

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2021

## SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

**Ingénierie, innovation et développement durable**

**ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION**

**Mardi 08 juin 2021**

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 30 pages numérotées de 1/30 à 30/30.

**Constitution du sujet :**

<b>Partie commune (durée indicative 2h30)</b>	12 points
<b>Partie spécifique (durée indicative 1h30)</b>	8 points

**Le candidat traite les 2 parties en suivant les consignes contenues dans le sujet.  
Ces 2 parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre différent.**

**Chacune des parties est traitée sur des copies séparées.  
Tous les documents réponses sont à rendre avec la copie.**

## **PARTIE COMMUNE (12 points)**

---

### **Réhabilitation du centre nautique des Vals du Dauphiné**



- **Présentation de l'étude et questionnement** ..... pages 3 à 8
- **Documents techniques** ..... pages 9 à 14
- **Documents réponses** ..... pages 15 à 16

## Mise en situation

Le centre nautique des Vals du Dauphiné à La Tour-du-Pin est situé dans le département de l'Isère (38) entre Lyon et Grenoble. La piscine est ouverte toute l'année, à des horaires variés.

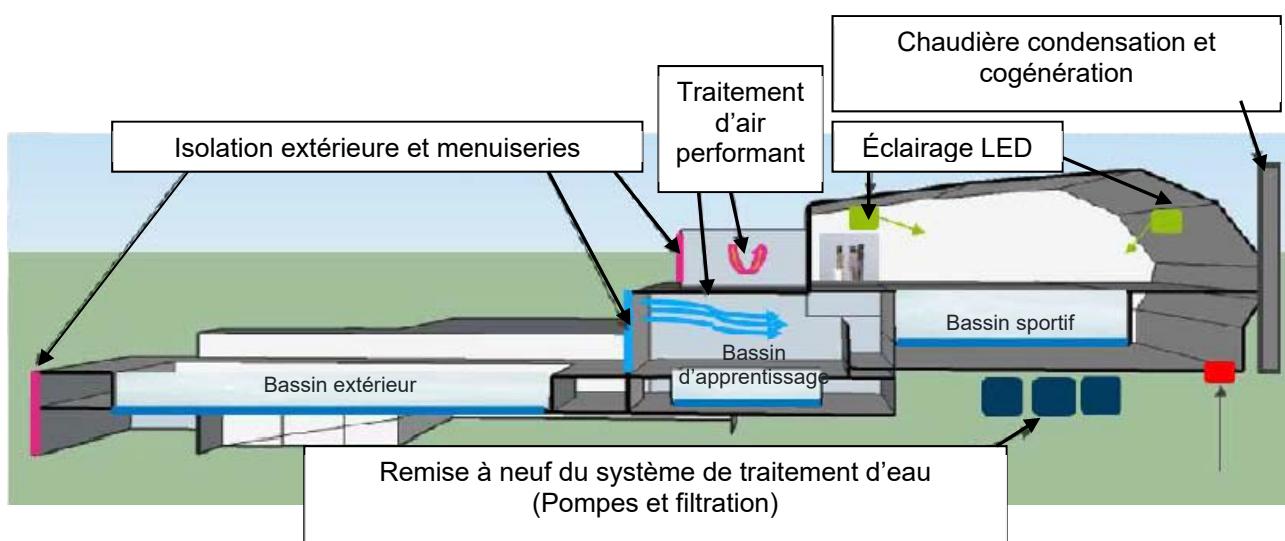
L'établissement est équipé d'un bassin sportif intérieur. Pour les beaux jours, la piscine municipale dispose également d'un espace extérieur composé d'un second bassin, d'un plongeoir et d'une pataugeoire pour les enfants. Des équipements de bien-être comme un solarium permettent de se détendre.



Ouvert au début des années 1970, ce centre nautique intercommunal dispose d'une architecture particulière, que les habitants souhaitent conserver et valoriser. Construit à flanc de colline, les bassins posés sur des pieux profondément ancrés au sol sont répartis sur deux niveaux et l'ensemble de l'équipement sur 4 niveaux. Après plus de quarante années de fonctionnement et bien que régulièrement entretenu, le bâtiment poursuit sa rénovation afin de s'adapter aux normes en vigueur et de contrôler ses consommations énergétiques.

