Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2022

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable

INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCO-CONCEPTION

Jeudi 12 mai 2022

Durée de l'épreuve : **4 heures**

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

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 32 pages numérotées de 1/32 à 32/32.

Constitution du sujet :

Partie commune (durée indicative 2h30)	12 points
Partie spécifique (durée indicative 1h30)	8 points

- **La partie commune comporte 6 parties dont 2 au choix.**

À traiter obligatoirement	**À traiter au choix**
Partie commune : • partie 1 • partie 2 • partie 5 • partie 6	**Partie commune :** • soit la partie 3 • soit la partie 4 **Une seule de ces 2 parties doit être traitée**

- **La partie spécifique comporte 3 parties qui sont toutes à traiter obligatoirement.**

Tous les documents réponses sont à rendre avec la copie.

PARTIE commune (2,5h) ..... 12 points

Complexe aquatique de la Communauté de Communes de la Vallée de la Bruche

Boiséo



source google

- **Présentation de l'étude et questionnement**..... pages 3 à 10
- **Documents techniques DT1 à DT6** ..... pages 11 à 16
- **Documents réponses DR1 à DR2** ..... pages 17 à 18

Mise en situation

La noyade est la première cause de mortalité accidentelle chez les enfants.

" La moitié des collégiens, en fin de sixième, ne savent pas bien nager ", affirmait la ministre des Sports, Roxana Maracineanu, au Parisien en avril 2019.

L'accès aux piscines pour la plupart des jeunes français, surtout pour les ruraux, n'est pas toujours systématique. C'est dans ce contexte que la CCVB, Communauté de Communes de la Vallée de la Bruche, située dans le Bas-Rhin (67), a lancé une consultation relative à la réalisation d'une étude de faisabilité pour la construction d'un équipement aquatique sur la commune de La Broque. Le cabinet d'architectes IPK Conseil a alors été retenu pour mener à bien cette mission.
L'équipement aquatique de La Broque a pour vocation prioritaire l'apprentissage de la natation pour les scolaires et une vocation complémentaire dans le secteur santé-détente, en réponse à une spécificité touristique assez forte de la vallée.

Travail demandé

Partie 1 : pourquoi le savoir-nager est-il un enjeu sociétal préoccupant ?

Question 1.1 DT1	Sur copie, à partir du document technique DT1, **lister** les moments de la période de l'été 2018 où les pics de noyades sont les plus élevés. **Préciser** la particularité de cette année 2018.
Question 1.2 DT2	À l'aide du document DT2, **indiquer** le nombre d'élèves concernés dans la communauté de communes de la vallée de la Bruche.

Le projet Boiséo représente une opération d'envergure pour la CCVB, engageant la collectivité sur un projet destiné à couvrir les besoins de la population pour au moins les trois ou quatre prochaines décennies. Le bureau d'études IPK Conseil a dû tenir compte de nombreuses exigences lors de la conception de Boiséo.

Avant de démarrer toute installation et prévoir la sécurité dans un ERP (Établissement Recevant du Public), il est nécessaire de savoir à quelle catégorie le complexe aquatique se rapporte.

Catégorie ERP en fonction de la capacité d'accueil :

- Catégorie ERP 1 : à partir de 1 501 personnes
- Catégorie ERP 2 : de 701 à 1 500 personnes
- Catégorie ERP 3 : de 301 à 700 personnes
- Catégorie ERP 4 : jusqu'à 300 personnes

Question 1.3 DT2	**Rechercher** sur le document DT2 la capacité d'accueil du complexe Boiséo. **Indiquer** la catégorie ERP correspondante.

Question 1.4 DT2	À l'aide du document DT2, **classer** en trois catégories, sociale, économique et environnementale, les exigences contenues dans l'exigence principale « Bassin de vie » id = « 1 ».

Question 1.5	**Conclure** sur les causes des noyades, le savoir nager comme mission prioritaire et comment le complexe aquatique Boiséo répond à ce besoin.

Partie 2 : comment faciliter l'accès des bassins aux personnes à mobilité réduite (P.M.R.) ?

En France, la loi n° 2005-102, du 11 février 2005, « Loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées », vise à garantir une égalité de droits pour tous avec notamment la possibilité de se déplacer et d'accéder comme tout un chacun aux services, commerces, équipements …
Cette idée a été étendue aux personnes à mobilité réduite (P.M.R.). Les exigences à satisfaire sont décrites dans des arrêtés. Le document technique DT3 fournit des extraits de celui qui est actuellement en vigueur.

Les établissements recevant du public (E.R.P.), c'est-à-dire les magasins, bureaux, hôtels, piscines …, doivent être accessibles aux personnes en situation de handicap quel que soit celui-ci. Lors de la conception d'un bâtiment, comme le complexe aquatique Boiséo, des points de vigilance ont dû être définis pour rendre le bâtiment accessible à tous.

Étape 1, le parking : comment créer des zones de stationnement adaptées ?

Le parking prévu pour ce complexe aquatique contient 3 places pour les bus, 120 places pour les véhicules légers, 8 emplacements pour les motos. Un parc à vélos composé de 20 supports en arceaux complète l'équipement du stationnement.

Question 2.1 DT3	À l'aide du document technique DT3, **préciser** comment la signalétique horizontale et verticale associée au stationnement d'une P.M.R. sont matérialisées (sur l'extrait du parking en bas du plan).

Question 2.2 DT3	**Calculer** le nombre minimal de places adaptées à réserver aux P.M.R dans la zone de stationnement pour le public.

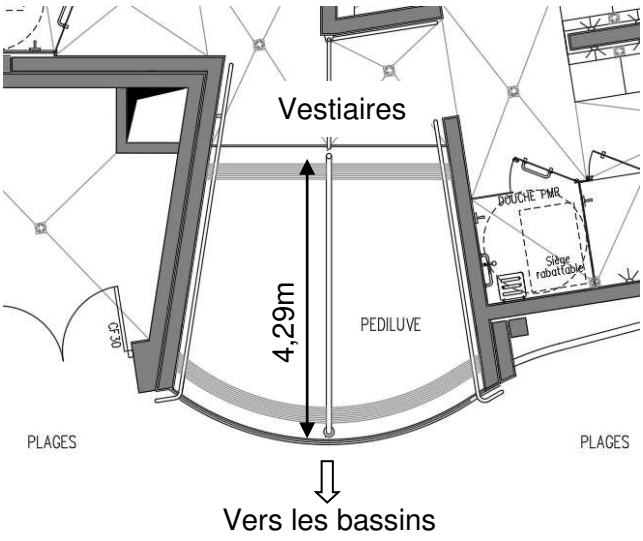
Question 2.3 DT3	À partir de l'échelle indiquée sur le document technique DT3, **mesurer** la longueur et la largeur d'une place de stationnement pour P.M.R. **Calculer** les dimensions réelles de la place de stationnement en mètres.
Question 2.4 DT3	À l'aide du document DT3, **conclure** vis-à-vis du respect de l'arrêté du 20 avril 2017 sur les dimensions des places de parking.

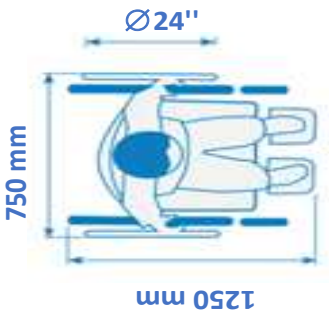
Étape 2, le cheminement extérieur : comment accéder sans effort et sans obstacle à l'entrée du bâtiment ?

Question 2.5 DT3	À partir du document technique DT3, **relever** les altitudes et la longueur de la zone 3 ; **calculer** la pente, en pourcentage, de la zone 3 ; **justifier** l'existence de la zone 4.

Étape 3 : l'accès aux bassins respecte-t-il les normes ?

Les usagers du centre aquatique, après s'être dévêtus et avoir pris une douche, vont accéder aux bassins en passant obligatoirement par un pédiluve.





La figure ci-dessus donne le gabarit d'encombrement d'un fauteuil roulant. Une roue arrière de fauteuil a un diamètre de 24'' (pouces), soit 610 mm.

Question 2.6	**Relever** la longueur du pédiluve. **Vérifier** que cette longueur est supérieure ou égale à 2 tours de roue de fauteuil pour s'assurer qu'elles soient entièrement nettoyées.

Partie 3 : comment protéger les usagers contre les éléments climatiques ?

Un auvent couvre l'entrée du centre aquatique afin de limiter les effets de la neige et de la pluie sur les usagers.

Question 3.1 DT4	Grâce au document technique DT4, **définir** la fonction assurée par le poteau étudié.
Question 3.2 DT4	Parmi les 4 sollicitations : traction ; compression ; flexion ; torsion ; **indiquer** celle que subit le poteau.
Question 3.3 DT4	• **Calculer** l'action permanente G appliquée au poteau, à partir de g et de S. • **Calculer** l'action due à la neige Sn appliquée au poteau, à partir de sn et de S. • **Calculer** l'intensité de la force F appliquée au poteau.
Question 3.4 DT4	En prenant F = 37 kN, **calculer** la contrainte subie par le poteau. **Déterminer** le coefficient de sécurité au regard de la limite d'élasticité du poteau. En **déduire** que le tube est correctement dimensionné.

Partie 4 : comment contrôler l'accès à la piscine Boiséo ?

À l'entrée de la piscine, des caisses permettent l'achat de billets sous différentes formes : billets uniques, abonnements, cartes rechargeables, etc. L'accès aux bassins se fait alors par un système de « tourniquets ».

Le billet est lu et, s'il est valide, le « tourniquet » est débloqué pour autoriser le passage de la personne. Cette personne est alors comptabilisée parmi les présents au sein de l'établissement.

Dans le sens de la sortie, ce même tourniquet se débloque par appui sur un bouton poussoir et la personne est décomptée.

Tourniquet



Lecteur de cartes et tickets

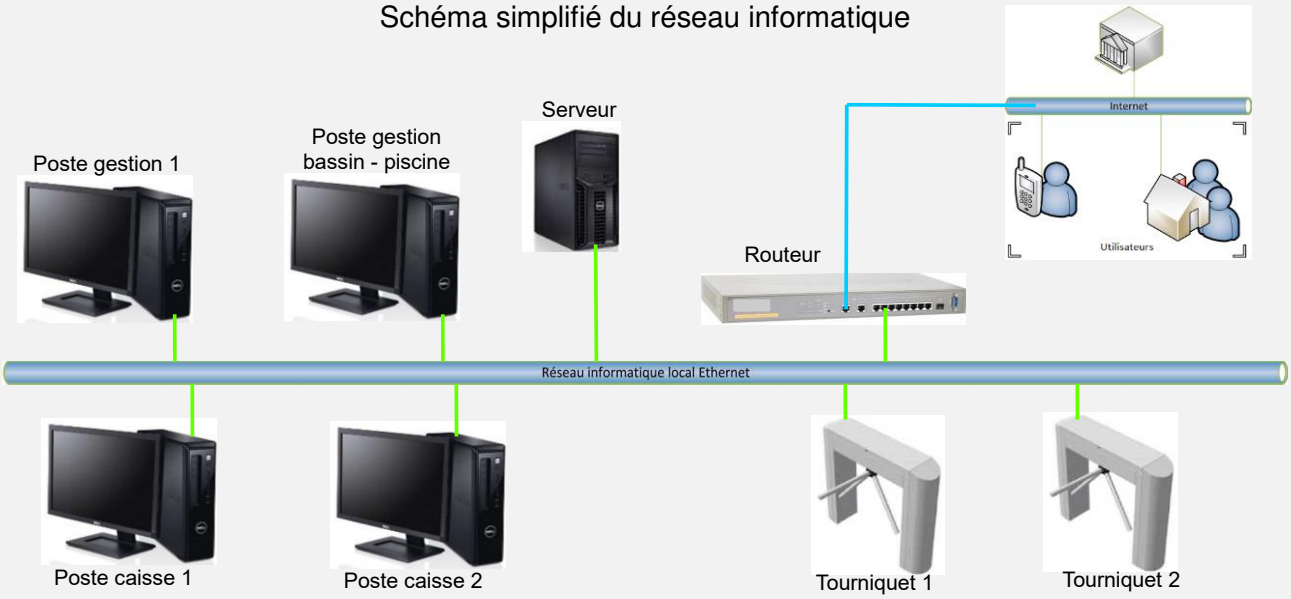


Bouton « sortie »



L'ensemble de ce système (tourniquets, caisses, etc) est connecté à un réseau informatique local dont l'architecture simplifiée est présentée ci-dessous.

