	26,11	0,15	15,35	22,96	-0,06	-2,49	-3,75	1,02	15,41	22,39	1,11	45,03
K11 a	-0,35	-10,82	18,05	0,31	5,71	82,6	-0,37	-39,14	-12,84	1,53	7,54	18,45	1,49	2,43
K11 b	-0,36	32,9	62,67	0,26	7,11	13	-0,37	-4,38	-8	1,06	17,46	30,93	0,96	57,47
K12 a	-5,59	-6,12	32,29	3,67	3,21	93,72	-1,99	-19,13	-14,4	3,66	5,73	27,53	1,74	2,82
K12 b	-1,69	9,36	19,92	1,06	3,26	8,4	-0,73	-4,6	-8,69	1,18	11,47	19,69	0,55	24,09
K13 a	-1,73	-13,94	34,5	1,99	7,94	88,7	-1,43	-36,54	-19,07	2,9	7,44	18,56	3,16	1,44
K13 b	-0,83	0,89	4,43	0,83	2,55	8,49	-0,86	-3,47	-5,85	1,76	5,37	8,94	1,76	8,81
K14 a	0,01	-17,01	31,12	1,29	4,29	87,13	-0,36	-50,45	-7,95	1,61	16,53	29,76	2,91	3,81
K14 b	-0,43	1,57	9,71	0,57	1,18	4,79	-0,59	-4,31	-16,24	1,9	6,27	23,19	2,04	9,02
K15 a	0,31	-14,82	43,84	0,84	4,76	97,43	-0,22	-35,72	-13,6	1,94	14,92	39,51	3,09	4,86
K15 b	-0,09	-1,08	-1,57	0,34	2,26	13,22	-0,21	-10,73	-59,63	1,64	8,25	43,73	1,89	9,43
K16 a	0,46	-7,08	62,45	0,34	1,24	58,18	-0,18	-5,67	-13,44	2,83	5,39	30,56	3,63	-0,45
K16 b	-0,08	-5,98	-7,45	0,22	7	15,87	-0,09	-24,4	-55,23	1,68	16,85	34,38	1,82	17,87
K17 a	-0,34	-10,33	43,9	0,17	3,12	26,52	-0,24	-7,06	-13,05	2,94	14	43,05	2,77	6,79
K17 b	-0,04	1,42	15,26	0,12	3,33	19,82	-0,12	-3,81	-21,76	2,1	9,55	43,66	2,18	14,3
K18 a	-0,31	-8,72	29,35	0,13	3,94	64,81	-0,26	-23,54	-11,79	2,32	8,83	19,72	2,14	4,05
K18 b	-0,07	0,46	7,44	0,15	2,86	17,15	-0,37	-9,31	-52,75	1,76	5,86	26,62	1,84	9,18
K19 a	-0,48	-15,39	36,37	0,24	8,14	108,98	-0,92	-50,63	-18,34	1,74	14,49	30,14	1,5	7,24
K19 b	-0,28	-0,68	-0,13	0,35	3,34	19,87	-0,69	-12,76	-71,63	1,66	6,62	34,97	1,73	9,28
K20 a	-0,66	-14,08	25,22	0,36	6,7	88,88	-1,71	-51,93	-12,28	1,47	13,23	23,52	1,17	5,85
K20 b	-0,94	0,67	9,97	0,97	1,44	8,12	-1,74	-6,02	-28,4	2,95	3,65	18,95	2,98	5,76
K21 a	-2,08	-5,68	14,41	1,65	3,29	65,85	-2,82	-32,52	-5,52	5,16	1,66	2,67	4,73	-0,73
K21 b	-2,62	2,98	21,7	3,42	1,74	27,2	-4,27	-5,32	-11,92	11,31	2,68	9,12	12,11	7,4
K22	-2,56	-2,62	33,36	5,79	3,51	87,07	-4,99	-11,37	-5,82	14,18	9,04	1,5	17,41	9,93
K23 a	0,34	5,81	15,05	0,68	6,22	12,21	-0,62	-3,06	-7,65	1,77	0,55	0,87	2,79	12,58
K23 b	-0,13	-1,77	16,51	1,18	1,57	27,48	-1,31	-3,29	-9,99	3,56	0,33	0,77	4,61	0,13
K24 a	0,11	5,32	10,96	0,57	18,87	44,46	-0,35	-5,29	-11,99	1,01	8,32	18,43	1,69	32,51
K24 b	-0,12	-2,29	12,83	0,41	7,59	8,88	-0,61	-2,1	-30,89	1,08	5,2	18,84	1,37	10,5
K25 a	0,11	7,07	15,99	1,33	39,27	86,61	-0,59	-5,37	-12,67	1,1	11,58	24,26	2,54	57,92
K25 b	-0,02	-0,99	10,59	0,26	11,67	15,9	-0,36	-2,59	-66,89	1,02	5,07	26,09	1,26	15,75
K26 a	-0,12	9,9	21,87	1,09	50,95	108,88	-0,56	-6,67	-15,09	1,31	10,05	20,53	2,28	70,9
K26 b	-0,01	-0,46	7,91	0,84	13,5	15,59	-0,43	-2,64	-72,92	1,3	4,35	21,49	2,13	17,39
K27 a	-0,12	9,24	20,45	0,95	48,15	101,96	-0,89	-6,25	-13,92	1,53	8,53	17,02	2,36	65,92