Au programme d'importants travaux de rénovation ont donc été entrepris tels que :

- le remplacement des menuiseries extérieures du RDC et R+1 y compris le sas d'entrée ;
- le remplacement de la centrale de traitement de l'air (CTA) ;
- la rénovation du traitement d'eau avec système de pompage et réchauffage bassin ;
- la rénovation complète de la chaufferie : mise en place d'une nouvelle chaudière à condensation et d'une micro-cogénération, reprise de tous les départs chaufferies ;
- le système de gestion technique du bâtiment (GTB) qui supervise et contrôle les services comme le chauffage, la ventilation et le conditionnement d'air, s'assurant qu'ils fonctionnent de la façon la plus efficace et la plus économique possible ;
- le remplacement des luminaires par des LED dans la halle du bassin sportif.



## Travail demandé

**Partie 1 :** quelle est la solution la plus intéressante d'un point de vue énergétique et écologique, dans le cadre de la rénovation du centre aquatique ?

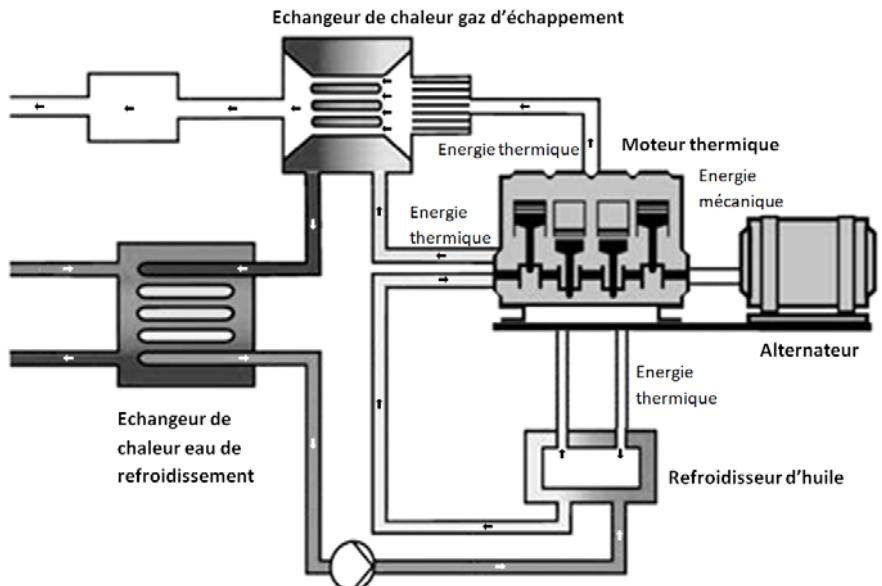
### Étude du bilan énergétique et écologique

- Question 1.1    **Décrire**, d'après le document DT1, la tendance des consommations énergétiques des piscines françaises.
- DT1              **Citer** la technologie de consommation d'énergie la plus performante.

### Principe de la cogénération

La cogénération est la production simultanée d'une énergie thermique et d'une énergie mécanique à partir d'une unique source d'énergie primaire.

L'énergie thermique est utilisée pour les besoins de chauffage du bâtiment et des bassins (avec ou sans production d'Eau Chaude Sanitaire). L'énergie mécanique est utilisée pour produire de l'électricité via un alternateur.



- Question 1.2    **Identifier** les deux blocs du diagramme de blocs internes (IBD) de la chaufferie permettant de chauffer l'eau des bassins. **Cocher**, sur le DR10, les cases correspondant aux flux d'énergies entrant ou sortant du module de cogénération.
- DT2 – DT3  
DR1

- Question 1.3    **Justifier** le choix de la cogénération d'un point de vue du bilan écologique, pour le centre aquatique de la Tour du Pin.
- DT4

## Choix du moteur de cogénération

**Partie 2 :** la solution énergétique alternative par Cogénération au Gaz Naturel est-elle pertinente d'un point de vue économique ?

EDF Obligations d'Achat, aussi nommé EDF OA est l'entité d'EDF responsable de l'achat des énergies renouvelables ou à forte efficacité énergétique. L'entreprise est dans l'obligation d'acheter cette énergie, en vertu du code de l'énergie. D'après l'Arrêté du 3 novembre 2016 fixant les conditions d'achat et du complément de rémunération pour l'électricité produite par les installations de cogénération d'électricité et de chaleur valorisée à partir de gaz naturel, l'année est découpée en deux parties : l'hiver contractuel compris entre le 1er novembre et le 31 mars, et l'été contractuel compris entre le 1er avril et le 30 octobre.

En première approche, le choix d'un moteur ecoGEN33-Agc a été fait (voir DT6), il consomme une puissance  $P_{gaz}$  de 98 kW. On prendra le temps de production pour la revente à 3600 heures par an.