Schéma simplifié du réseau informatique



Configuration du réseau informatique

Question 4.1 DR1	Sur le DR1, **proposer** dans les parties grisées des adresses IP des clients du réseau informatique local de la piscine « Boiséo ».
Question 4.2	**Préciser** le nombre maximal de clients que l'on pourrait ajouter au réseau informatique.

Contrôle du sens de passage

Chaque tourniquet permet de gérer les flux entrant et sortant des personnes. Un système d'alarme détecte les personnes circulant dans le mauvais sens.

Par exemple, si une personne souhaite sortir de la piscine, elle presse le BP « sortie » pour débloquer le tourniquet. Si le tourniquet tourne dans le sens du flux d'entrée, une alarme retentit. Il en est de même pour une personne qui souhaite accéder à la piscine.

Le personnel des caisses peut couper le signal d'alarme en acquittant le défaut.

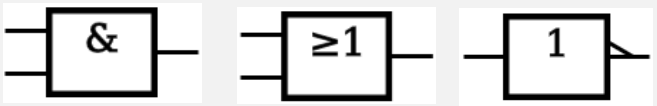
L'équation logique qui lance cette alarme est la suivante :

$$ALARME = \big((SD.SED) + (ED.SSD)\big).\overline{AA}$$

Avec : SD : Sortie Demandée
ED : Entrée Demandée
SSD : Sens Sortie Détecté
SED : Sens Entrée Détecté
AA : Acquittement Alarme

Question 4.3 (DR1) | Sur le DR1, à partir de l'équation logique de l'alarme, **compléter** les parties grisées de sa table de vérité partielle.

Question 4.4 | En utilisant les symboles ci-dessous, **représenter** le schéma logique de la sortie *ALARME*.



Partie 5 : comment estimer les possibilités de récupération d'énergie solaire sur le toit de la piscine Boiséo et gérer le chauffage des bassins ?

Question 5.1 (DT5) | À l'aide du document technique DT5, **calculer** la surface maximale S_t en m^2 de toiture de la piscine Boiséo sur laquelle il est possible d'installer des panneaux solaires (toitures terrasse 1 + terrasse 2).

Question 5.2 (DT6) | À partir du document technique DT6, **relever** la valeur de l'irradiance (rayonnement solaire) quotidienne moyenne en $kW{\cdot}h{\cdot}m^{-2}{\cdot}jour^{-1}$.

Question 5.3 | En prenant l'irradiance I = 3 $kW{\cdot}h{\cdot}m^{-2}{\cdot}jour^{-1}$, et S_t = 350 m^2, **calculer** l'énergie quotidienne théorique totale W_{tq} en $kW{\cdot}h{\cdot}jour^{-1}$ récupérable sur les toitures des deux terrasses.

Question 5.4 | En prenant W_{tq} = 1000 kW·h·jour^{-1}, et sachant que les panneaux solaires thermiques ont un rendement moyen de 80 %, **calculer** l'énergie quotidienne W_{psth} en kW·h·jour^{-1} récupérable par ces panneaux.

La régulation de température de l'eau des bassins de la piscine se fait à l'aide de capteurs implantés sur le circuit d'eau des bassins et sur le circuit du fluide caloporteur des panneaux solaires thermiques. À partir de ces relevés, la source d'énergie est sélectionnée pour chauffer l'eau des bassins.

Question 5.5

DR2

Pour sélectionner la source d'énergie en fonction des températures de l'eau des bassins et du fluide caloporteur des panneaux solaires, **compléter** les zones grisées de l'algorigramme du document réponse DR2.

Partie 6 : comment optimiser la gestion des énergies pour le chauffage de l'eau des bassins, de l'eau chaude sanitaire et des locaux ?

La piscine Boiséo a un besoin important en énergie thermique destinée à :

- chauffer l'eau des bassins ;
- chauffer l'eau chaude sanitaire (ECS) pour les douches, les lavabos, et le local du personnel ;
- chauffer les locaux.

Question 6.1

DT2

Identifier sur le diagramme des exigences DT2 les 3 sources qui alimentent la piscine en énergie.

Préciser pour chacune d'elles s'il s'agit d'une énergie renouvelable ou non-renouvelable, d'une énergie primaire ou secondaire.

Question 6.2 | De ces trois sources d'énergie, **préciser** celle qui devrait être mise en œuvre en priorité et pour quelles raisons.

La production d'énergie thermique est assurée par 3 systèmes :

- des panneaux solaires thermiques posés horizontalement sur le toit du bâtiment, d'une puissance de 45 kW ;
- trois pompes à chaleur (PAC) d'une puissance totale de 75 kW ;
- une chaudière à gaz d'une puissance de 700 kW.

Question 6.3 | **Calculer** la puissance maximum P_{MAX} que peuvent fournir ces trois modes de chauffage lorsqu'ils fonctionnent en même temps.

En fonctionnement nominal, c'est-à-dire pour maintenir la température de l'eau dans le bassin et chauffer les locaux, la consommation est de 300 kW. Cette puissance est prioritairement fournie par les panneaux solaires thermiques et les pompes à chaleur.

Question 6.4 | **Calculer** dans ce cas la puissance P_{ch} que doit fournir la chaudière à gaz.

Déterminer la marge de puissance P_{Marge} restant pour la chaudière à gaz.

La piscine est alimentée en eau par le réseau public. L'eau arrive à une température de 12°C.

Les bassins contiennent 660 m^3 d'eau.

Lors du remplissage des bassins, il faut chauffer l'eau pour qu'elle puisse atteindre sa température nominale de 28°C.

On rappelle que : $W = \Delta\Theta \cdot m \cdot Cp$

- $\Delta\Theta$: différence de température en °C
- m : masse de l'eau en kg
- Cp : chaleur massique de l'eau = 4185 $J \cdot kg^{-1} \cdot °C^{-1}$
- W : énergie en Joule
- 1 m^3 d'eau a une masse de 1000 kg

Question 6.5 | **Calculer** la quantité d'énergie thermique W_{th} qu'il faut fournir pour chauffer l'eau.

Exprimer ce résultat en Joule puis en kW·h

On prendra une puissance disponible pour chauffer l'eau de 500 kW

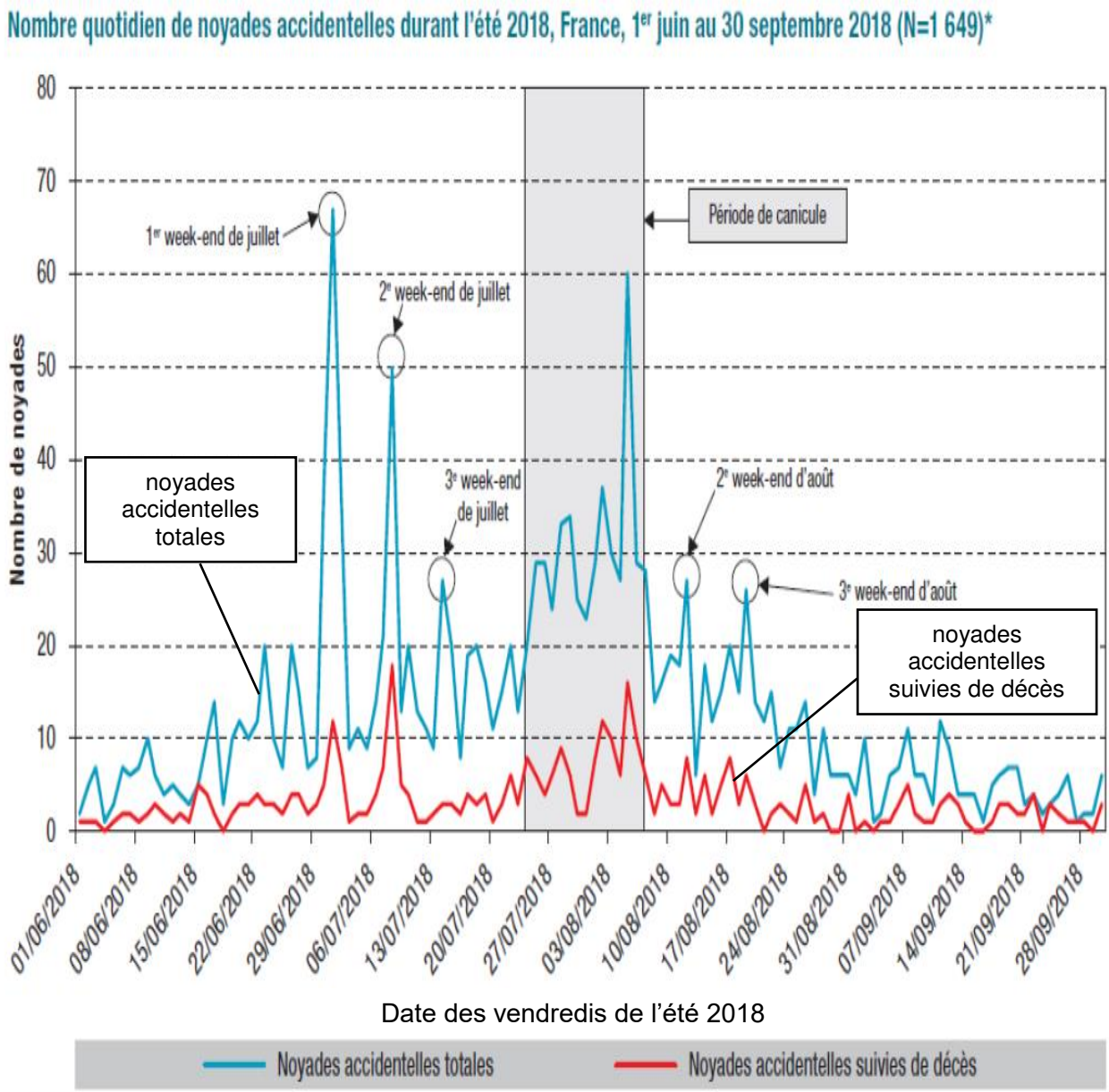
Question 6.6 | **Déterminer** le temps en heures nécessaire à la montée en température de l'eau.

Le choix se porte sur une chaudière à gaz de puissance 700 kW.

Indiquer l'avantage de disposer d'une chaudière de grande puissance.

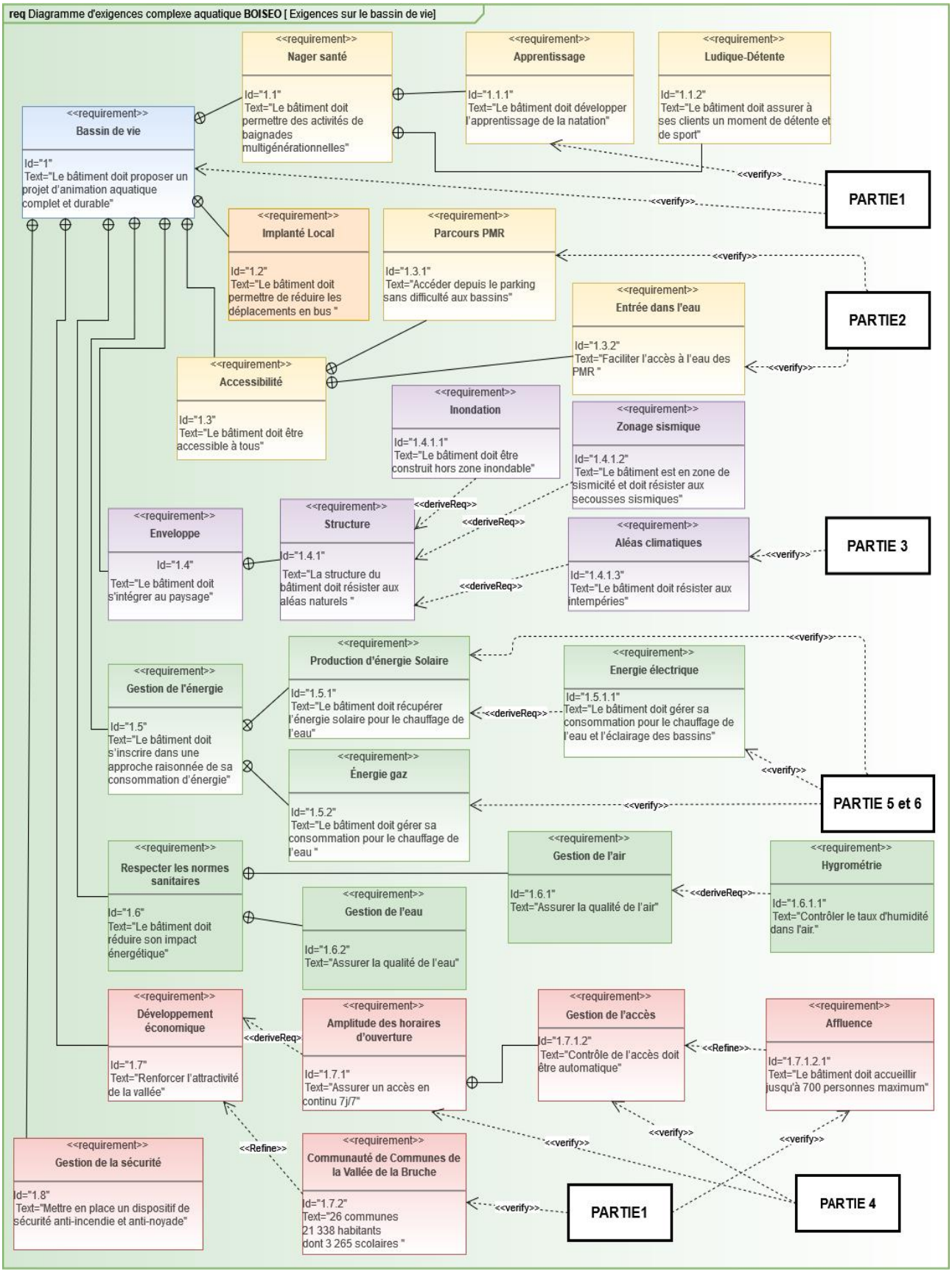
Extrait du rapport du Ministère des Sports, Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse.

