

Ingénierie, innovation et développement durable

Éléments de correction Partie commune

Rénovation d'un Stade nautique à Clermont-Ferrand



Travail demandé

Partie 1. L'installation actuelle permet-elle de respecter les normes sanitaires ?

Question 1.

$$V = 12,5 \left[(14,7 \times 2,5) + (11,5 \times 1,5) + \left(\frac{1 \times 8,5}{2} \right) + (0,7 \times 6,8) + \left(\frac{0,8 \times 6,8}{2} \right) \right]$$

$$V = 12,5 [36,75 + 17,25 + 4,25 + 4,76 + 2,72]$$

$$V = 12,5 [58,25 + 7,48]$$

Zone sportive : $V = 12,5 \times 58,25 = 728,125 \text{ m}^3$ soit 728125 litres

Zone apprentissage : $V = 12,5 \times 7,48 = 93,5 \text{ m}^3$ soit 93500 litres

Total = $821,625 \text{ m}^3$ soit 821625 litres

Question 2.

Exigence : respecter un débit obligatoire de 30 litres/baigneurs/jour ou renouvellement en 4h.

Zone sportive :

728125 litres en 4h d'où un débit de $\frac{728125}{4} = 182000$ litre-heure⁻¹ ou 182 m³·h⁻¹

Zone apprentissage :

93500 litres en 4 h d'où un débit de $\frac{93500}{4} = 23375$ litre-heure⁻¹ ou environ 23 m³·h⁻¹

Pour l'ensemble du bassin : Il y a 5 pompes

Donc $\frac{821625}{5} = 164325$ litres par pompes

Le débit par pompes est de : $\frac{164325}{4} = 41081$ litre-heure⁻¹ ou 41 m³·h⁻¹

Question 3.

Nous avons :

- Zone apprentissage : $77,4 + 75,4 = 152,8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
- Zone sportive : $80,1 + 86,3 + 80,4 = 246,8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

soit un total de $399,6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ après filtration d'où en divisant par 5 pompes $\rightarrow 80 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ce qui représente le double par rapport aux $41 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ trouvé à la question 2 donc les débits sont largement supérieures à ceux nécessaires.

Question 4.

Nous avons calculé un volume de 811 m³ ce qui donne :

$$t = \frac{821}{399,6} = 2,05 \text{ h}$$

L'ARS préconise un temps de 4h, nous sommes donc bien en dessous des normes préconisées

Question 5.

En effet, ce fonctionnement a un impact sur les dépenses énergétiques puisque les pompes tournent plus vite et donc consomme plus. Une solution serait de diminuer la vitesse des pompes pour arriver à un débit plus bas et donc un temps de recyclage de l'eau proche des 4 h.

Question 6.

Voir DR1

$$\text{TH} = 100\text{ppm}$$

$$\text{TA} = 120\text{ppm}$$

$$\text{pH} = 7,88 \text{ (environ 7,9)}$$

Question 7.

La valeur du TH est un peu limite par rapport aux valeurs attendues (entre 100 et 200ppm) alors que la valeur du TA reste correcte (entre 100 et 300ppm).

Ceci donne une valeur de pH trop élevée (l'eau est donc trop basique).

Pour pouvoir améliorer ce pH, il faudrait pouvoir augmenter la valeur du TH, pour cela il faut ajouter du chlorure de calcium.

Question 8.

Il n'est pas possible d'augmenter le TAC sans augmenter la valeur du TH car pour atteindre un pH entre 7,2 et 7,4, on dépasse la valeur admissible du TA qui est de 300 ppm.

Partie 2. Utilité de la couverture thermique

Question 9.

Entre 1,5 et 2 cm par jour

Question 10.

$$S = 33 \cdot 12,5 = 412,5 \text{ m}^2$$

Question 11.

36000 baigneurs/an soit $360000/350 = 1029$ baigneurs / jours maxi
 $N = 1029/412.5 =$ environ $2,5$ baigneurs·m⁻²

Question 12.