Question 2.1      | **Calculer** l'énergie  $E_{gaz}$  consommée par an en MW·h pour la revente.  
DT5, DR2            | **Déterminer** le coût du gaz consommé par an (voir DT5) et **compléter** le document réponse DR2.

Le rendement électrique du système de cogénération est de 33,8%.

Question 2.2      | **Calculer** la puissance électrique  $P_{elec}$  délivrée par l'installation.  
DT5, DR2            | **Déterminer** l'énergie électrique  $E_{elec}$  produite par an.  
                      | **En déduire** le gain en euros/an dû à la revente de la totalité l'électricité (voir DT5) et **compléter** le document réponse DR2.

La cogénération permet de réduire la consommation de gaz et fait faire une économie de 9376 euros par an sur la facture de gaz.

Question 2.3      | **Déduire** le gain d'exploitation par an en euros sur le tableau récapitulatif des coûts d'exploitation à partir du DR2.  
DR2, DT6            | **Déterminer**, à l'aide du document DT6, le nombre d'années nécessaires (temps de retour sur investissement) pour amortir le coût de l'installation d'un système de cogénération avec un moteur ecoGEN33-Agc.

Le maître d'ouvrage souhaite un temps de retour sur investissement inférieur à 8 ans. La puissance utile pour couvrir les besoins en chauffage de la piscine doit être limitée à 85 kW de puissance thermique car il est techniquement impossible de stocker tout excédant de production.

Question 2.4      | **Justifier** si le choix du moteur ecoGEN33-Agc est pertinent par rapport aux autres moteurs présentés sur le document DT6.  
DT6                  |

## Validation des composants de filtrage

### Partie 3 : les normes de filtration sont-elles respectées ?

La question de l'hygiène en piscine et le nettoyage des locaux sont essentiels. Le manque d'hygiène reste une des principales sources de pollution.

Un baigneur propage 30 millions de bactéries (1 million pour une personne ayant pris une douche savonnée), 25 à 60 ml d'urine, jusqu'à 1l de sueur et 0,5 g de matières organiques. La contamination est principalement localisée au niveau du film superficiel de l'eau mais affecte aussi la totalité de l'eau de tous les bassins, l'air et les sols. La filtration de l'eau des bassins est donc essentielle.

Question 3.1      | **Indiquer** quelles sont les exigences satisfaites par les éléments suivants – bâche tampon, filtres bassins, pompes bassins – à partir du document technique DT8.

Question 3.2      | **Identifier**, sur le document DR3, le circuit d'aspiration et le circuit de refoulement lors de la filtration de l'eau du bassin extérieur et du bassin intérieur (circuit C1) à partir du document DT8.  
DT8                  | **Justifier** la réponse en donnant au moins un argument technique.

L'hydraulique (circulation de l'eau) d'une piscine doit permettre à la fois d'éviter les zones mortes (zones d'eau non brassées), d'évacuer la pollution rapidement et d'assurer une diffusion uniforme du désinfectant. On distingue trois manières d'assurer la circulation de l'eau :

- **Circulation classique** : l'évacuation de l'eau est assurée par une ou plusieurs bordes de fond et les arrivées sont disposées en petite profondeur.

- **Circulation inversée** : l'évacuation de l'eau se fait exclusivement par la surface, (skimmers ou goulottes périphériques) tandis que l'eau traitée arrive par des bouches situées au fond ou à la base des parois.

- **Circulation mixte** : dans ce cas, l'évacuation se fait simultanément par la surface et le fond. La circulation mixte permet l'évacuation efficace des pollutions ainsi qu'un bon brassage du milieu. Les arrivées d'eau sont situées prioritairement sur les parois, en petite profondeur.

Question 3.3      | **Indiquer** quel est le type d'hydraulique utilisé dans la piscine (classique, inversé ou mixte). **Justifier** votre réponse.

Le circuit de filtration C1 est utilisé aussi bien pour le nettoyage du bassin extérieur (en été) que du bassin intérieur (en hiver). Pour la suite de l'étude on s'intéressera uniquement à la filtration durant l'été où seul le bassin extérieur est utilisé.

Question 3.4	<b>Calculer</b> le volume du bassin extérieur à partir du DT7.
DT7, DT8	<b>Relever</b> le temps nécessaire pour la filtration de ce type de bassin sur le diagramme des exigences du DT8. <b>Calculer</b> le débit réglementaire pour le bassin extérieur en $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

La norme de recirculation de l'eau des bassins impose des obligations pour garantir aux usagers une eau conforme aux normes sanitaires. L'élimination de la couche d'eau superficielle des bassins doit se faire à 50 % au minimum par les surfaces, le reste par le fond.