K27 b	-0,04	-0,46	7,65	1,12	11,06	12,11	-0,7	-2,1	-57,09	1,72	3,32	15,48	2,8	13,92
K28 a	-0,03	8,42	18,57	1	49,01	104,34	-1,21	-5,81	-13,17	1,99	7,46	15,15	2,96	64,89
K28 b	-0,08	-1,17	8,1	1,02	14,18	10,69	-0,85	-2,78	-49,48	1,88	3,98	13,13	2,82	16,99
K29 a	0,19	10,59	23,09	2,02	54,59	117,28	-1,01	-9,55	-20,94	2,27	10	21,04	4,48	75,18
K29 b	0,19	-1,82	10,91	0,86	13,97	11,4	-0,91	-3,06	-49,29	1,91	4,59	15,6	2,96	16,74
K30 a	0,22	13,32	25,08	0,57	49,04	85,89	-0,65	-6,57	-11,1	1,97	6,82	11,15	2,76	69,18
K30 b	0,13	-5,38	18,33	0,78	9,32	7,69	-0,65	-2,67	-25,62	1,64	4,29	10,3	2,55	8,23
K31 a	-0,01	6,01	24,12	0,31	10,2	37,33	-0,9	-3,62	-15,77	1,95	7,41	25,34	2,25	23,62
K31 b	-1,5	-11,59	36,05	0,66	3,17	29,35	-1,67	-10,16	-9,08	1,99	10,35	26,72	1,15	1,93
K33 a	-0,23	-6,13	27,91	0,22	1,05	26,49	-0,21	-6,77	-4,68	2,46	9,66	26,86	2,45	4,58
K33 b	0,02	1,91	17,17	0,12	1,61	9,77	-0,19	-4,38	-25,41	2,05	6,42	28,07	2,19	9,94
K34 a	0,3	-8,75	28,11	1,51	5,17	46,02	-0,36	-16,61	-15,2	1,38	12,43	32,23	3,19	8,85
K34 b	0,4	2,75	19,86	0,67	2,38	14,36	-0,7	-4,15	-25,27	1,78	7,07	36,73	2,85	12,2
K35 a	-0,39	-6,95	13,79	0,66	5,23	42,88	-0,59	-30,46	-7,1	0,43	5,6	8,31	0,7	3,88
K35 b	0,11	7,54	13,67	1,02	28,64	42,5	-0,26	-6,62	-10,49	0,31	4,16	6,52	1,44	40,34
K36 a	-0,21	1,82	2,78	0,54	29,02	47,2	-0,11	-5,76	-9,7	0,55	2,97	5,8	0,88	33,81
K36 b	-0,84	-1,73	13,87	1,84	2,32	26,92	-2,66	-1,72	-14,58	1,31	2,62	15	2,31	3,21
K37	-2,96	0,08	14,63	6,49	28,44	71,31	-5,92	-6,06	-6,94	5,87	5,9	6,88	9,4	34,42
K38	-1,54	1,51	11,29	3,89	25,59	70,77	-2,78	-4,22	-4,71	4,27	2,1	3,2	6,62	29,2
K39	-1,46	1,9	10,88	4,68	29,34	71,59	-2,7	-2,4	-5,51	5,46	1,31	2,02	8,68	32,55
K40	-0,3	2,43	11,75	3,67	36,65	68,87	-4,21	-3,93	-5,58	4,3	1,72	0,87	7,67	40,8
K41	0,39	2,75	10,73	5,94	43,14	64,2	-3,47	-4,71	-8,02	2,9	1,97	0,21	9,23	47,86
K42	0,12	4,1	11,25	5,38	41,16	50,06	-4,22	-3,66	-7,77	1,24	1,71	0,11	6,74	46,97
K43 a	0,11	2,89	3,17	1,12	29,91	53,61	-2,34	-1,67	-2,97	0,28	1,61	2,71	1,51	34,41
K43 b	0,37	-0,24	8,22	1,63	6,74	2,77	-0,34	-0,53	-17,83	1,12	0,7	2,57	3,12	7,2
K44 a	0,32	3,89	5,2	0,89	20,08	42,09	-2,04	-1,67	-2,87	0,43	1,68	2,87	1,64	25,65
K44 b	0,31	-0,78	9,96	0,77	4,21	3,89	-0,13	-0,45	-29,94	0,62	0,72	3,23	1,7	4,15
K45 a	-0,06	1,5	2,17	0,77	8,86	20,26	-1,2	-1,1	-2,82	0,48	3,5	7,37	1,19	13,86
K45 b	0,78	-1,4	12,05	2,13	3,28	11,19	-0,32	-1,58	-20,04	0,81	1,69	8,14	3,72	3,57
K46	0,86	-0,5	17,71	2,63	2,57	14,16	-2,21	-1,88	-1,4	0,92	2,37	0,44	4,41	4,44
K47	3,45	-0,13	19,22	22,44	3,06	10,62	-8,67	-3,64	-0,97	3,64	7,6	1,05	29,53	10,53
K48	-6,15	-0,21	17,55	9,41	2,13	34,89	-10,41	-3,12	-1,88	2,17	1,34	0,14	5,43	3,26
K49	-2,74	0,13	11,11	5,67	1,07	50,05	-3,01	-1,21	-0,89	1,44	1,05	0,55	4,37	2,25
K50	-3,97	-0,04	4,92	2,82	1,6	35,56	-3,89	-1,47	-5,39	1,6	0,69	0,3	0,45	2,25