Chaque année est marquée, dans notre pays, par son lot de drames liés aux noyades. La gravité et le caractère récurrent de cette situation inquiètent et interpellent.



* Il n'y avait pas d'information sur la date de la noyade pour 1 personne.

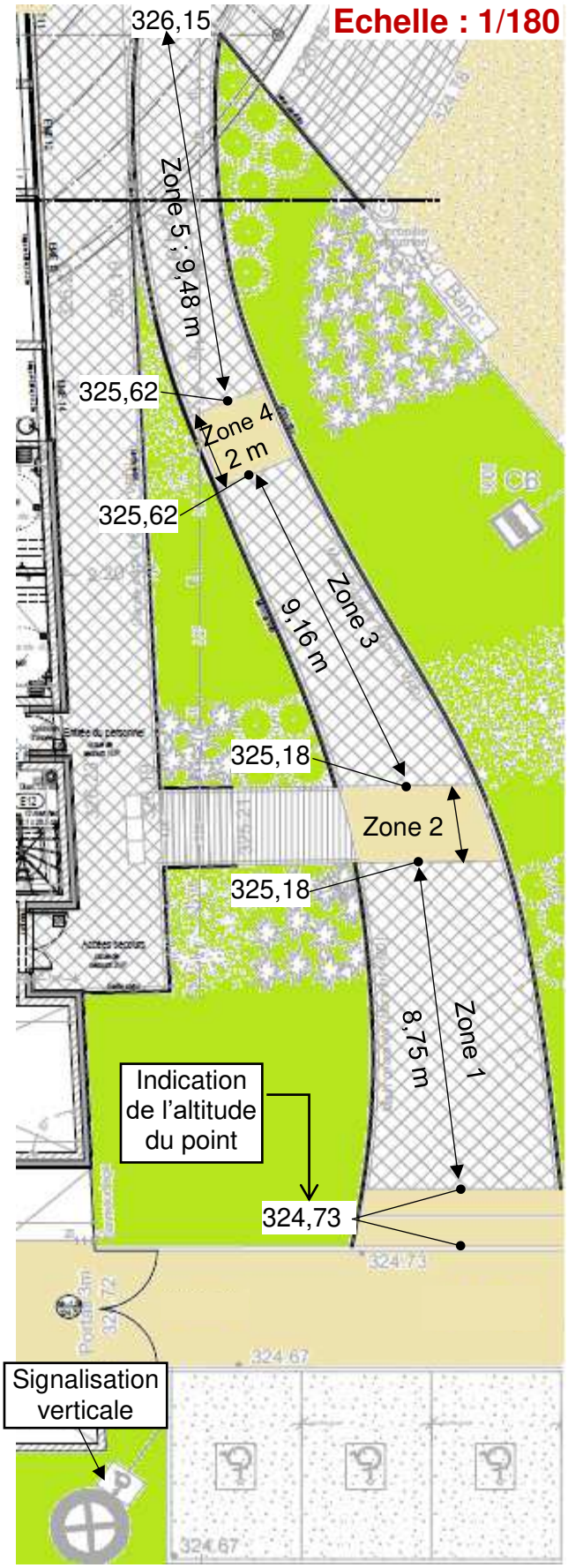
DT2 - Diagramme SysML des exigences pour le complexe aquatique



DT3 - Stationnement - accès extérieur - texte règlementaire

Etape 2

Parvis et entrée



Extraits de l'arrêté du 20 avril 2017

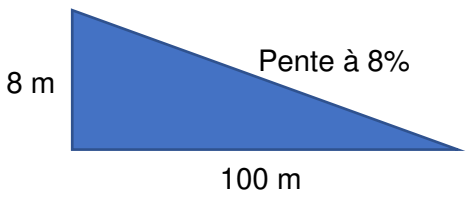
Place de parking

- Une place de stationnement adaptée est aisément repérable par tous à partir de l'entrée du parc de stationnement, elle est positionnée, dimensionnée et équipée de façon à permettre aux personnes titulaires de la carte « mobilité inclusion » et en particulier à une personne en fauteuil roulant ou à son accompagnateur, de stationner son véhicule au plus proche d'un cheminement accessible conduisant à une entrée ou une sortie de l'établissement.
- Les places adaptées destinées à l'usage du public représentent au minimum 2 % du nombre total de places prévues pour le public. Le nombre minimal de places adaptées est arrondi à l'unité supérieure. Au-delà de 500 places, le nombre de places adaptées, qui ne saurait être inférieur à 10, est fixé par arrêté municipal.
- La largeur minimale des places adaptées est de 3,30 m et leur longueur minimale est de 5 m.

Cheminements

- Un cheminement accessible permet d'accéder à l'entrée principale, ou à une des entrées principales, des bâtiments depuis l'accès au terrain.
- Les cheminements doivent être de préférence horizontaux.
- Lorsqu'une dénivellation ne peut être évitée, un plan incliné de pente inférieure ou égale à 5 % est aménagé afin de la franchir. Les valeurs de pentes suivantes sont tolérées exceptionnellement :
  - jusqu'à 8 % sur une longueur inférieure ou égale à 2 m ;
  - jusqu'à 10 % sur une longueur inférieure ou égale à 0,50 m.
- Un palier de repos est nécessaire en haut et en bas de chaque plan incliné quelle qu'en soit la longueur. En cas de plan incliné de pente supérieure ou égale à 4 %, un palier de repos est nécessaire tous les 10 m.
- Le palier de repos permet à une personne debout mais à mobilité réduite ou à une personne en fauteuil roulant de s'arrêter ; il correspond à un espace rectangulaire de dimensions minimales 1,20 m × 1,40 m.

Rappel : calcul d'une pente



DT4 - Auvent sur l'entrée

Mise en situation :



Source AP-MA

Modèle de chargement adopté pour le poteau :



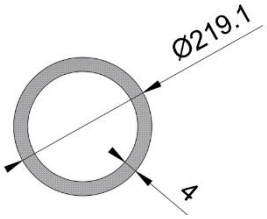
avec :

- F = 1,35 × G + 1,5 × Sn ;
  - surface d'auvent reprise par le poteau : S = 34,76 m² ;
  - G = action permanente en kN (due au poids des éléments) sur S, résultante de g = 0,28 kN·m^{-2} s'appliquant sur 1 m² d'auvent ;
  - Sn = action de la neige en kN sur S, résultante de sn = 0,45 kN·m^{-2} s'appliquant sur 1 m² d'auvent ;
  - 1,35 et 1,5 coefficients de sécurité appliqués au chargement.

Tube retenu : diamètre : 219,1mm

Épaisseur : 4mm

Section : 2703 mm²



Matériau :

Ce poteau est en acier S235 : sa limite élastique vaut Re = 235 N·mm^{-2} (ou MPa)

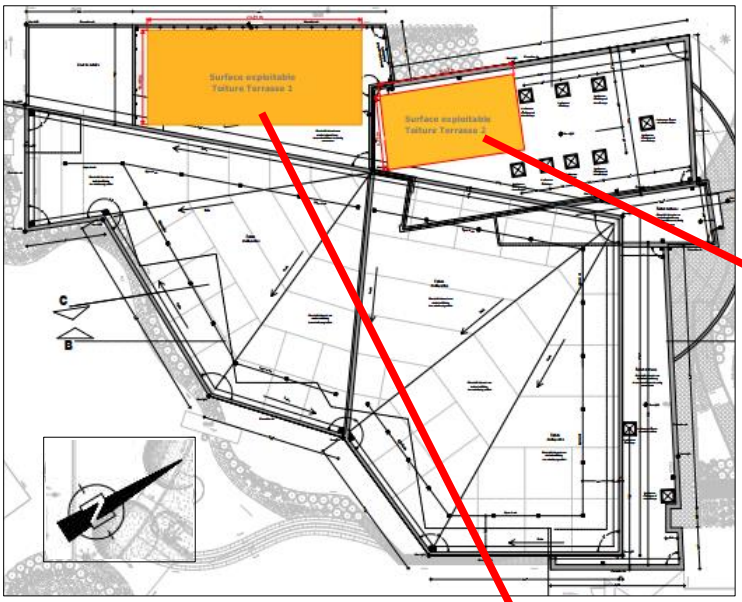
DT5 - plans toiture piscine Boiséo

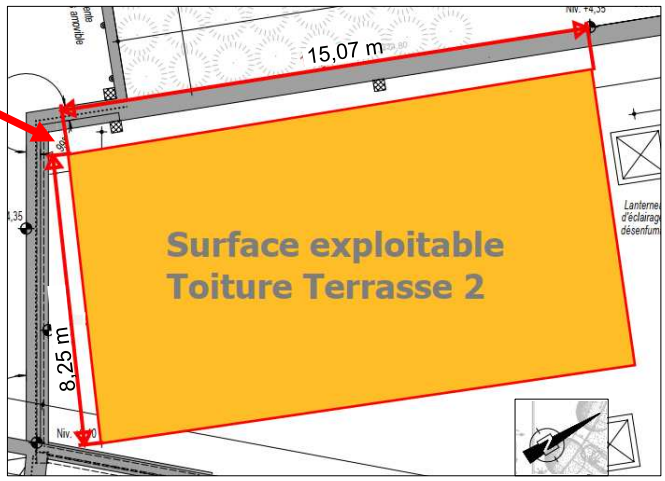
Photo aérienne réalisée durant le chantier

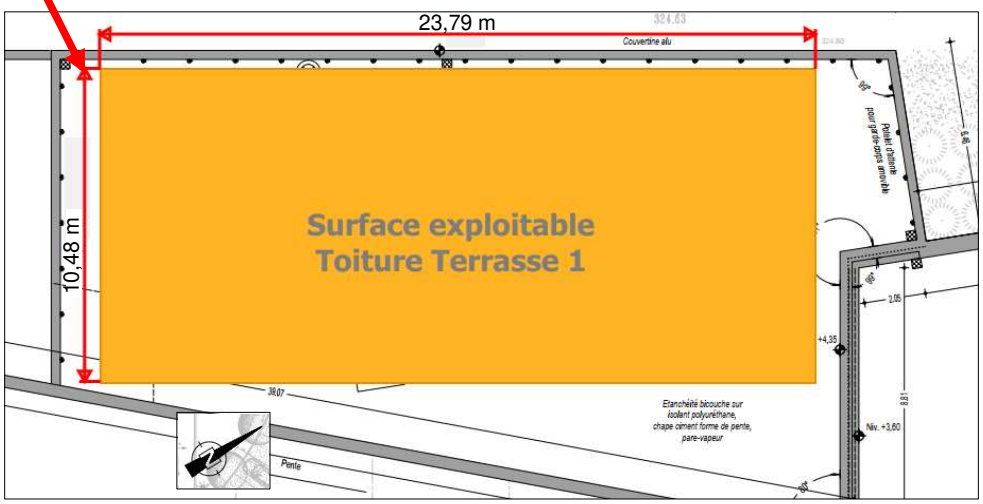
Source : *https://www.google.fr/maps/*



Plans toitures piscine Boiséo







DT6 - Conditions climatiques de référence à La Broque

Les données statistiques ci-dessous permettent de connaître l'apport d'énergie solaire moyen par mois et par année d'un lieu géographique.