Question 3.5	<b>Calculer</b> le débit d'eau évacuée en surface à partir du DT8.
DT8	

Question 3.6	<b>Relever</b> sur le document DT8 le débit de la goulotte de reprise pour le bassin extérieur. <b>Conclure</b> sur la conformité du débit des goulottes de reprise vis à vis de la norme de recirculation de l'eau.
DT8	

## Transmission et visualisation des informations liées à la cogénération

**Partie 4 :** l'organisation proposée du réseau est-elle satisfaisante ?

Le schéma du réseau est donné sur le DT9. Les automates de la partie maintenance de la piscine communiquent sur le réseau via le protocole ModbusTCP.

Question 4.1	<b>Déterminer</b> l'adresse IP de l'automate qui gère la partie cogénération d'après le schéma de câblage du réseau informatique donné sur le DT9.
DT9	

L'adresse IP de l'automate qui gère le système de filtration de la piscine est 192.168.0.34 et son masque de sous réseau est 255.255.255.248.

Question 4.2	<b>Déterminer</b> , en précisant la méthode utilisée, l'adresse du sous réseau de la partie maintenance de la piscine.
DT9	

Question 4.3	<b>Déterminer</b> , en précisant la méthode utilisée, l'adresse de broadcast du sous réseau de la partie maintenance de la piscine.

Question 4.4 | **Déterminer** le nombre d'adresses disponibles pour ce sous réseau.

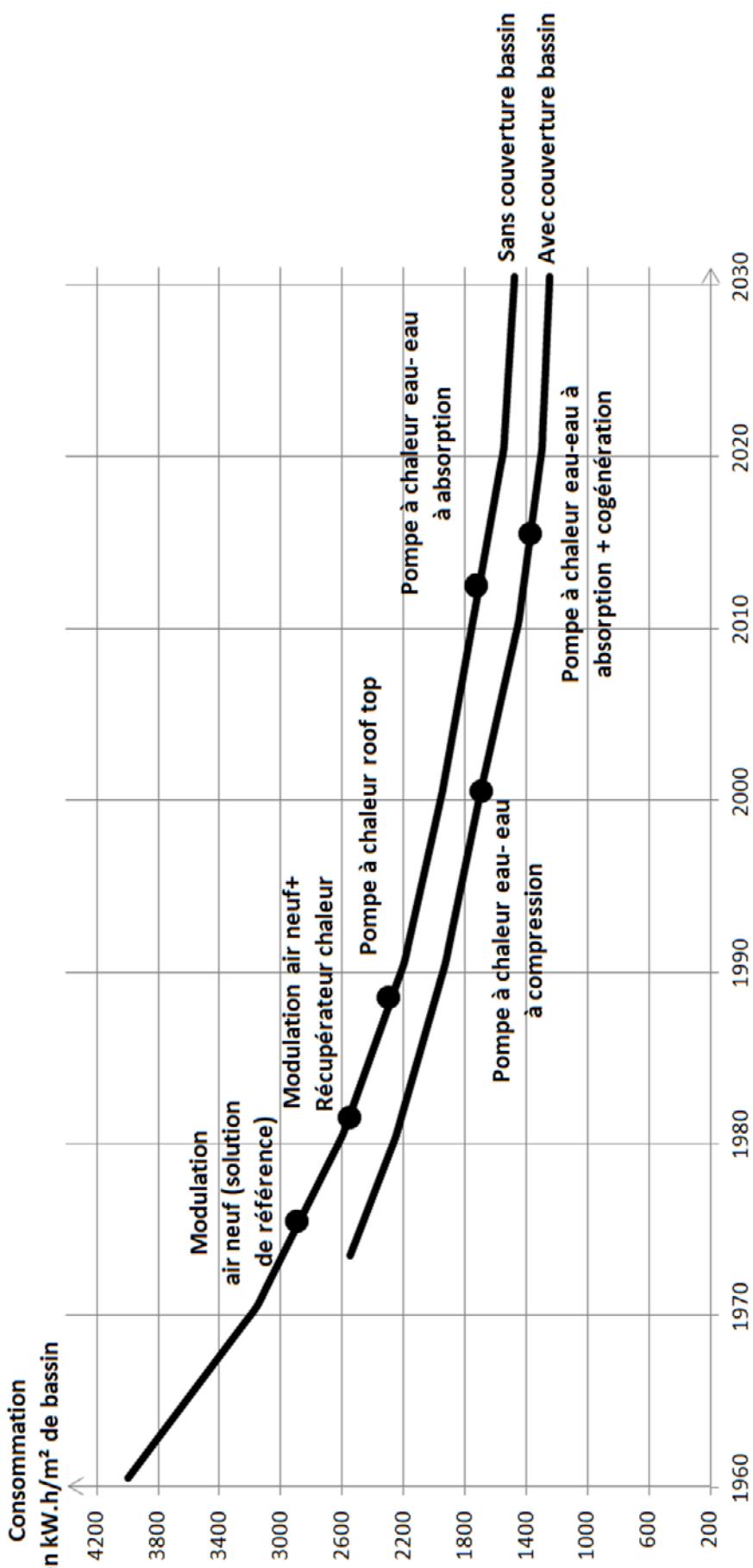
Question 4.5 | **Déterminer** le nombre d'adresses qui sont restées libres dans le sous réseau de la partie maintenance.