Voir DR2

On souhaite pouvoir maintenir une température de l'air T_{Air} à 26°C et une température de l'eau Teau à 29°C (plus défavorable) pour les bassins d'apprentissage.

$$H_{TA} = 15,3 \text{ g}_{\text{eau}}/\text{K}_{\text{gas}} \text{ et } H_A = 18,3 \text{ g}_{\text{eau}}/\text{K}_{\text{gas}}$$

Question 13.

$$Q = \frac{S \left((13 + 133N) \cdot (H_A - H_{TA}) + 100N \right)}{1000}$$
$$Q = \frac{412,5 \left((13 + 133 \cdot 2,5) \cdot (18,3 - 15,3) + 100 \cdot 2,5 \right)}{1000}$$
$$Q = \frac{412,5 \left((13 + 332,5) \cdot (3) + 250 \right)}{1000}$$
$$Q = \frac{412,5 \left(345,5 \cdot 3 + 250 \right)}{1000}$$

$$Q = 530 \text{ litre} \cdot \text{heure}^{-1}$$

Question 14.

$$1\text{m}^3 = 1000 \text{ litres}$$

D'où 530 litres soit $0,53 \text{ m}^3/\text{heure}$

Soit : $0,53 / 412.5 = 0,001285 \text{ m} \approx 0,13 \text{ cm}/\text{heure}$

Question 15.

$0,13 \text{ cm}/\text{heure}$, ce qui fait $0,13 \cdot 24\text{h} = 3,12 \text{ cm}$ dans une journée
(sur une semaine : $7 \cdot 3,12 \text{ cm} \approx 22 \text{ cm}$)

Nous sommes au-delà du seuil préconisé par le cahier des charges (voir diagramme d'exigences)

Question 16.

Avec la bâche, la piscine est couverte pendant 13 h chaque jour ce qui permet de limiter l'évaporation de :

$$0,13\text{cm}/\text{h} \cdot (24\text{h}-13\text{h}) = 0,13 \cdot 11 = 1,43 \text{ cm}$$

Et donc : $7 \cdot 1,43 = 10 \text{ cm}$ par semaine

Ceci permet de respecter le cahier des charges (voir diagramme d'exigences)

Partie 3. Mur de séparation

Question 17.

DR3

L'aileron rabattable est le mur amovible qui valide le plus d'exigences du Cahier des charges, contrairement au mur ciseau et au quai mobile, ce qui justifie le choix de ce type de mur.

Question 18.

DR4

Conclusion :

À partir de la construction graphique précédente, la position du mur en position repliée (position horizontale) respecte bien l'exigence relative au non dépassement de 60 cm (Id 5.3.2).

Question 19.

Les trajectoires des points B et C de la plateforme $\underline{2}$ de passage dans son mouvement par rapport au bâti $\underline{0}$ sont des arcs de cercle identiques, le mouvement de la plateforme $\underline{2}$ de passage par rapport au bâti $\underline{0}$ est une translation circulaire. Le parallélogramme déformable (A, B, C, D) permet ce mouvement.

Conclusion :

Cette translation circulaire permet de garantir l'exigence d'horizontalité de la plateforme de passage (Cf. DR3 question 18).

Mise en mouvement du mur

Question 20.

Débattement angulaire du mur : $\Delta\theta_{1/0} = 90^\circ = \frac{\pi}{2} \text{ rad.}$

Durée de déplacement du mur : Id 5.2.1 impose $\Delta t = 140 \text{ s.}$

Vitesse moyenne de rotation du mur : $\omega_{1/0} = \frac{\Delta\theta_{1/0}}{\Delta t} = \frac{\frac{\pi}{2} \text{ rad}}{140 \text{ s}} \approx 0,0112 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$

Vitesse moyenne de rotation du mur : $N_{1/0} = \left(\frac{\pi}{280}\right) \left(\frac{60}{2\pi}\right) \text{ tr/min} \approx 0,107 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

Question 21.

Rapport des vitesses angulaires du réducteur :

$$r = \frac{\omega_{\text{entrée}}}{\omega_{\text{sortie}}} = \frac{Z_3 \cdot Z_2 \cdot Z_1}{Z_4 \cdot N f_3 \cdot N f_4} = \frac{86 \times 80 \times 80}{12 \times 2 \times 2} \approx 11466,7 \quad \left(\text{ou } \frac{1}{r} = \frac{\omega_{\text{sortie}}}{\omega_{\text{entrée}}} = \frac{1}{1146,7} = 8,72 \cdot 10^{-5}\right)$$

Question 22.

$$r = \frac{\omega_{\text{moteur}}}{\omega_{1/0}} \text{ donc } \omega_{\text{moteur}} = r \cdot \omega_{1/0}$$

$$\text{A.N. : } \omega_{\text{moteur}} = r \cdot \omega_{1/0} = \frac{43 \times 800}{3} \cdot \frac{3}{28} \approx 1228,6 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$$

Question 23.