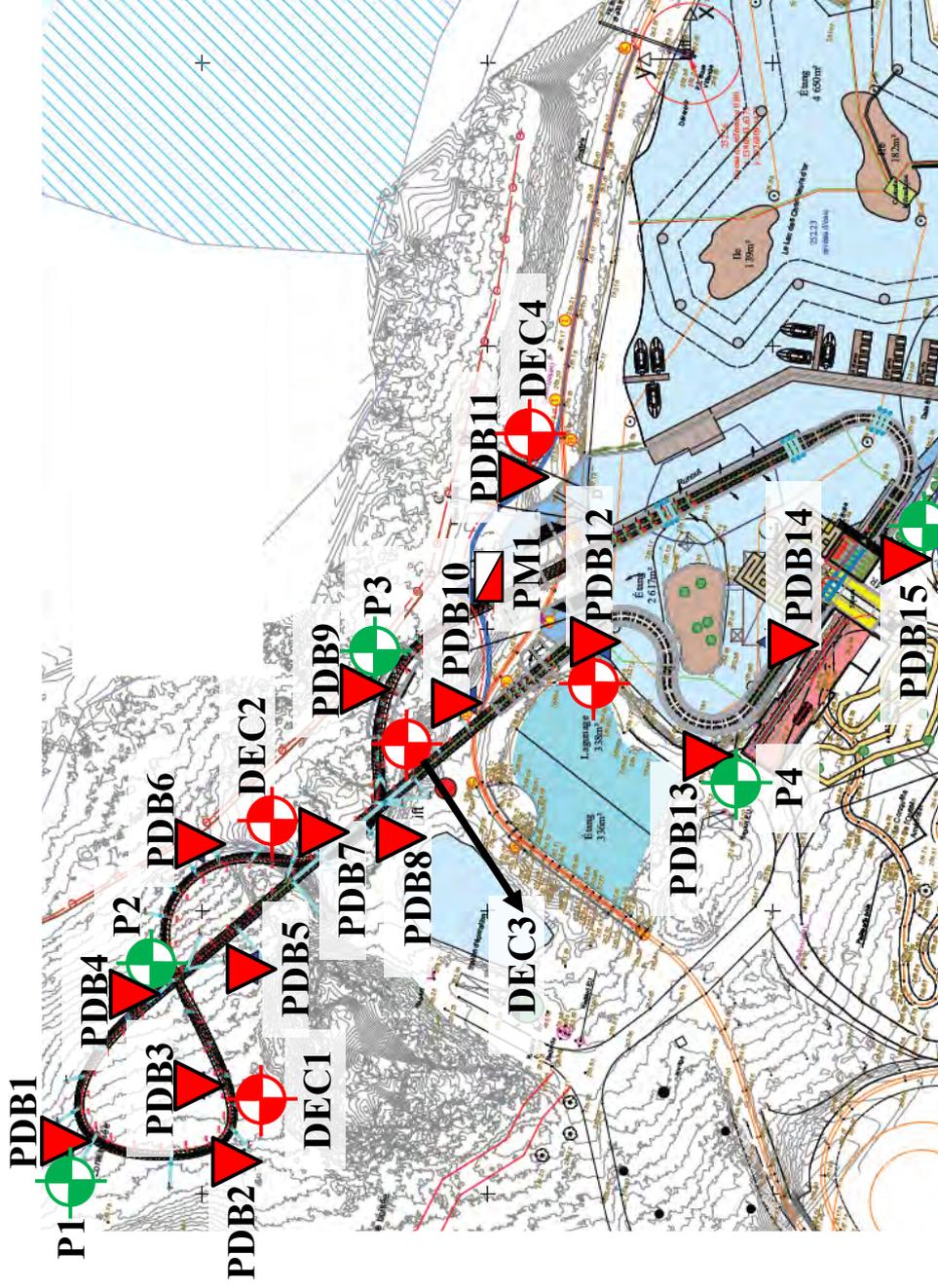
Les 10 valeurs les plus basses de colonne