Suite à un problème technique, il n'est plus possible d'afficher les valeurs de fonctionnement de la chaudière. Un technicien a donc réalisé un ping sur le réseau entre la console de supervision et l'automate de la chaudière afin de vérifier le bon fonctionnement de la connectique du réseau.

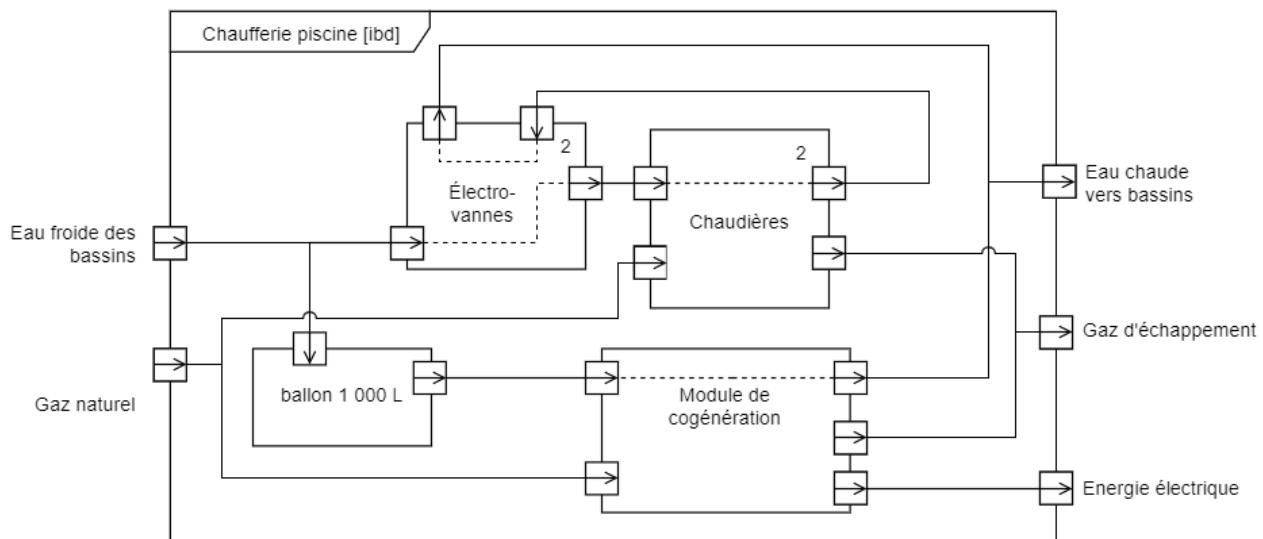
Une capture du paquet ICMP a été réalisée grâce au logiciel Wireshark et est disponible sur le DT10

Question 4.6  
DT10 | **Déterminer** l'adresse IP de l'automate de la chaudière en hexadécimal et en décimal à partir du synoptique d'un paquet ICMP donné sur le DT10.