La vitesse nominale du moteur électrique ($1420 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$) est supérieure à $1228,6 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ donc l'exigence Id 5.2.1 est validée.

Commande du mur

Question 24.

Voir DR5

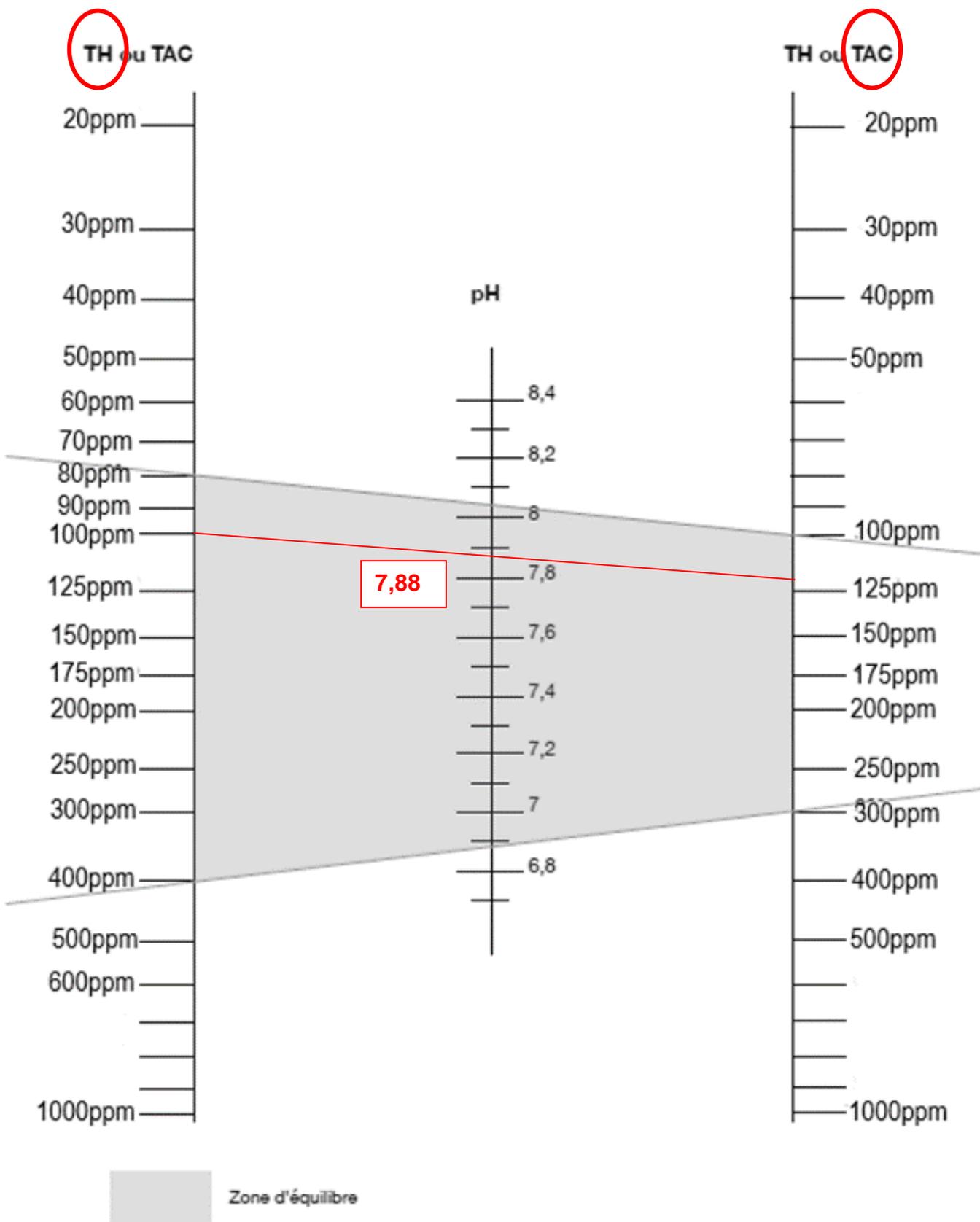
Partie 4. Conclusion générale

Question 25.