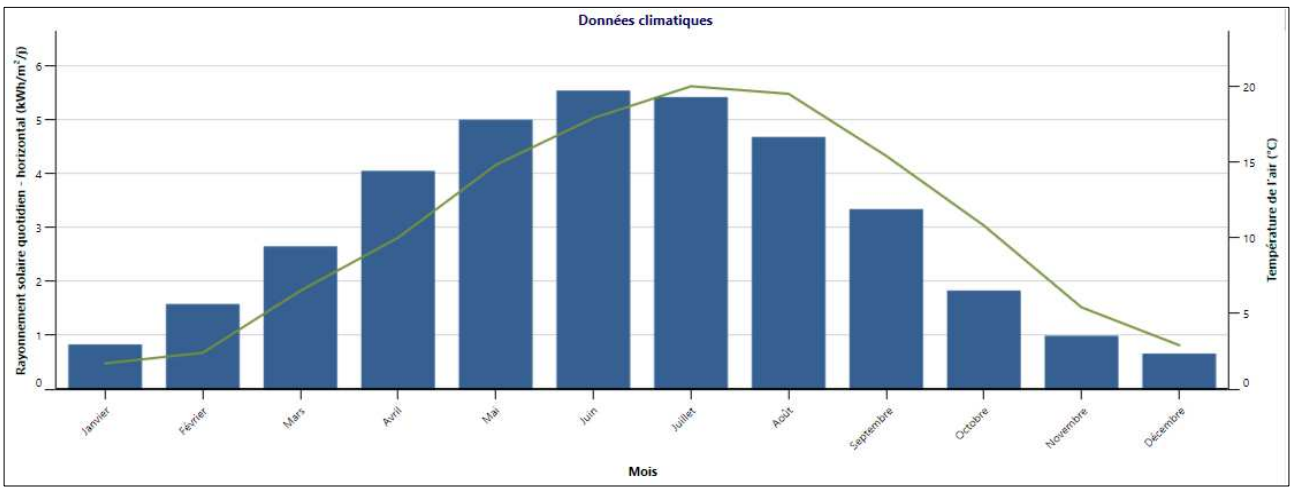
Les données ci-dessus concernent la ville de « La Broque » où est implantée la piscine Boiséo

Conditions de référence du site

Lieu des données climatiques	France - Strasbourg/Entzheim	Lieu des installations	France - Grand Est - La Broque

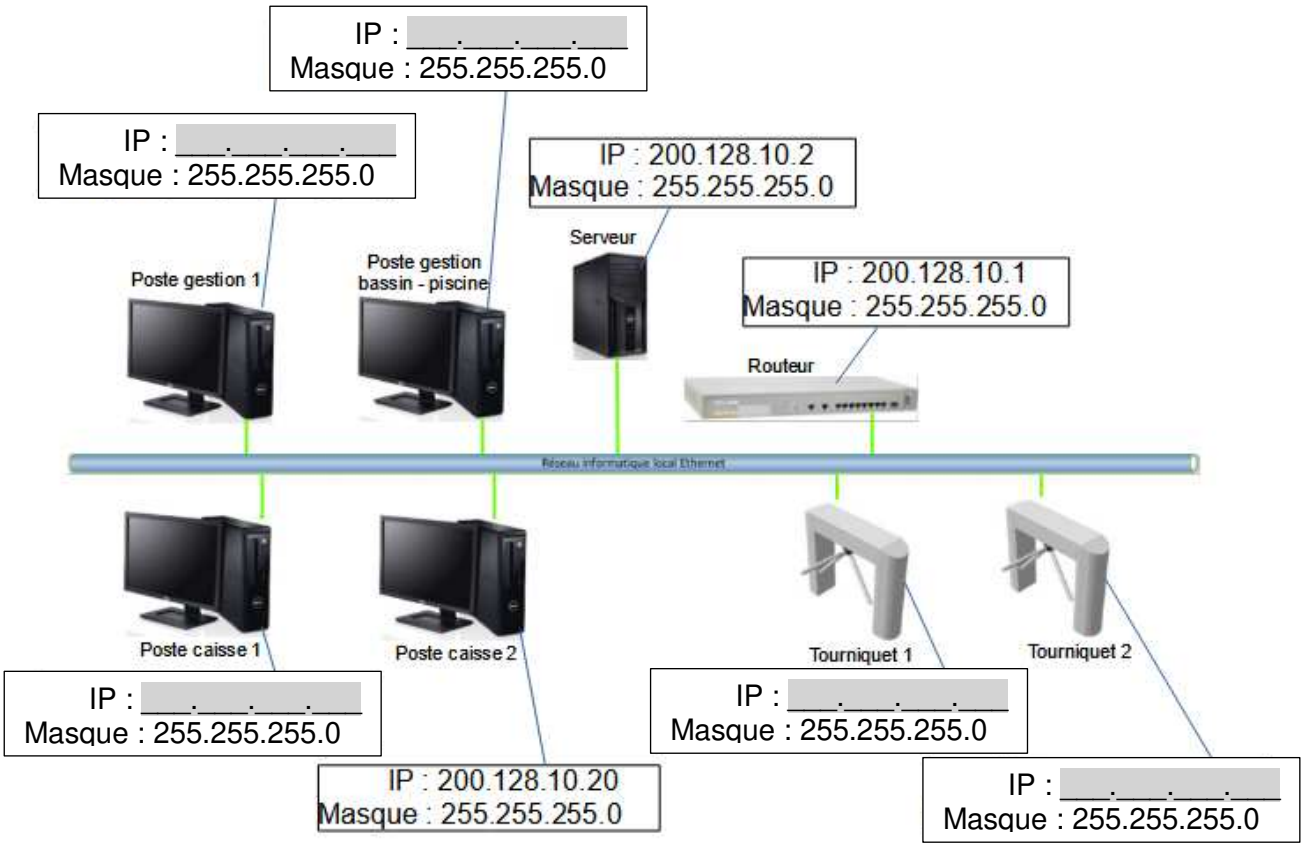
	Unité	Lieu des données climatiques	Lieu des installations	Source
Latitude		48,5	48,5	
Longitude		7,6	7,2	
Zone climatique		4A - Mixte - Humide		Sol+NASA
Élévation	m	153	324	Sol – Carte
Température extérieure de calcul de chauffage	°C	-7,0		Sol
Température extérieure de calcul de climatisation	°C	29,2		Sol
Amplitude des températures du sol	°C	17,7		NASA

Mois	Température de l'air	Humidité relative	Précipitation	Rayonnement solaire quotidien - horizontal	Pression atmosphérique	Vitesse du vent	Température du sol	Degrés-jours de chauffage 18 °C	Degrés-jours de climatisation 10 °C
	°C	%	mm	kWh/m²/j	kPa	m/s	°C	°C-j	°C-j
Janvier	1,7	84,2%	59,21	0,83	98,4	3,3	-0,7	505	0
Février	2,4	79,5%	51,52	1,58	98,3	3,3	0,4	437	0
Mars	6,5	74,4%	57,35	2,65	98,2	3,4	4,5	357	0
Avril	10,0	69,9%	54,30	4,05	98,0	3,2	8,9	240	0
Mai	14,8	71,4%	80,60	5,00	98,1	3,0	14,0	99	149
Juin	17,9	71,4%	72,00	5,54	98,2	2,8	17,4	3	237
Juillet	20,0	71,4%	74,40	5,42	98,3	2,7	19,7	0	310
Août	19,5	73,1%	65,41	4,68	98,2	2,5	19,4	0	295
Septembre	15,4	78,4%	66,60	3,34	98,3	2,6	14,7	78	162
Octobre	10,8	84,7%	68,82	1,83	98,3	2,7	9,6	223	25
Novembre	5,4	87,4%	64,80	0,99	98,2	2,6	3,7	378	0
Décembre	2,9	86,1%	73,16	0,66	98,3	3,1	0,3	468	0
Annuel	**10,7**	**77,7%**	**788,17**	**3,05**	**98,2**	**2,9**	**9,4**	**2 788**	**1 177**
Source	Sol	Sol	NASA	Sol	NASA	Sol	NASA	Sol	Sol
Mesuré à					m	10	0		



DOCUMENT RÉPONSES DR1 : réseau informatique et contrôle d'accès

Question 4.1 : **Proposer** dans les parties grisées des adresses IP des clients du réseau informatique local de la piscine « Boiséo ».



Question 4.3 : À partir de l'équation logique de l'alarme, **compléter** les parties grisées de sa table de vérité partielle.

$$ALARME = \big((SD.SED) + (ED.SSD)\big).\overline{AA}$$

SD	SED	ED	SSD	AA	ALARME
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	
1	1	0	0	0	
0	0	1	1	0	
0	0	0	0	1	
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0
0	0	1	1	1	0

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

DOCUMENT RÉPONSES DR2 : gestion des sources d'énergies

L'énergie thermique provenant des panneaux solaires thermiques est utilisée en permanence. Pour maintenir la température à une valeur constante, la pompe à chaleur vient compléter cet apport d'énergie de la manière suivante :

- Si l'écart de température entre le fluide caloporteur des panneaux solaires thermiques et l'eau des bassins est inférieur ou égale à 50°C, la pompe à chaleur est à l'état « MARCHE » pour compléter l'apport d'énergie.

- Si l'écart de température entre le fluide caloporteur des panneaux solaires thermiques et l'eau des bassins est supérieur à 50°C, la pompe à chaleur est à l'état « ARRÊT ».

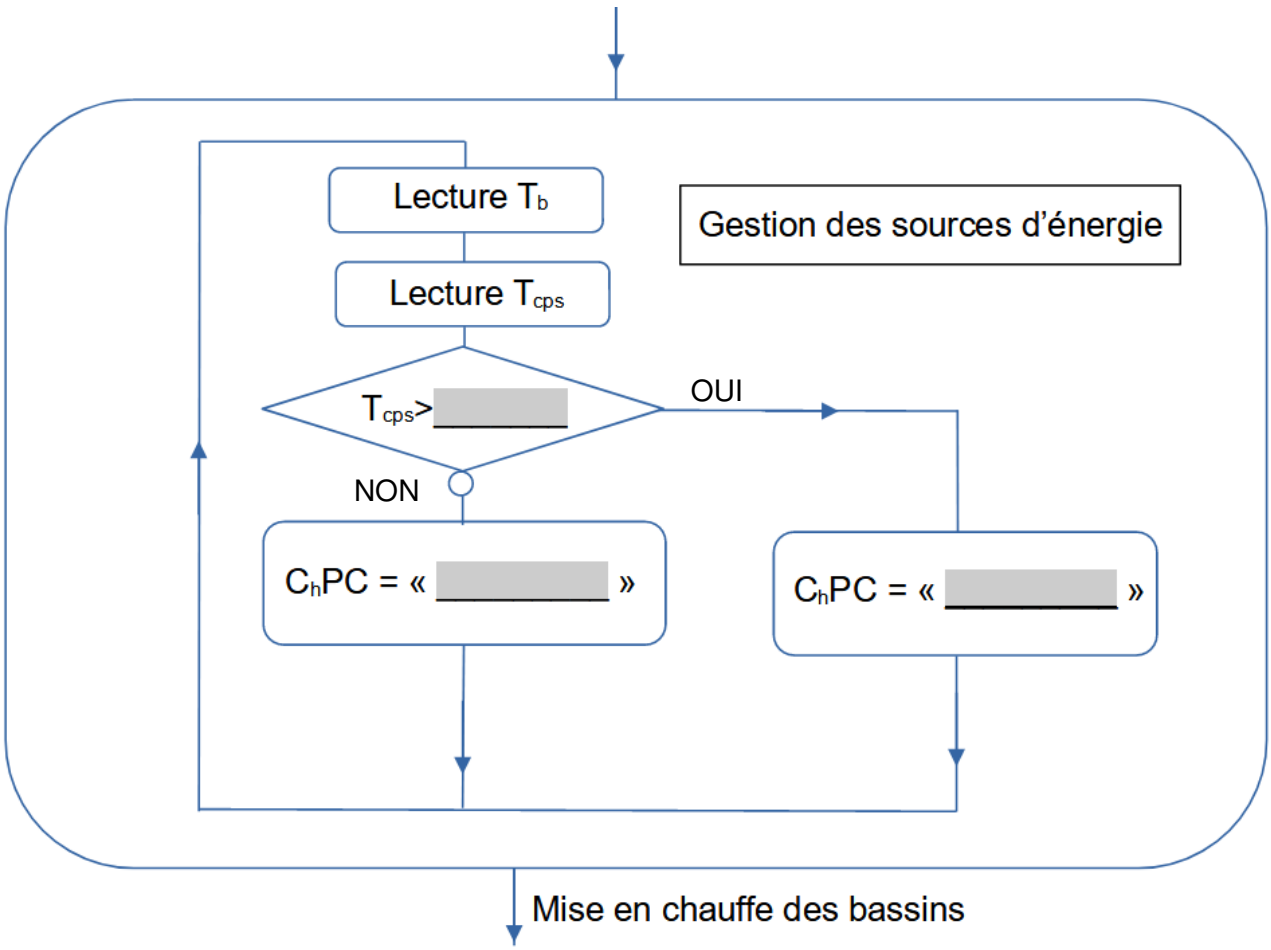
Remarque : le chauffage au gaz (chaudière à condensation), n'est utilisé que pour la mise en chauffe initiale des bassins.