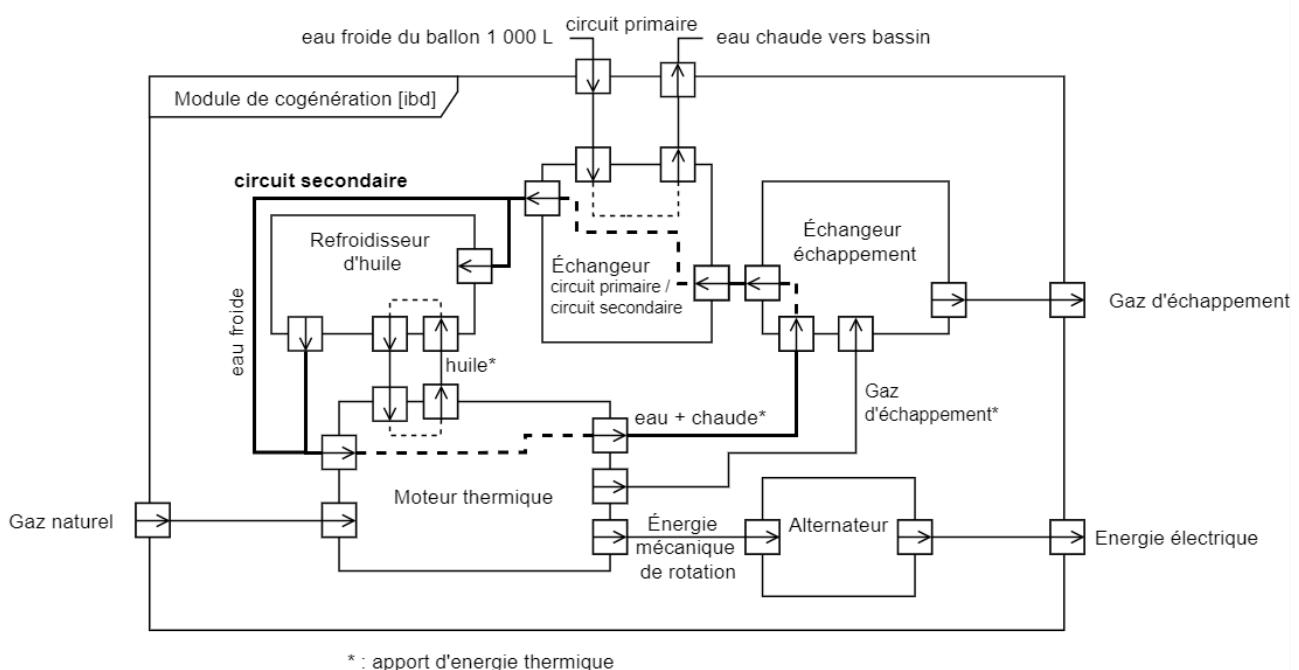
## DT1 : Consommation énergétique moyenne des piscines en France



## DT2 : Diagramme des blocs internes de la chalierie (circuit primaire)



## DT3 : Diagramme des blocs internes du module de cogénération



\* : apport d'énergie thermique

## DT4 : Impact environnemental de la cogénération au centre nautique de la tour du pin

Rejets	Sans cogénération	Avec cogénération	Différentiel	Différentiel %
Emissions de Dioxyde de Carbone	138,25 t	149,4 t	+11,15 t	+8%
Emissions de Dioxyde de Soufre	71,87 kg	58,59 kg	-13,28 t	-18%
Emissions de Oxyde d'Azote	140,83 kg	137,6 kg	-3,23 t	-2%
Emissions d'autres particules	171,145 kg	155,61 kg	-15,535 t	-9%

## **DT5 : Tarifs énergie gaz et électricité**

---

<b>Tarifs Énergie</b>	
Prix gaz	32 € / MWh
Prix électricité	90 € / MWh
Tarif C16 (rachat électricité par EDF OA )	147,90 € / MWh

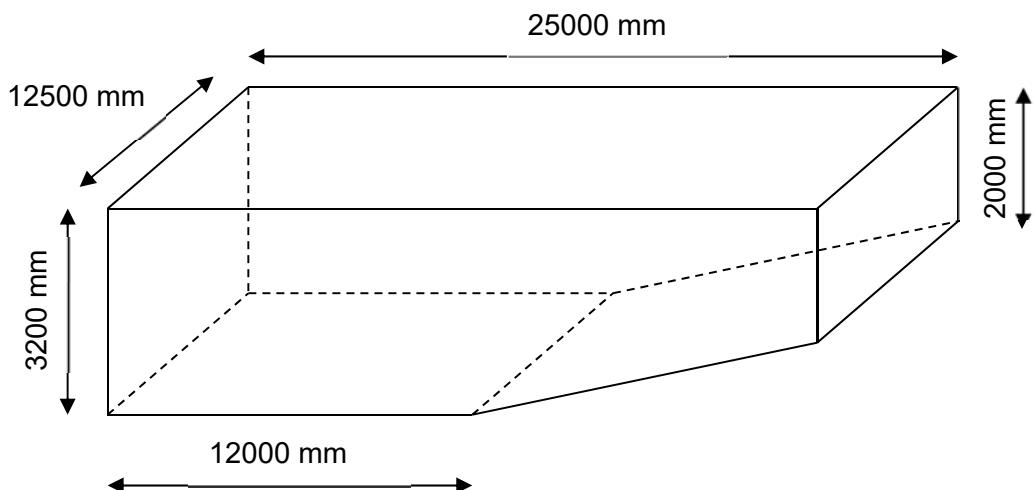
## **DT6 : Caractéristiques des moteurs de cogénération**