Les 3 piliers :

- Sociétal : le stade nautique a été créé en plein centre ville afin d'accroître l'attractivité en proposant différentes activités (Aquagym, spa, espace ludique...) ;
- Économique : la consommation en énergie est revue à la baisse ainsi que la consommation d'eau (apport d'une bâche qui permet d'éviter l'évaporation...)
- Environnemental : plusieurs choses ont été pensées (récupération des eaux de pluie pour les sanitaires, panneau solaire, couverture thermique...)

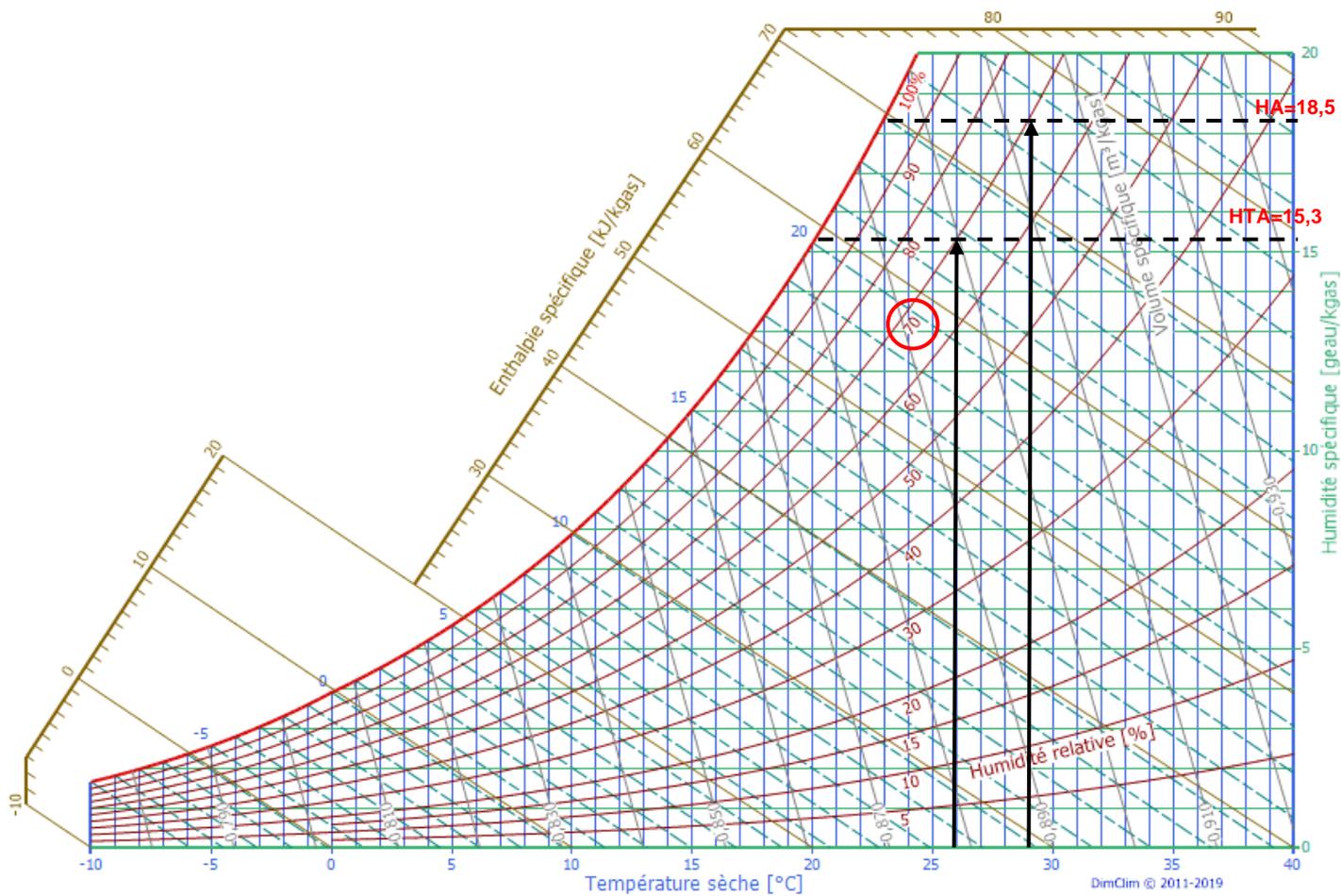
10ppm = 1°F



DR2 : Diagramme de l'air humide

DIAGRAMME DE L'AIR HUMIDE

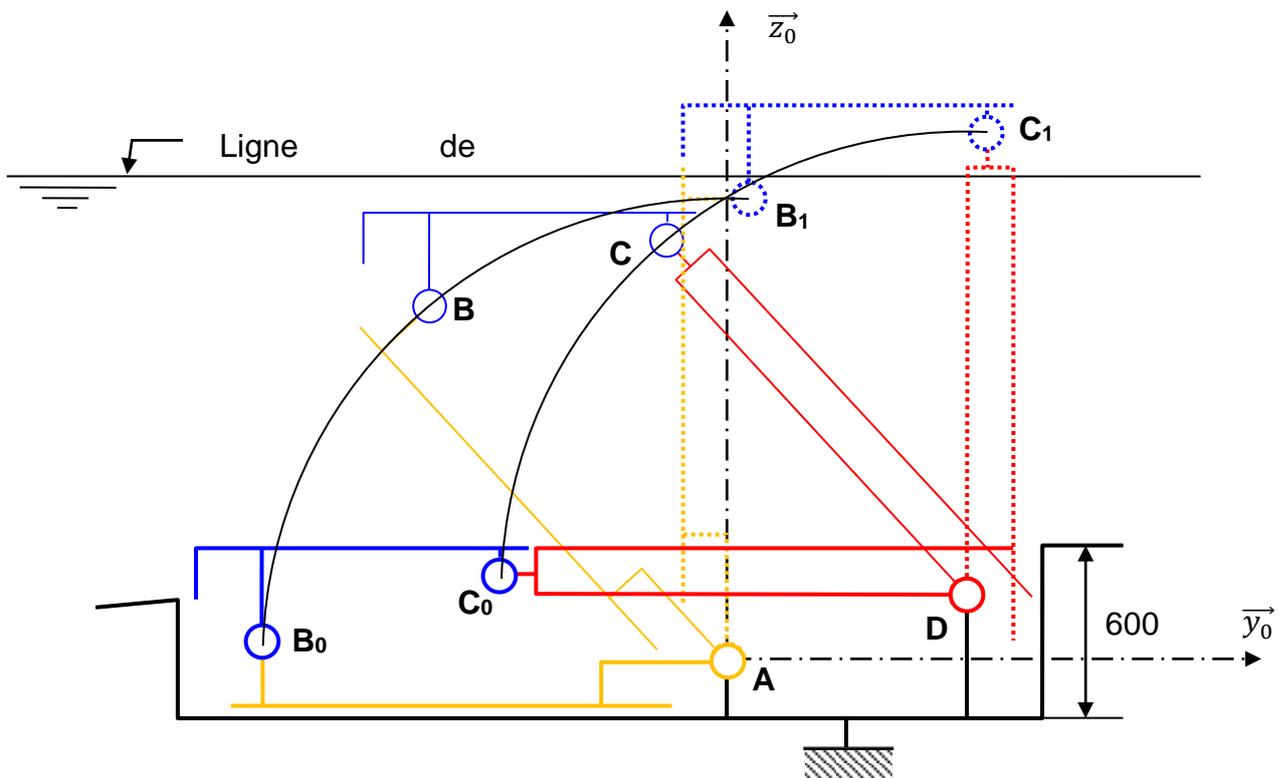
Pression atmosphérique 97772,6 Pa Altitude 300 m



DR3 : Choix du type de mur

	Type de murs		
	Aileron rabattable	Mur ciseau	Quai mobile
Exigence Id5.1.1 : Doit modifier les dimensions du bassin en proposant deux zones.	(++)	(++)	(++)
Exigence Id5.1.3 : L'implantation doit être fixe.	(++)	(++)	(--)
Exigence Id5.3 : Doit permettre les déplacements du personnel.	(++)	(++)	(++)
Exigence Id4.2 : Ne doit pas engendrer des travaux de maçonnerie importants sous le bassin.	(+)	(-)	(++)

DR4 : positions (verticale et horizontale) du mur pliable



DR5 : Diagramme d'état du moteur n°1 commandant le mur amovible