Avec : **T_b** = Température de l'eau des bassins en °C

T_{cps} = Température du liquide caloporteur des panneaux solaires thermiques

C_hPC = Chauffage Pompe à Chaleur

Algorigramme à compléter : **Compléter** les parties grisées _____.



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

PARTIE enseignement spécifique (1,5h) ……8 points

Innovation Technologique et Éco-Conception

Soulève-personne mobile pour piscine

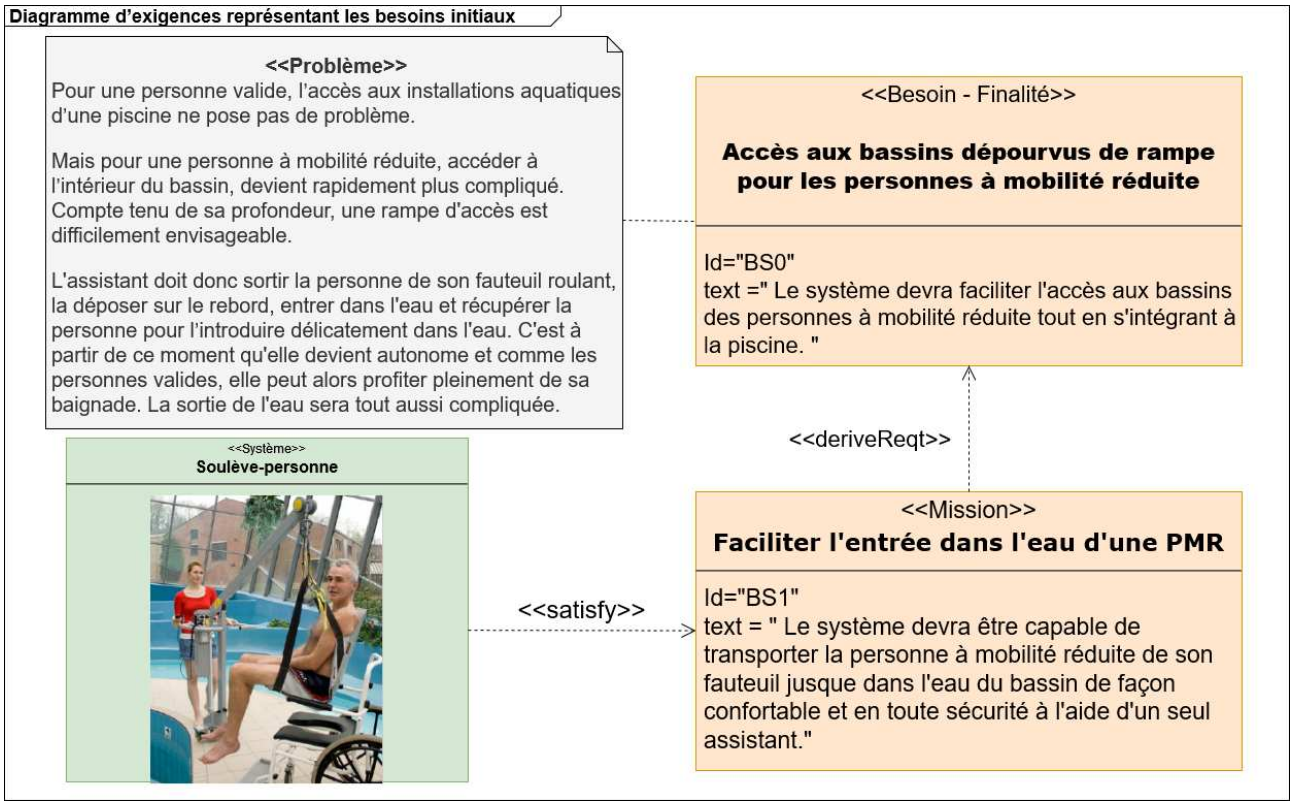


- **Présentation de l'étude et questionnement ..... pages 20 à 24**
- **Documents techniques DTS1 à DTS9**..... pages **25** à **29**
- **Documents réponses DRS1 à DRS4**..... pages **30** à **32**

Mise en situation

Pour faciliter l'accès au bassin dit « sportif » d'une **personne à mobilité réduite (PMR)**, le complexe aquatique de la communauté de communes de la vallée de la Bruche, **Boiséo,** s'est équipé d'un soulève-personne électrique de la société **Handi-Move**.

Le diagramme des besoins initiaux ci-dessous analyse les attentes de cet appareil.



Les photos ci-dessous illustrent le déploiement et l'utilisation de l'appareil :

Etape 1	*Etape 2*	*Etape 3*
		
Sources : Images extraites du catalogue Handimove : https://www.handimove.fr		
Transfert du local d'équipements au bord du bassin puis installation dans le socle prévu dans le sol de la piscine.	Transport manuel de la chaise jusqu'au-dessus de l'eau.	Entrée ou sortie du bassin à l'aide du vérin électrique.

Travail demandé

PARTIE A : comment garantir un transport confortable et en toute sécurité de la PMR ?

Le document réponse DRS1, représente le lève-personne en position haute lorsque l'assistant a placé la PMR au-dessus du bassin. Le mât (1) est immobile par rapport au sol.

Le vérin électrique est le composant principal de la chaîne de puissance. Plusieurs critères essentiels vont être déterminants pour choisir cet actionneur : la force qu'il peut développer, la course et la vitesse de sa tige.

L'objectif de cette partie est d'analyser la trajectoire, la vitesse et l'accélération de la tige pour une entrée ou une sortie en douceur dans l'eau du bassin.

Objectif : vérifier les performances cinématiques du vérin en phase d'utilisation.

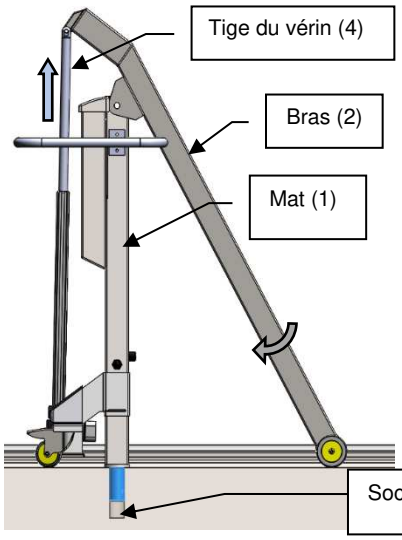
Question A.1 DTS1 DRS1	Sur le document technique DTS1, **rechercher** la valeur précisant à quelle hauteur minimum doit se trouver le centre de gravité de la PMR par rapport au sol ou au fond de la piscine pour éviter que ses pieds le touchent. **Noter** cette valeur, sur le document réponse DRS1, dans les cases prévues à cet effet.
Question A.2 DRS1	Sur le document réponse DRS1, **définir** la nature du mouvement du bras (2) par rapport au mât (1). **Définir** la nature de la trajectoire du point C, $TC \in 2/1$, et du point A, $TA \in 2/1$. **Repérer** ces trajectoires sur la figure dans les cases prévues à cet effet.
Question A.3 DRS1	Le point G_1 représente le centre de gravité de la PMR en position immergée. Le harnais en position basse est modélisé par le segment $[C_1G_1] = [CG]$. **Tracer** le point C_1.
Question A.4 DRS1	Sur la figure du document DRS1, **tracer** le segment $[A_1C_1]$, matérialisant le bras (2) en position basse. **Mesurer** la longueur du segment [DA] puis $[DA_1]$. **Noter** ces valeurs sur le document DRS1 en les mettant à l'échelle. **Indiquer** la course de la tige du vérin électrique nécessaire au débattement angulaire du bras (2) en phase d'utilisation.

Pour un confort de déplacement optimum de la PMR, il faut que sa manipulation se fasse avec douceur. L'amplitude du balancement de son corps doit être réduit au maximum. L'accélération de la tige du vérin est alors un paramètre influent à respecter pour éviter une oscillation trop importante. Pour cela, nous avons réalisé sur un logiciel, trois simulations imposant une consigne de vitesse de sortie du vérin suivant une loi dite trapézoïdale.

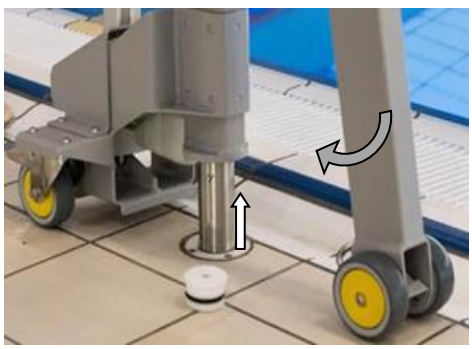
Question A.5 DTS1	À partir du document technique DTS1, **relever** sur votre copie, la valeur de la durée maximum d'entrée dans l'eau et la valeur de l'accélération maximale de balancement de la PMR pour un confort optimum.
Question A.6 DTS2 et DTS3 DRS2	En observant les courbes tests n°1, 2 et 3, des documents techniques DTS2 et DTS3, **compléter** le tableau du document réponse DRS2. **Choisir** le test respectant les exigences du cahier des charges. Sur votre copie, à partir du document DTS2 et de la courbe test choisie, **relever** la durée de la phase d'accélération. **Calculer,** alors l'accélération de la tige du vérin.
Question A.7	**Conclure,** en les énonçant, sur les performances cinématiques du vérin : course, vitesse et accélération.

PARTIE B : comment diagnostiquer l'efficience de la chaine de puissance de l'appareil ?

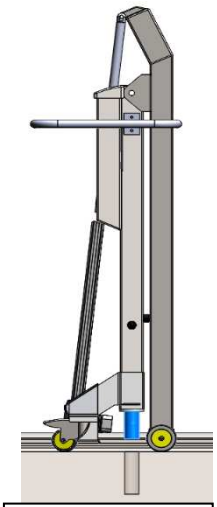
La première étape du rangement de l'appareil vers le local d'équipements est son extraction du socle. Cette opération n'est pas une chose aisée. L'appareil a une masse conséquente et il est retenu par un joint d'étanchéité. En le soulevant, l'assistant risque de glisser et de se blesser. De ce constat, la société Handi-Move a conçu une nouvelle fonction à l'appareil, un système auto extractible.



Phase d'accostage du bras sur le sol



Phase d'extraction



Position pliée

Objectif : vérifier les performances énergétiques du vérin en phase d'enlèvement de son socle.

En plus de mettre à l'eau la PMR, le vérin électrique va extraire le système de son socle et le plier complètement pour un volume de rangement minimum. En position « pliée », comme le montre la figure ci-dessus, la tige du vérin utilise l'ensemble de sa course. Celle-ci est alors entièrement sortie.

Le vérin électrique retenu est référencé : **EWELLIX MAX30-A 650 930 A25100-516**,

Question B.1

DTS4

À l'aide du document DTS4 et de la référence du vérin, **relever** sur votre copie la tension d'utilisation U, la charge nominale F du vérin et sa longueur de course totale C.

Question B.2

DTS5

Le facteur de sécurité S est défini par $S = {}^{Fe}/_{F}$ où F est la charge nominale et F_e est la charge effective, il est pris ici égal à 2.

À partir de la charge nominale F et des diagrammes du document DTS5, **déterminer** la charge effective F_e.

Déterminer l'intensité du courant I.

Déterminer la vitesse V de sortie du vérin en phase d'extraction, celle-ci sera exprimée en $m \cdot s^{-1}$.

Question B.3

Calculer la puissance absorbée par le vérin P_{abs}.

Calculer la puissance utile du vérin P_u.

Question B.4

DTS6

Calculer le rendement du vérin $\eta_{vérin}$.

Puis à l'aide du document DTS6, **calculer** le rendement global η_g de l'appareil.

Question B.5

Conclure quant aux conséquences du rendement global en général et du rendement du vérin en particulier sur l'autonomie de l'appareil.

PARTIE C : comment optimiser le rapport résistance/masse afin d'obtenir une durée de vie plus longue du système ?