---

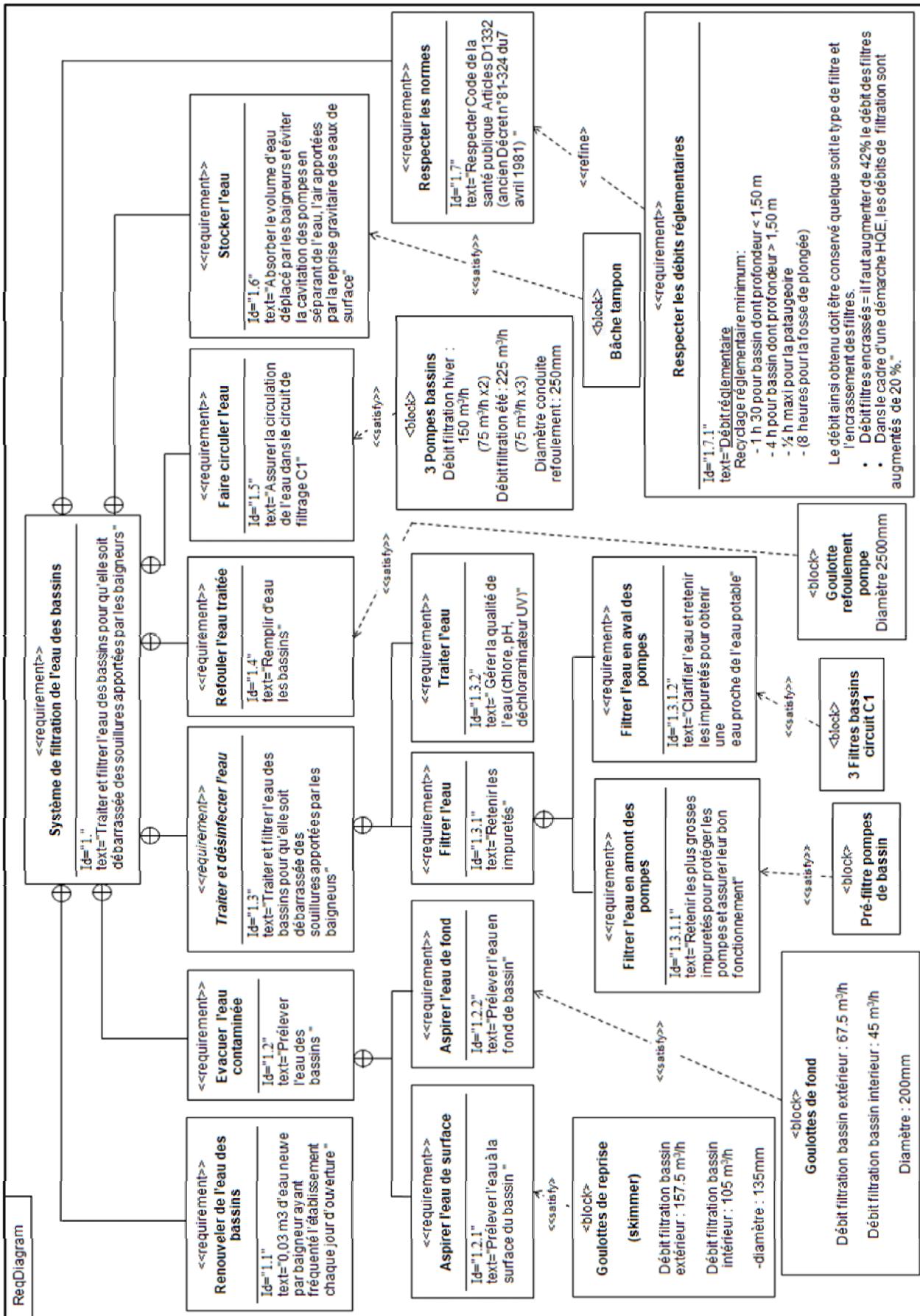
Moteur	Puissance gaz	Puissance thermique	Puissance électrique	Investissement	Gain exploitation	Temps de retour sur investissement
ecoGEN33-Agc	98kW	73.4kW		97300 euros		
Gbox50	139 kW	97 kW	47 kW	103445 euros	16114 euros	6.4 ans
ecoGEN50-Agc	147 kW	84 kW	50 kW	123970 euros	13323 euros	9.3 ans
ecoGEN70-Agc	204 kW	114 kW	70 kW	141106 euros	19347 euros	7.3 ans
Aura 404	246 kW	141 kW	90 kW	184026 euros	24687 euros	7.5 ans