Les 10 valeurs les plus hautes de la colonne

Document technique DTS4 – Étude de sols



Obs. :



LEGENDE

-  Sondage de reconnaissance avec essais au pressiomètre
-  Essai pénétrométrique
-  Sondages de reconnaissance à la tarière
-  Sondage de reconnaissance à la pelle mécanique

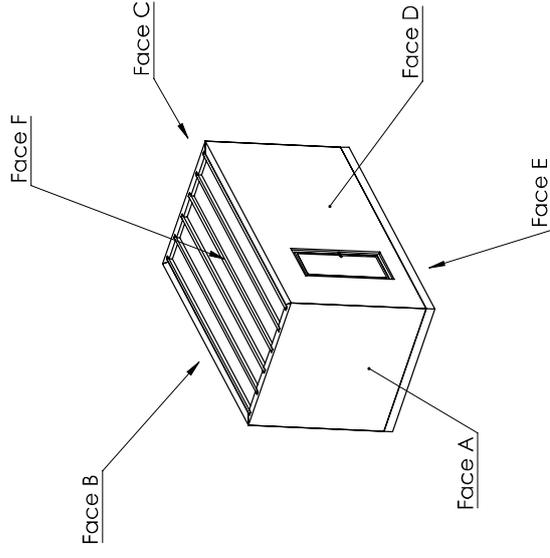
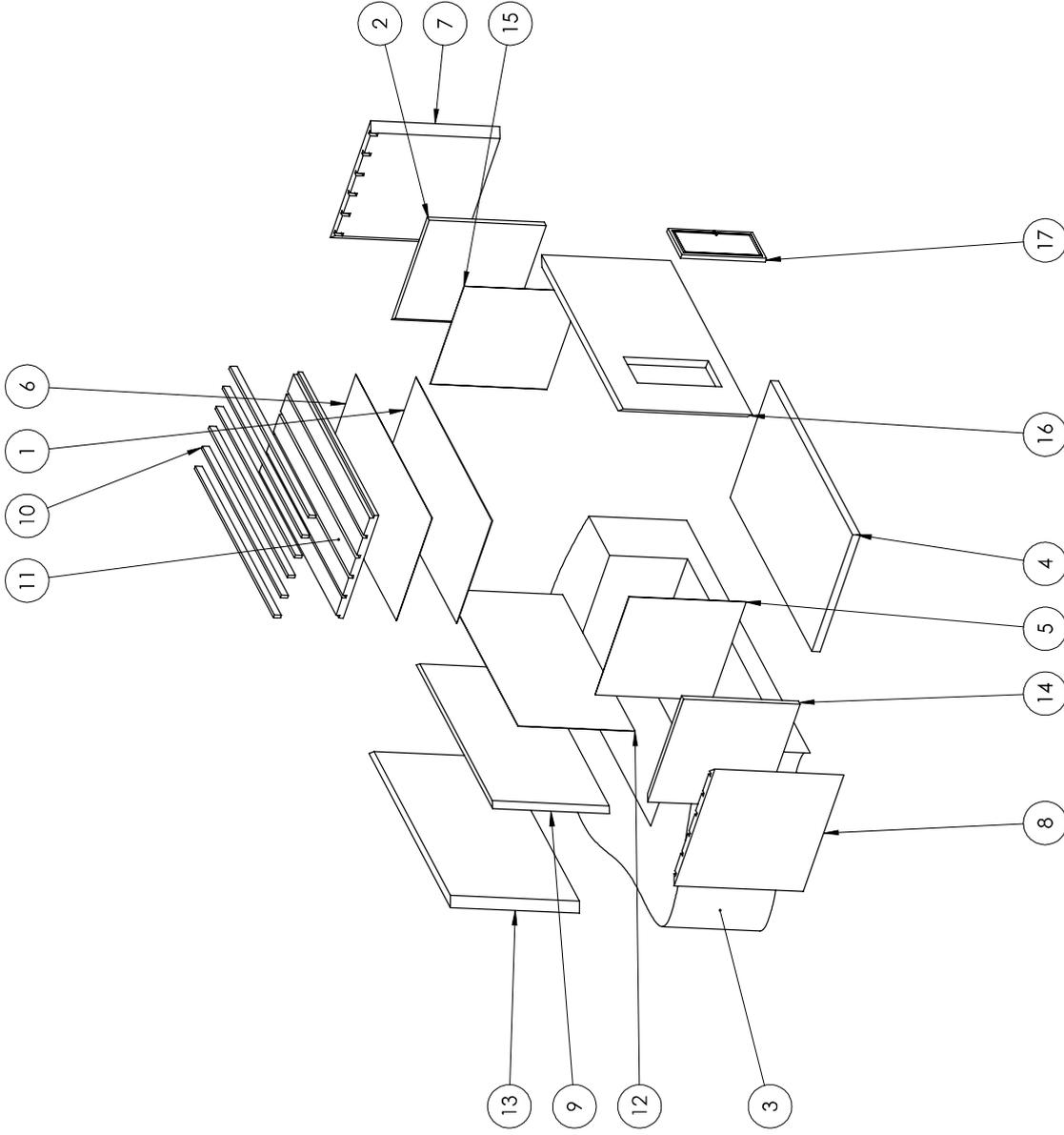
P5

C22-391 – DOMPIERRE SUR BESBRE (03)



Plan d'implantation des sondages

Document technique DTS6 – Plan local technique



No. ARTICLE	DESCRIPTION	QTE
1	Plaque de plâtre ép=13mm	1
2	Laine de roche ép=13cm	1
3	Terrain	1
4	Béton ép=20cm	1
5	Plaque de plâtre ép=13mm	1
6	Plaque de plâtre ép=13mm	1
7	Béton ép=20cm	1
8	Béton ép=20cm	1
9	Laine de roche ép=13cm	1
10	solive bois 178x78mm	6
11	Laine de roche ép=20cm	1
12	Plaque de plâtre ép=13mm	1
13	Béton ép=20cm	1
14	Laine de roche ép=13cm	1
15	Plaque de plâtre ép=13mm	1
16	Béton ép=20cm	1
17	Porte 1mx2.1m	1