Objectif : choisir le matériau le plus léger et le plus résistant possible devant évoluer le plus longtemps possible dans un environnement humide.

Question C.1

DTS7

Sur votre copie, après avoir exploité les diagrammes du document DTS7, **justifier** une étude plus approfondie du bras (2).

Question C.2 | À l'aide de la modélisation décrite sur le document DTS8, **donner** le type de sollicitation du bras 2. **Relever** sur le diagramme issu du logiciel de RDM, le moment fléchissant maximal.

DTS8

L'expression de la condition de résistance en flexion : $\sigma_{max} = \frac{\mathcal{M}_{fmax}}{I_{GZ}/_{v}} \leq \frac{Re}{cs}$

σ_{max} : Contrainte normale maximale en MPa
Mf_{max} : Moment fléchissant maximal en N·mm
IGz : Moment quadratique de la section en mm^4
v : Distance entre le centre de gravité et la fibre la plus comprimée ou tendue en mm

(v = h/2 ; avec h hauteur de la poutre en mm)

Re : Résistance élastique du matériau en MPa

cs : Coefficient de sécurité

Question C.3 | À partir de la formule ci-dessus, **donner** les éléments relatifs à la géométrie de la section qui influent sur la valeur de σ_{max}.

DTS9

À l'aide du tableau du document DTS9, c**hoisir,** en l'argumentant, la forme de la section qui va minimiser la contrainte normale.

L'optimisation du matériau utilisé pour réaliser le bras amène à obtenir l'indice de performance le plus grand possible : $M = E^{1/2}/\rho$ (poutre légère et rigide). Une étude préalable sur un logiciel de choix des matériaux a permis d'établir le diagramme DRS3 : Module d'Young / Masse volumique.

Question C.4 | Sur le diagramme DRS3, **tracer,** pour l'indice de performance retenu, la ligne d'équi-performance dont l'ordonnée à l'origine est de 1 GPa. **Indiquer** la zone d'investigation qui permettra de le maximiser. Ensuite, **préciser** les familles des candidats possibles.

DRS3

Question C.5 | Sur votre copie, à l'aide de l'équation de la condition de résistance donnée ci-dessus, **calculer** la contrainte normale maximale subie par le bras.

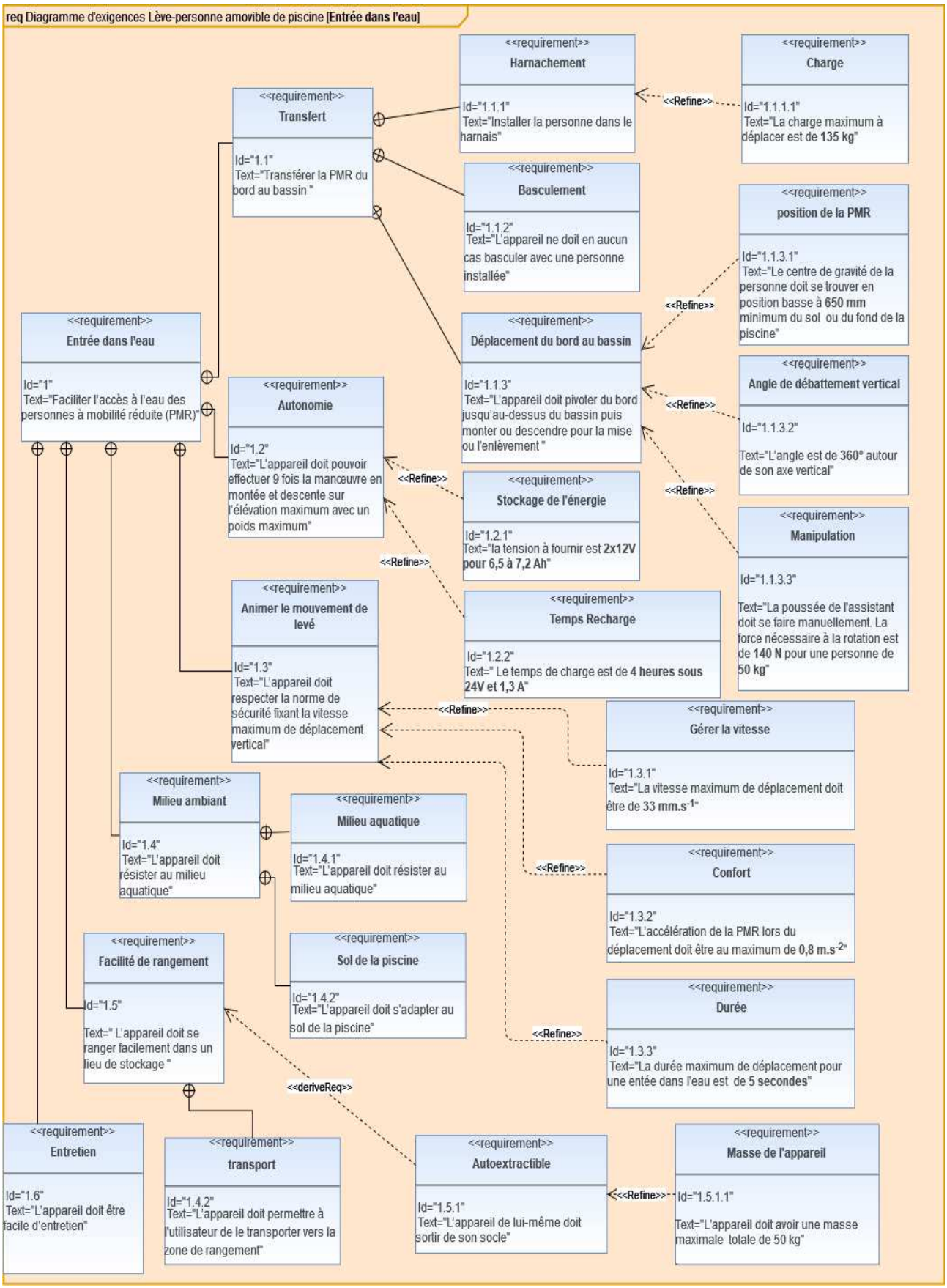
On prendra pour coefficient de sécurité cs = 3.

Déterminer la résistance élastique minimale Re_{mini}, qui permettra par la suite de renseigner le logiciel.

Question C.6 | La limite élastique minimum choisie est Re = 400 MPa. **Tracer** la zone d'investigation sur le document réponse DRS4. **Désigner** sur ce document les 4 meilleurs candidats.

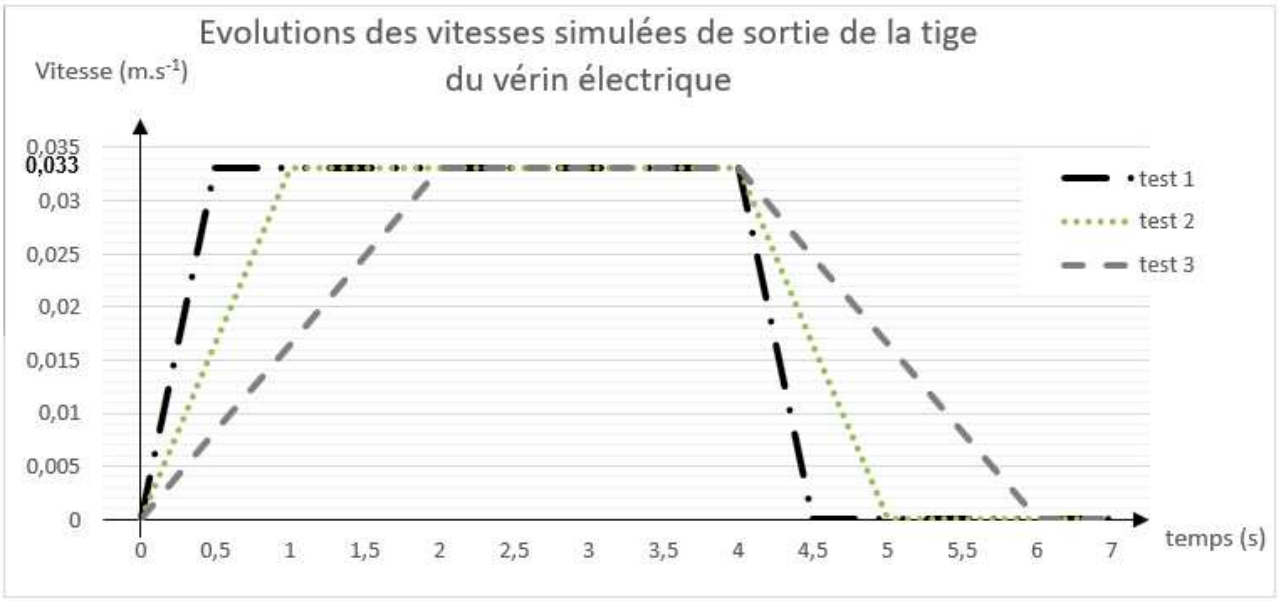
DRS4

Question C.7 | **Conclure** quant à la forme de la structure et au matériau utilisé.


req Diagramme d'exigences Lève-personne amovible de piscine [Entrée dans l'eau]
<<requirement>> Harnachement
Id="1.1.1"
Text="Installer la personne dans le harnais"
<<requirement>> Charge
Id="1.1.1.1"
Text="La charge maximum à déplacer est de 135 kg"
<<Refine>>
<<requirement>> Transfert
Id="1.1"
Text="Transférer la PMR du bord au bassin "
<<requirement>> Basculement
Id="1.1.2"
Text="L'appareil ne doit en aucun cas basculer avec une personne installée"
<<requirement>> position de la PMR
Id="1.1.3.1"
Text="Le centre de gravité de la personne doit se trouver en position basse à 650 mm minimum du sol ou du fond de la piscine"
<<requirement>> Entrée dans l'eau
Id="1"
Text="Faciliter l'accès à l'eau des personnes à mobilité réduite (PMR)"
<<requirement>> Déplacement du bord au bassin
Id="1.1.3"
Text="L'appareil doit pivoter du bord jusqu'au-dessus du bassin puis monter ou descendre pour la mise ou l'enlèvement "
<<requirement>> Angle de débattement vertical
Id="1.1.3.2"
Text="L'angle est de 360° autour de son axe vertical"
<<requirement>> Autonomie
Id="1.2"
Text="L'appareil doit pouvoir effectuer 9 fois la manœuvre en montée et descente sur l'élévation maximum avec un poids maximum"
<<requirement>> Stockage de l'énergie
Id="1.2.1"
Text="la tension à fournir est 2x12V pour 6,5 à 7,2 Ah"
<<requirement>> Manipulation
Id="1.1.3.3"
Text="La poussée de l'assistant doit se faire manuellement. La force nécessaire à la rotation est de 140 N pour une personne de 50 kg"
<<requirement>> Temps Recharge
Id="1.2.2"
Text=" Le temps de charge est de 4 heures sous 24V et 1,3 A"
<<requirement>> Animer le mouvement de levé
Id="1.3"
Text="L'appareil doit respecter la norme de sécurité fixant la vitesse maximum de déplacement vertical"
<<requirement>> Gérer la vitesse
Id="1.3.1"
Text="La vitesse maximum de déplacement doit être de 33 mm.s-1"
<<requirement>> Milieu ambiant
Id="1.4"
Text="L'appareil doit résister au milieu aquatique"
<<requirement>> Milieu aquatique
Id="1.4.1"
Text="L'appareil doit résister au milieu aquatique"
<<requirement>> Confort
Id="1.3.2"
Text="L'accélération de la PMR lors du déplacement doit être au maximum de 0,8 m.s-2"
<<requirement>> Facilité de rangement
Id="1.5"
Text=" L'appareil doit se ranger facilement dans un lieu de stockage "
<<requirement>> Sol de la piscine
Id="1.4.2"
Text="L'appareil doit s'adapter au sol de la piscine"
<<requirement>> Durée
Id="1.3.3"
Text="La durée maximum de déplacement pour une entée dans l'eau est de 5 secondes"
<<deriveReq>>
<<requirement>> Entretien
Id="1.6"
Text="L'appareil doit être facile d'entretien"
<<requirement>> transport
Id="1.4.2"
Text="L'appareil doit permettre à l'utilisateur de le transporter vers la zone de rangement"
<<requirement>> Autoextractible
Id="1.5.1"
Text="L'appareil de lui-même doit sortir de son socle"
<<requirement>> Masse de l'appareil
Id="1.5.1.1"
Text="L'appareil doit avoir une masse maximale totale de 50 kg"