Résistances thermiques d'échange superficiel

R_{si} : la résistance thermique d'échange d'une surface intérieure

R_{se} : la résistance thermique d'échange d'une surface extérieure

Valeurs normalisées R_{si} et R_{se}		R_{si} ($m^2 \cdot K/W$)	R_{se} ($m^2 \cdot K/W$)
Paroi verticale Flux de chaleur horizontal		0,13	0,04
Paroi horizontale Flux de chaleur vers le haut		0,13	0,04
Paroi horizontale Flux de chaleur vers le bas		0,17	0,04

Métaux	λ (W/m/K)	Matériaux (construction)	λ (W/m/K)	Gaz	λ (W/m/K)
Argent	420	Béton	1,8	Air	0,25
Cuivre	380	Eau	0,6	Argon	0,01772
Or	315	Plâtre	0,25	Krypton	0,0095
Aluminium	220	Béton cellulaire	0,09	Xénon	0,00569
Laiton	125	Polystyrène	0,04		
Fer	80	Laine de roche	0,044		
Acier	50	Laine de verre	0,044		
Plomb	35				

Mural Perfera

BLUEvolution



MURAL PERFERA

Issu de la gamme Bluevolution, le mural Perfera allie design, technologies et performances. Cette gamme complète (de 1,5 à 7,1 kW) est parfaitement adaptée aux exigences du résidentiel.

Des performances énergétiques exceptionnelles

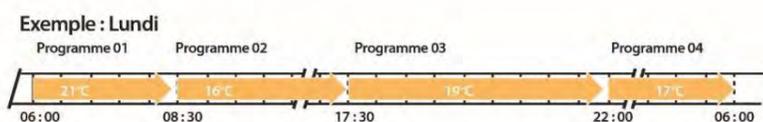
La gamme FTXM-N bénéficie de la technologie avancée Daikin lui permettant d'afficher des performances énergétiques parmi les plus élevées du marché pour un maximum d'économies, jusqu'à A+++ en froid et en chaud.

Économies d'énergie et confort optimisé

> 28 programmations hebdomadaires

Paramétrage du système sur 7 jours selon les besoins réels : hausse de quelques degrés au réveil, baisse globale pendant une absence, nouvelle hausse pendant la soirée... Cette fonction assure un confort parfait et des économies tout au long de la semaine.

+ Fonction copie de programme quotidien



> Mode de soufflage 3D

Cette fonction combine balayage automatique vertical et horizontal permettant la distribution du flux d'air froid ou chaud dans tous les coins de la pièce quelle que soit la superficie.



> Unité ultra silencieuse

Très bas niveaux sonores : 19 dB(A) en mode silence.

+ Carte Daikin Online Controller incluse de série pour un pilotage à distance de l'unité. Plage de fonctionnement élargi : jusqu'à -20°C en chauffage et +50°C en rafraîchissement. Fluide R-32 : potentiel de réchauffement planétaire limité et réduit de 68 % par rapport au R-410A.

La gamme Perfera au R-410A (FTXS / RXS) est disponible jusqu'à épuisement des stocks. L'arrêt de la production est prévu pour l'été 2020. Veuillez consulter nos équipes commerciales pour vos chiffrages.

CTXM-N / FTXM-N / RXM-N(9)

Unité murale



FTXM20-42N



RXM35N9



Incluse BRC073

* Carte Daikin Online Controller incluse.
** Nous consulter pour la faisabilité de votre projet.

Pompe à chaleur réversible Inverter R-32

perfera

Unité intérieure			CTXM15N	FTXM20N	FTXM25N	FTXM35N	FTXM42N	FTXM50N	FTXM60N	FTXM71N	
Puissance restituée	Froid	kW	1,3/2/2,6	1,3/2,5/3,2	1,4/3,5/4	1,7/4,2/5	1,7/5/6	1,9/6/7	2,3/7,1/8,5	2,3/7,1/8,5	
	Chaud	à +7°CBS ext kW	1,3/2,5/3,5	1,3/2,8/4,7	1,4/4/5,2	1,7/5,4/6	1,7/5,8/7,7	1,7/7/8	2,3/8,2/10,2	2,3/8,2/10,2	
	Chaud	à -5°CBS ext kW	-1,60/-	-1,79/-	-1,256/-	-1,345/-	-1,371/-	-1,448/-	-1,616/-	-1,616/-	
	Chaud	à -10°CBS ext kW	-1,136/-	-1,152/-	-1,217/-	-1,293/-	-1,315/-	-1,380/-	-1,524/-	-1,524/-	
Puissance absorbée	Froid	Nominal kW	0,44	0,56	0,8	0,97	1,36	1,77	2,12	2,12	
	Chaud	Nominal kW	0,5	0,56	0,99	1,31	1,45	1,94	2,25	2,25	
Efficacité saisonnière (selon la norme EN14825 Climat tempéré)	Froid	Label	A+++								
		Pdesign	2	2,5	3,4	4,2	5	6	7,1		
	SEER	8,65	8,65	8,65	7,86	7,41	6,9	6,2			
	Conso. éner. annuelle kWh	81	101	138	187	236	304	407			
Chaud	Label	A+++									
	Pdesign	2,3	2,4	2,5	4	4,6	A+	A			
SCOP	5,1	5,1	5,1	4,71	4,71	4,3	3,81				
Conso. éner. annuelle kWh	632	659	686	1189	1369	1498	2276				
Efficacité nominale	EER / COP ⁽¹⁾	Froid/chaud	4,57/5,00								
Dimensions	H x L x P	mm	294x811x272								
Poids de l'unité		kg	10								
Débit d'air	Froid	GV / MV / PV / Silence	666/474/360/264	666/474/360/264	666/486/372/264	738/498/384/276	756/570/426/276	966/852/696/486	1026/876/720/546	1056/900/750/606	
	Chaud	GV / MV / PV / Silence	648/522/390/318	648/522/390/318	648/522/408/318	648/540/426/318	780/624/426/318	1026/876/732/642	1062/936/756/672	1104/972/780/714	
Niveau de pression sonore	Froid	GV / MV / PV / Silence	41/33/25/21	41/33/25/19	41/33/25/19	43/33/29/19	45/39/30/21	44/40/36/27	46/42/37/30	47/43/38/32	
	Chaud	GV / MV / PV / Silence	39/34/26/22	39/34/26/20	39/34/27/20	39/35/28/20	45/39/29/21	43/39/34/31	45/41/36/33	46/42/37/34	
Puissance sonore	Froid	Nominal	57			58		60		60	

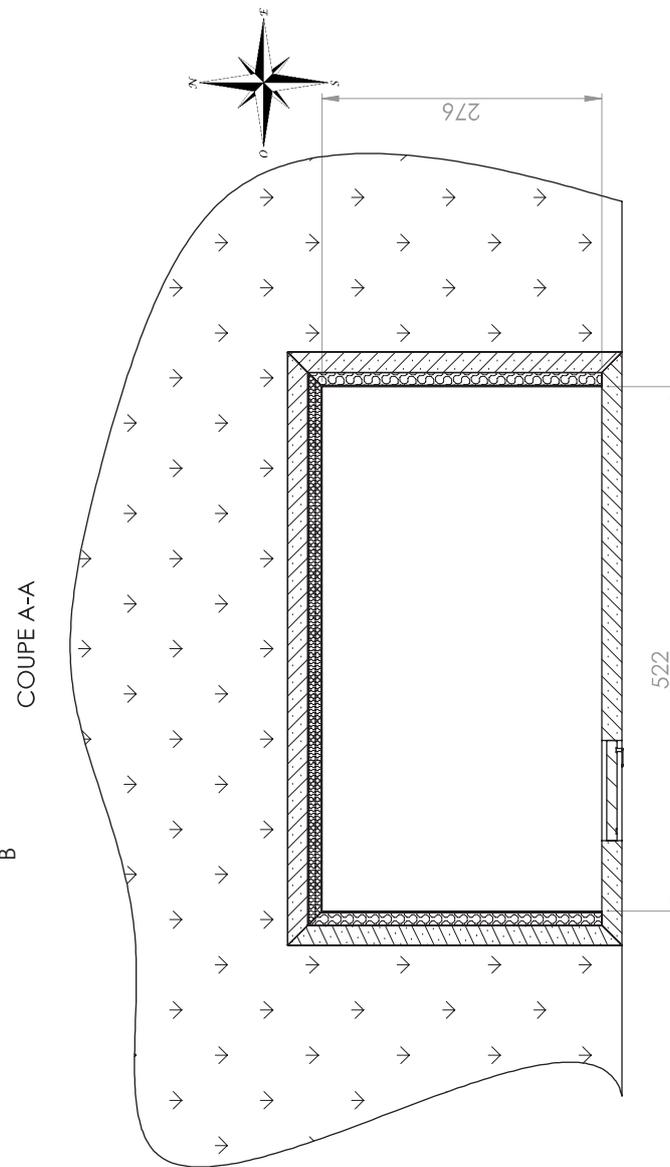
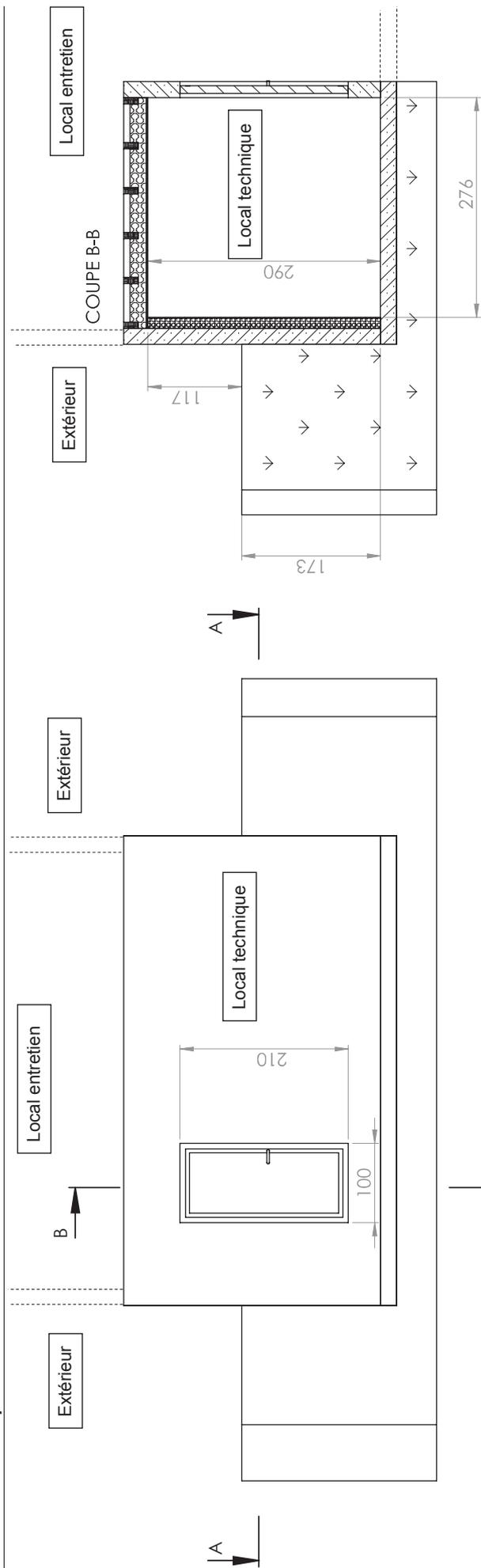
Groupe extérieur			RXM20N9	RXM25N9	RXM35N9	RXM42N9	RXM50N9	RXM60N9	RXM71N	
Dimensions	H x L x P	mm	550 x 765 x 285				734 x 870 x 320			
Poids		kg	32				50			
Puissance sonore	Froid	Nominal	59	58	61	62	62	63	64	
	Chaud	Nominal	59	61	62	62	63	64		
Pression sonore	Froid	GV / PV	46/-	46/-	49/-	48/-	48/44	48/44	47/-	
	Chaud	GV / PV	47/-	47/-	49/-	48/-	49/45	49/45	48/-	
Plage de fonctionnement	Mode froid	°CBS	-10 ~ 50							-10 ~ 46
température extérieure	Mode chaud	°CBH	-20 ~ 18							-15 ~ 18
Réfrigérant / PRP			R-32/675							
Charge (kg) / T eq CO ₂			0,76/0,5		1,1/0,75		1,15/0,78	1,15/0,78	1,15/0,78	
Flag F-Gas			Non hermétique							
Type de compresseur			Swing							
Préchargé d'usine jusqu'à		m	10							
Raccordements frigorifiques	Longueur tuyauterie UE-UI Max	m	20							
	Dénivelé UE-UI Max	m	15				20		20	
	Liquide	DE	1/4							
Gaz	DE	3/8				1/2		5/8		
Alimentation électrique	Phase fréquence tension	Ph/Hz/V	1~/50/220-240							
Câble liaison	int/ ext	mm ²	4G1,5							
Courant - 50 Hz	Protection	Disjoncteur	10A	16A	16A	16A	16A	16A	20A	