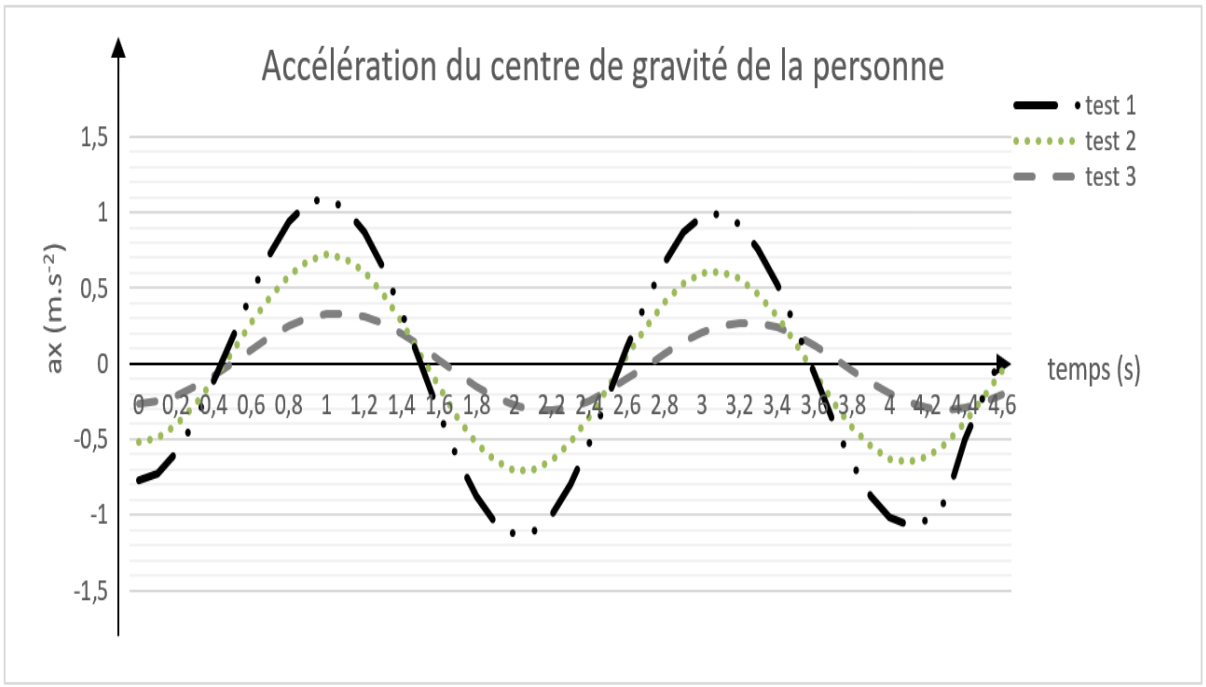
Document technique DTS2 - Loi trapézoïdale des vitesses de sortie du vérin

Un travail préliminaire de paramétrage a permis d'entrer dans le logiciel différents scénarios de commandes de sortie de la tige du vérin.



Document technique DTS3 - Accélération du centre de gravité G de la personne

À partir des différentes évolutions des vitesses de sortie de la tige du vérin (DTS2 : test 1, 2 et 3), le logiciel de simulation a calculé les différentes valeurs d'accélération au niveau du centre de gravité G de la personne suivant l'axe x.



Document technique DTS4 - Caractéristiques du vérin électrique*

EWELLIX **Matrix3**

Désignation de la référence du vérin

MAX3 □ - □□□□□□□A□□□□□□ 000

Type

Voltage

0	24 V DC
1	24 V DC with integrated current cut-off
2	12 V DC

Charge nominale

A	8 000 N
B	4 000 N
C	3 000 N

Course (C)

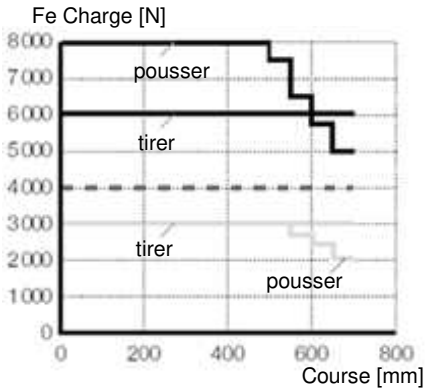
050 265	50 mm
100 315	100 mm
150 365	150 mm
200 415	200 mm
250 465	250 mm
300 515	300 mm
350 565	350 mm
400 680	400 mm
450 730	450 mm
500 780	500 mm
550 830	550 mm
600 880	600 mm
650 930	650 mm
700 980	700 mm
---- ----	Other stroke lengths; 50 < S < 700 mm



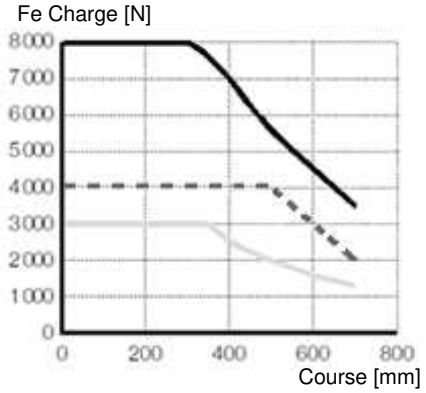
Document technique DTS5 - Diagrammes de performances du vérin électrique

Courbe pour un vérin de charge nominale F de 3 000 N : ——— 4 000 N : - - - 8 000 N : ———

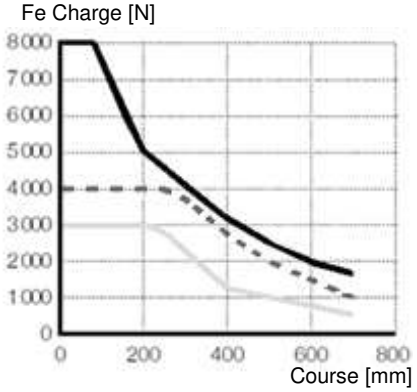
Conditions de charge du facteur de sécurité



Réduction de charge de poussée statique.
Facteur de sécurité S=1



Réduction de charge de poussée statique.
Facteur de sécurité S=2



Réduction de charge de poussée statique.
Facteur de sécurité S=4

Diagramme vitesse-charge

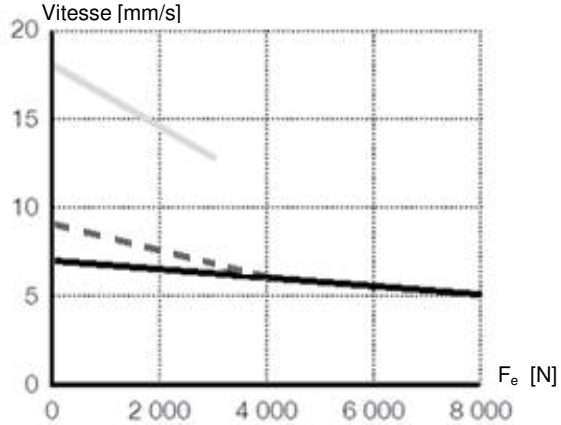
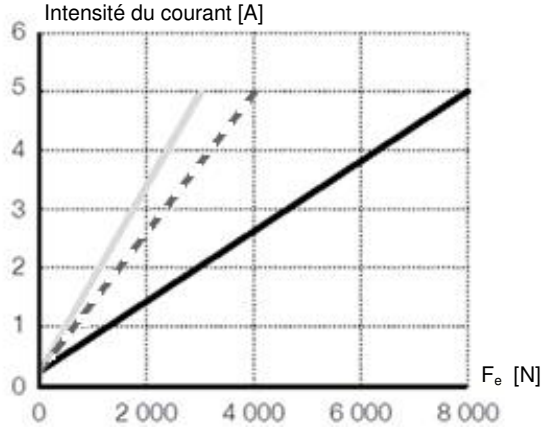


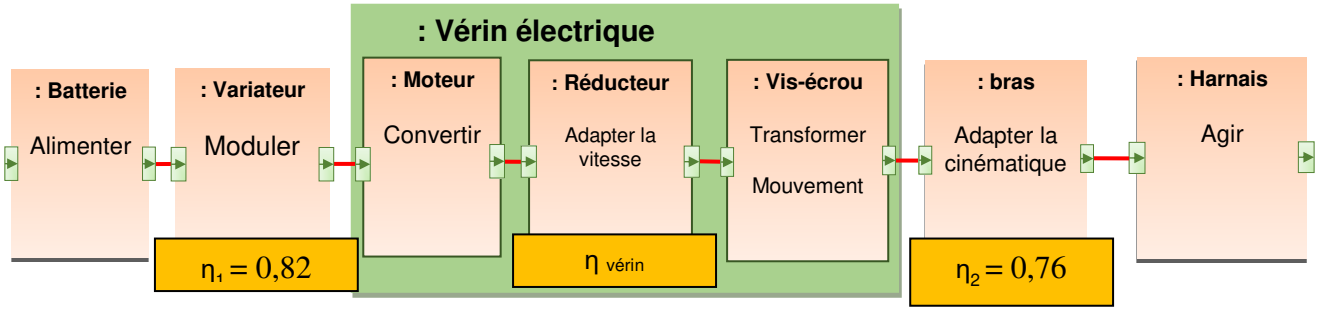
Diagramme Courant-charge



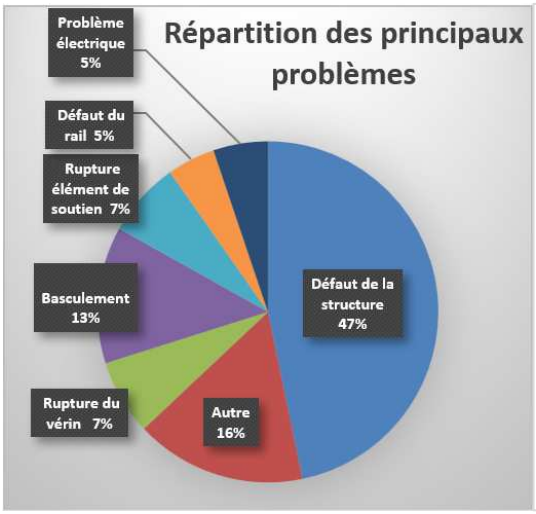
* Sources : D'après les données extraites du catalogue Ewellix-SKF Linear Motion and Actuation Solutions : https://www.ewellix.com/

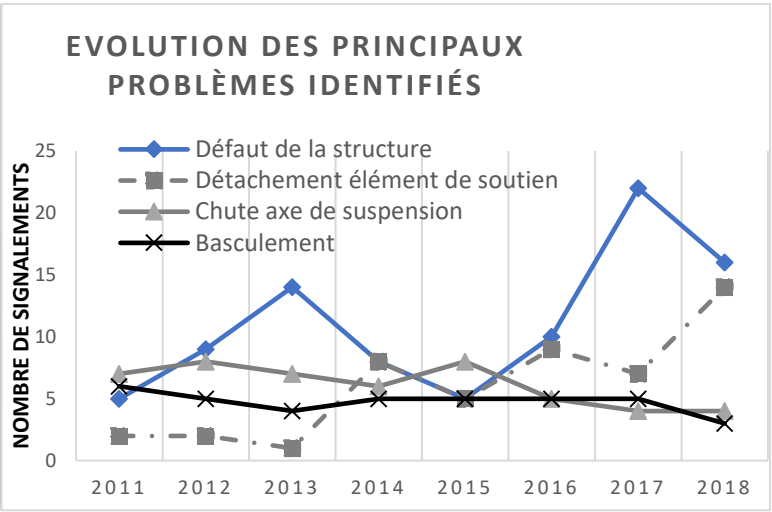
Document technique DTS6 - Diagramme de bloc interne SysML [phase d'extraction]

Chaine de puissance du lève-personne



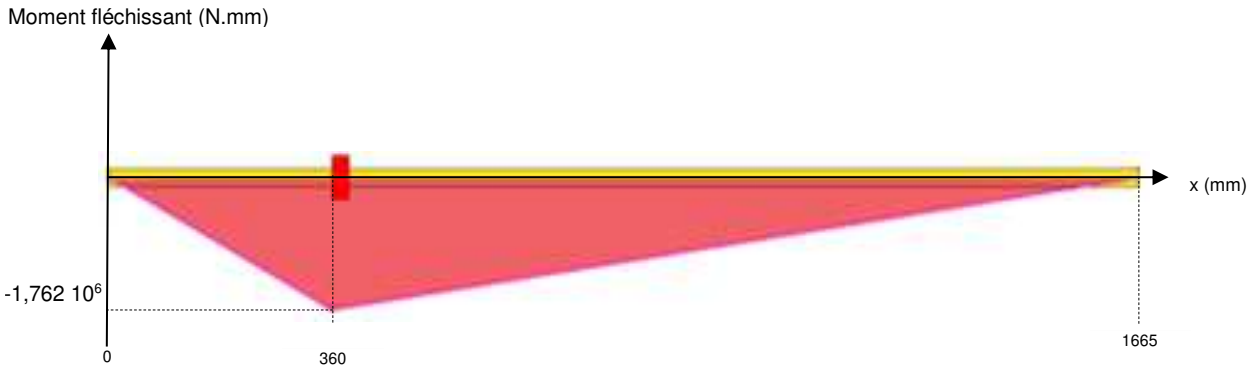
Document technique DTS7 - « Mise au point sur la bonne utilisation des lève-personnes »





Extrait du rapport de l'ANMS (Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé).