(1) EER/COP selon la norme Eurovent

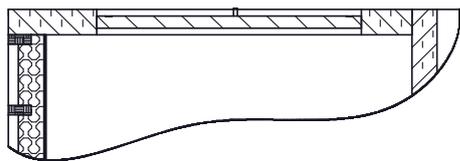
Référence unité intérieure		CTXM15N	FTXM20N	FTXM25N	FTXM35N	FTXM42N	FTXM50N	FTXM60N	FTXM71N
Référence groupe extérieur	Multisplit	RXM20N9	RXM25N9	RXM35N9	RXM42N9	RXM50N9	RXM60N9	RXM71N	
Prix unité intérieure* (hors éco-participation)	€ HT	461	475	492	647	836	877	1000	1126
Code éco-participation**		MAAGE003	MAAGE003	MAAGE003	MAAGE003	MAAGE003	MAAGE003	MAAGE003	MAAGE003
Prix groupe extérieur (hors éco-participation)	€ HT	-	922	1029	1192	1495	1842	2362	3183
Code éco-participation**		-	MISPA001						
Prix ensemble* (hors éco-participation)	€ HT	461	1397	1521	1839	2331	2719	3362	4309
			+ éco-participation**						

* Inclus télécommande IR et Carte Daikin Online Controller

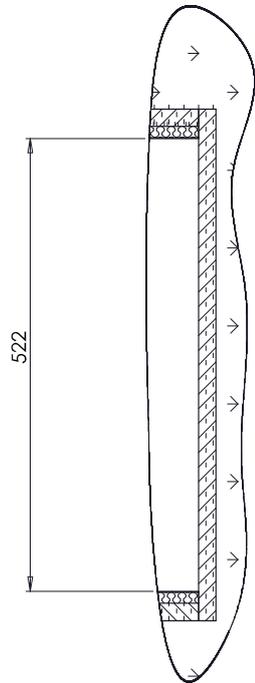
** Les éco-participations sont désormais affichées selon leur codification. Pour connaître leur montant, veuillez-vous référer à la page 258 de ce catalogue.



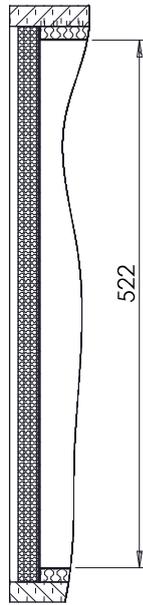
FACE D



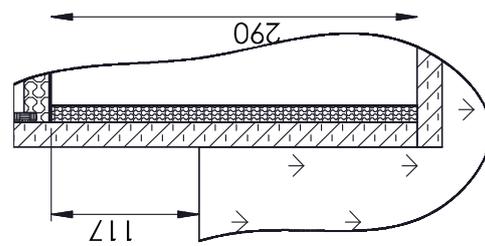
FACE E



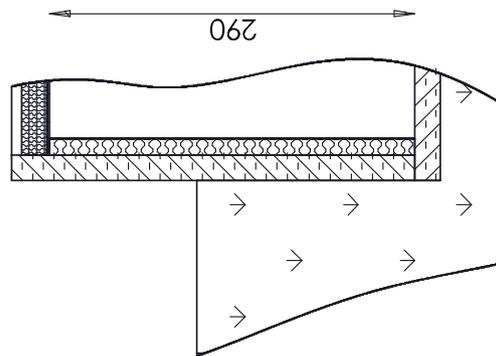
FACE F



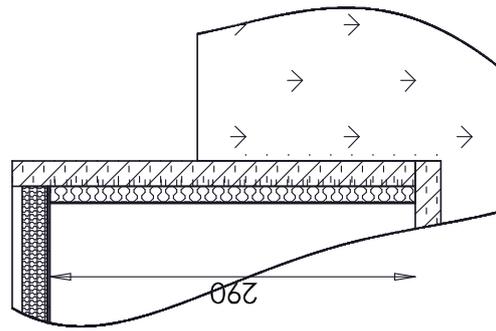
FACE A



FACE B



FACE C



Question	Intitulé	Symbole	Valeur	Unité
33	Résistance thermique paroi D	R _{thD}		
33	Résistance thermique paroi E	R _{thE}		
33	Résistance thermique paroi F	R _{thF}		
34	Résistance thermique porte	R _{porte}	1/U _d =0,714	m ² .K.W ⁻¹
34	Flux thermique porte	φ _{porte}	26,46	W
34	Flux thermique paroi D	φ _D		
34	Flux thermique paroi E	φ _E		
34	Flux thermique paroi F	φ _F		
35	Résistance thermique paroi Ah	R _{thAh}		
35	Résistance thermique paroi Bh	R _{thBh}		
35	Résistance thermique paroi Ch	R _{thCh}		
35	Résistance thermique paroi Ab	R _{thAb}		
35	Résistance thermique paroi Bb	R _{thBb}		
35	Résistance thermique paroi Cb	R _{thCb}		
35	Flux thermique paroi Ah	φ _{Ah}		
35	Flux thermique paroi Bh	φ _{Bh}		
35	Flux thermique paroi Ch	φ _{Ch}		
35	Flux thermique paroi Ab	φ _{Ab}		
35	Flux thermique paroi Bb	φ _{Bb}		
35	Flux thermique paroi Cb	φ _{Cb}		
36	Flux Total	φ _{TOTAL}		
36	Chaleur dissipée ou reçue ?			
37	Résistance thermique paroi Ah	R _{thAh}		
37	Résistance thermique paroi Bh	R _{thBh}		
37	Résistance thermique paroi Ch	R _{thCh}		
37	Résistance thermique paroi Ab	R _{thAb}		
37	Résistance thermique paroi Bb	R _{thBb}		
37	Résistance thermique paroi Cb	R _{thCb}		
37	Flux thermique paroi Ah	φ _{Ah}		
37	Flux thermique paroi Bh	φ _{Bh}		
37	Flux thermique paroi Ch	φ _{Ch}		
37	Flux thermique paroi Ab	φ _{Ab}		
37	Flux thermique paroi Bb	φ _{Bb}		
37	Flux thermique paroi Cb	φ _{Cb}		
37	Flux Total	φ _{TOTAL}		
37	Chaleur dissipée ou reçue ?			
39	Résistance thermique paroi Ah	R _{thAh}		
39	Résistance thermique paroi Bh	R _{thBh}		
39	Résistance thermique paroi Ch	R _{thCh}		
39	Résistance thermique paroi Ab	R _{thAb}		
39	Résistance thermique paroi Bb	R _{thBb}		
39	Résistance thermique paroi Cb	R _{thCb}		
39	Flux thermique paroi Ah	φ _{Ah}		
39	Flux thermique paroi Bh	φ _{Bh}		
39	Flux thermique paroi Ch	φ _{Ch}		
39	Flux thermique paroi Ab	φ _{Ab}		
39	Flux thermique paroi Bb	φ _{Bb}		
39	Flux thermique paroi Cb	φ _{Cb}		
39	Flux Total	φ _{TOTAL}		
39	Chaleur dissipée ou reçue ?			