Document technique DTS8 - Résultats de simulation du logiciel de RdM du bras



Document technique DTS9 - Tableau des moments quadratiques

Forme	Surface	Dimensions	Formule	Moment quadratique I_{GZ} (mm^4)	Module de déformation W_f (mm^3) = I_{GZ} / v
	**685 mm^2**	Coté A= 26 mm	$I_{Gz} = \frac{A^4}{12}$	38081	2 929
		Base B = 11.5 mm Hauteur H = 60 mm	$I_{Gz} = \frac{BH^3}{12}$	207000	6 900
		Côté ext. A= 60 mm Côté int. a= 54 mm	$I_{Gz} = \frac{A^4 - a^4}{12}$	371 412	12 380
		ext. B = 40 mm H =80 m int. b =34 mm h =74 mm	$I_{Gz} = \frac{BH^3 - bh^3}{12}$	558532	13 963
		D ext. = 70 mm d int. = 63,5 mm	$I_{Gz} = \frac{\pi \times (D^4 - d^4)}{64}$	380474	10 870

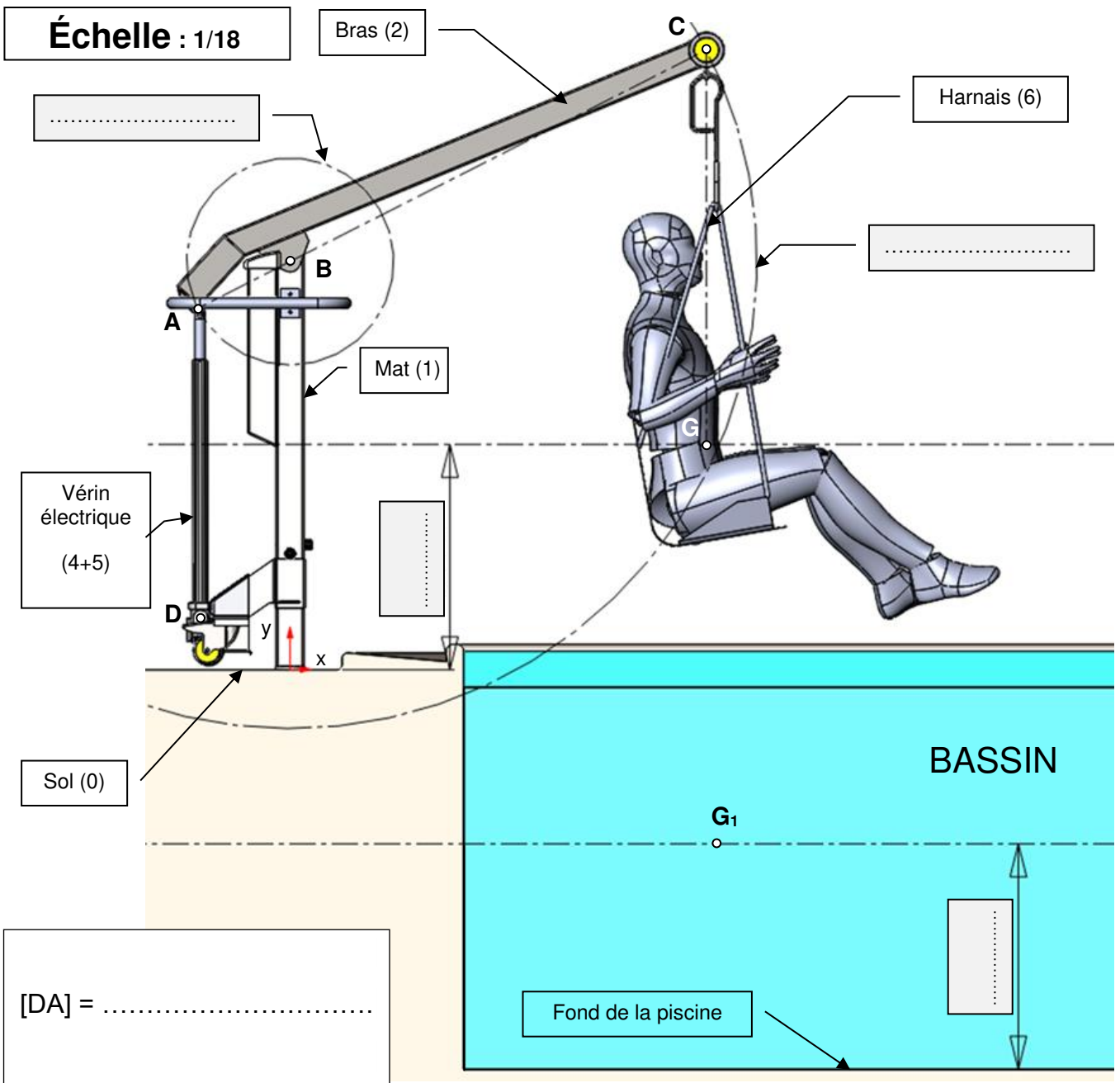
Document réponse DRS1 : étude de la course du vérin pour l'entrée dans l'eau.

Question A.1 à A.4

Mouvement de 2/1 : ……

TC∈2/1 : ……

TA∈2/1 : ……



[DA] = ……

[DA1] = ……..

Course du vérin en phase d'utilisation =……

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Document réponse DRS2 : validation des tests n°1, 2 et 3 vis-à-vis du cahier des charges.

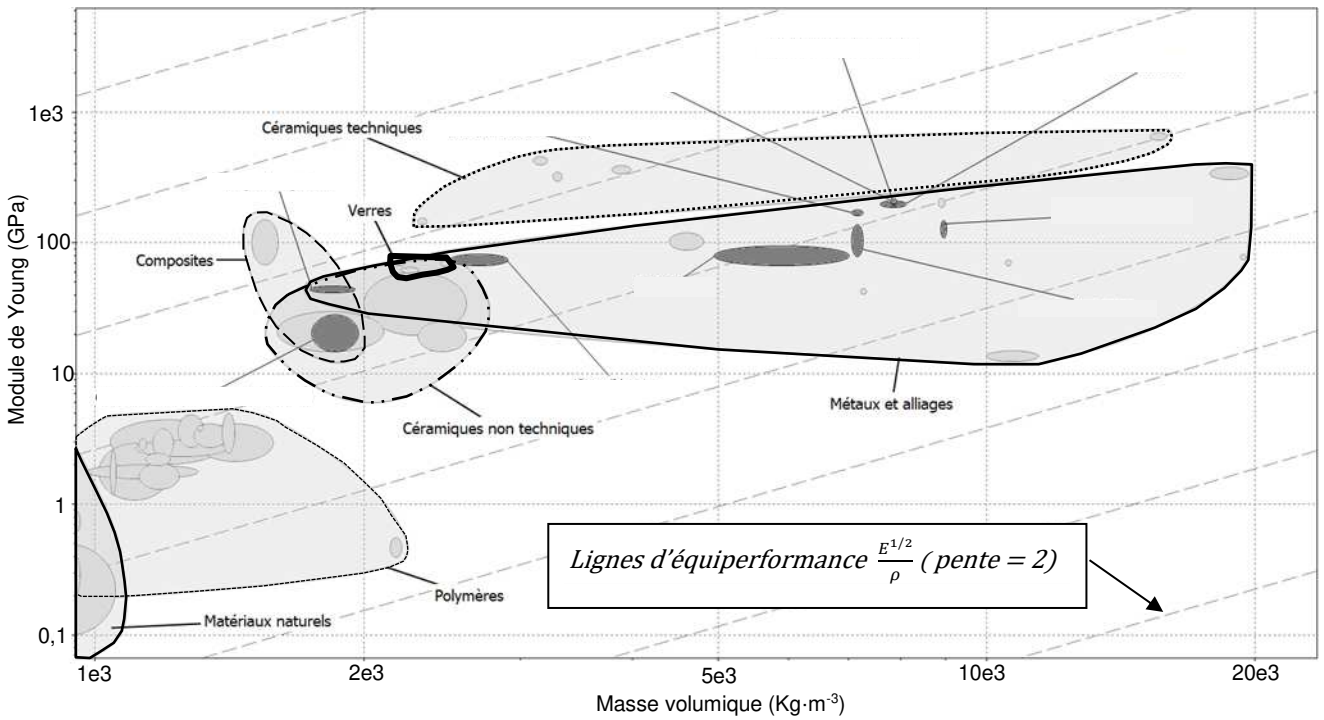
Question A.6 - Compléter les cases du tableau ci-dessous par **validé** ou **non validé**

	TEST N°1	TEST N°2	TEST N°3
Durée			
Accélération à ne pas dépasser pour le confort de la PMR.			

Choix du TEST : ……

Document réponse DRS3 : diagramme Module d'Young versus Masse volumique

Question C.4 - Seuls les candidats nommés et en **gris foncé** sont encore en lice après avoir renseigné les éléments dans le logiciel.



Famille de candidats possibles : ……..……

……..……..……

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

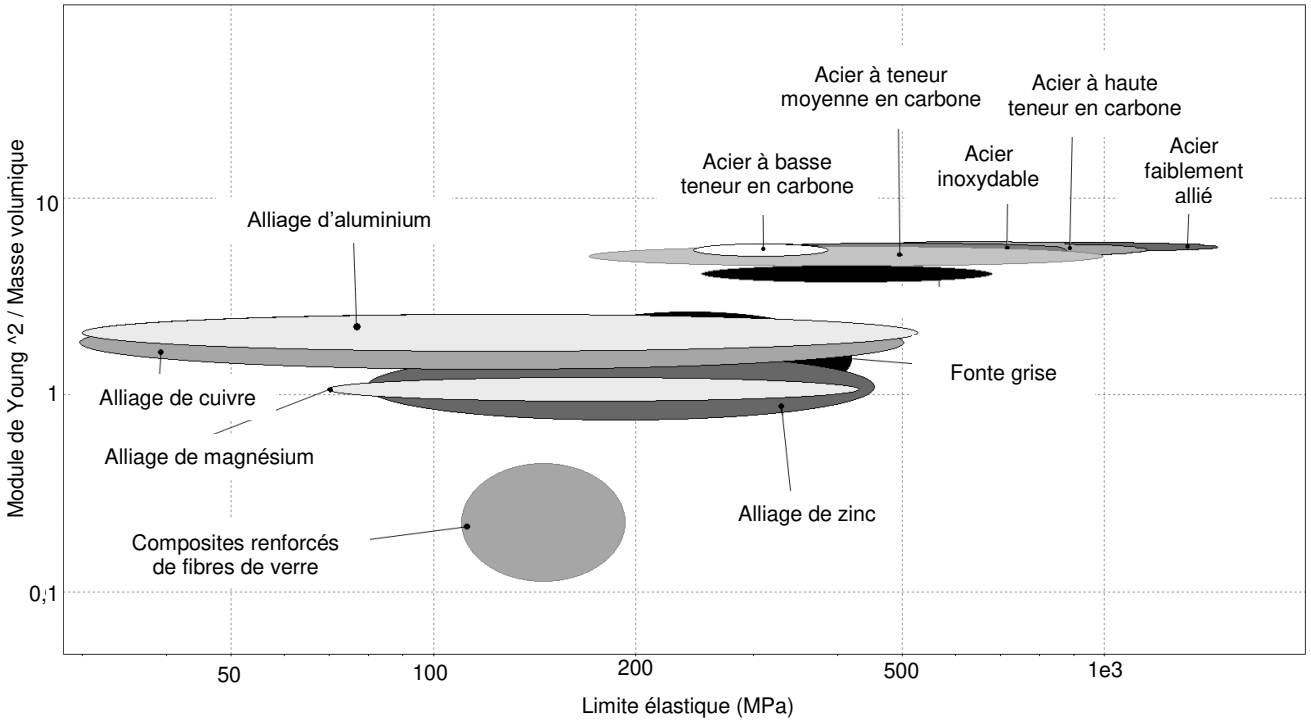
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Document réponse DRS4 : diagramme Indice M versus Résistance élastique

Question C.6



4 Candidats possibles : ……

……

……

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.