## **DT7 : Dimensions du bassin extérieur**

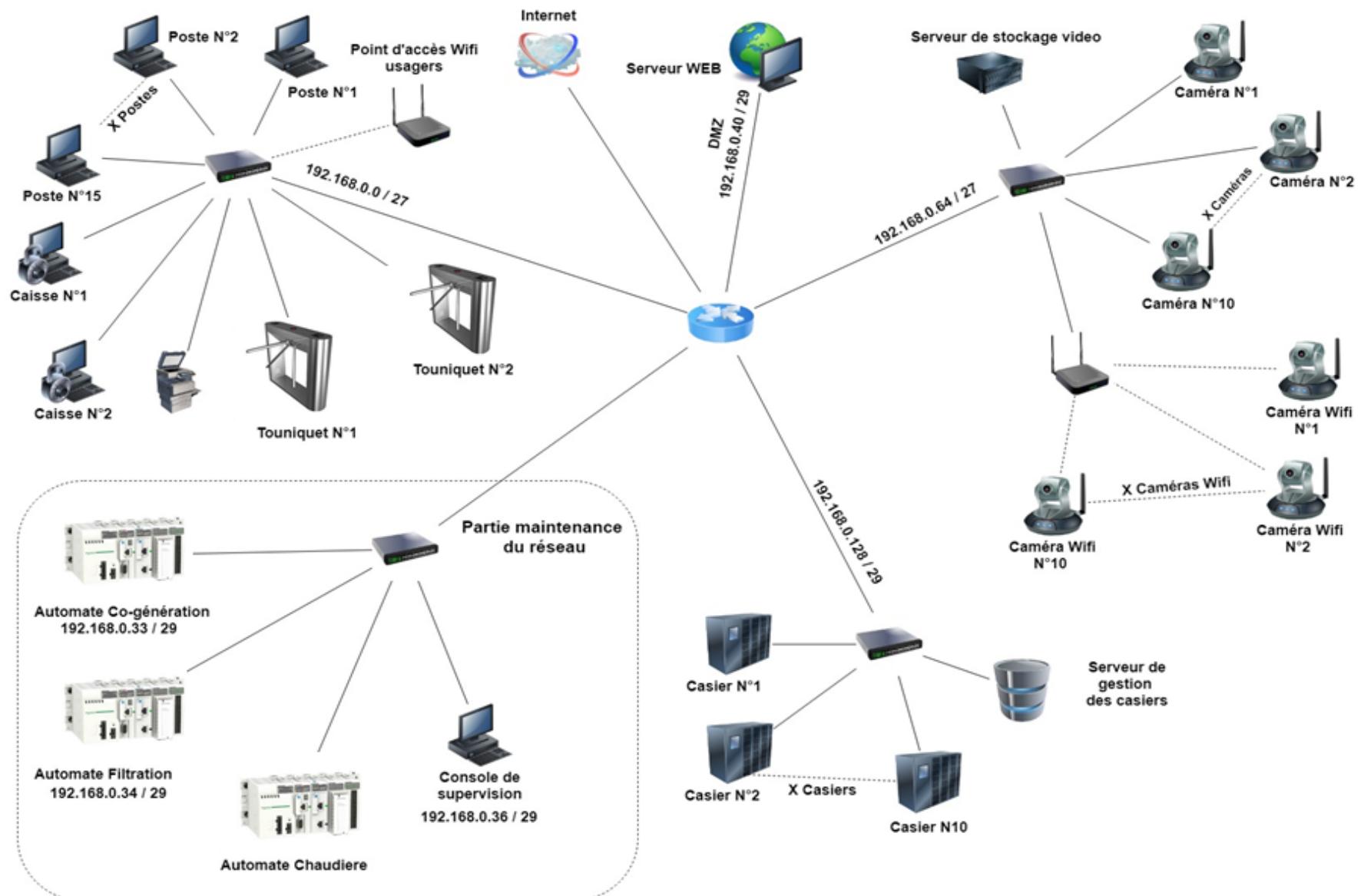
---



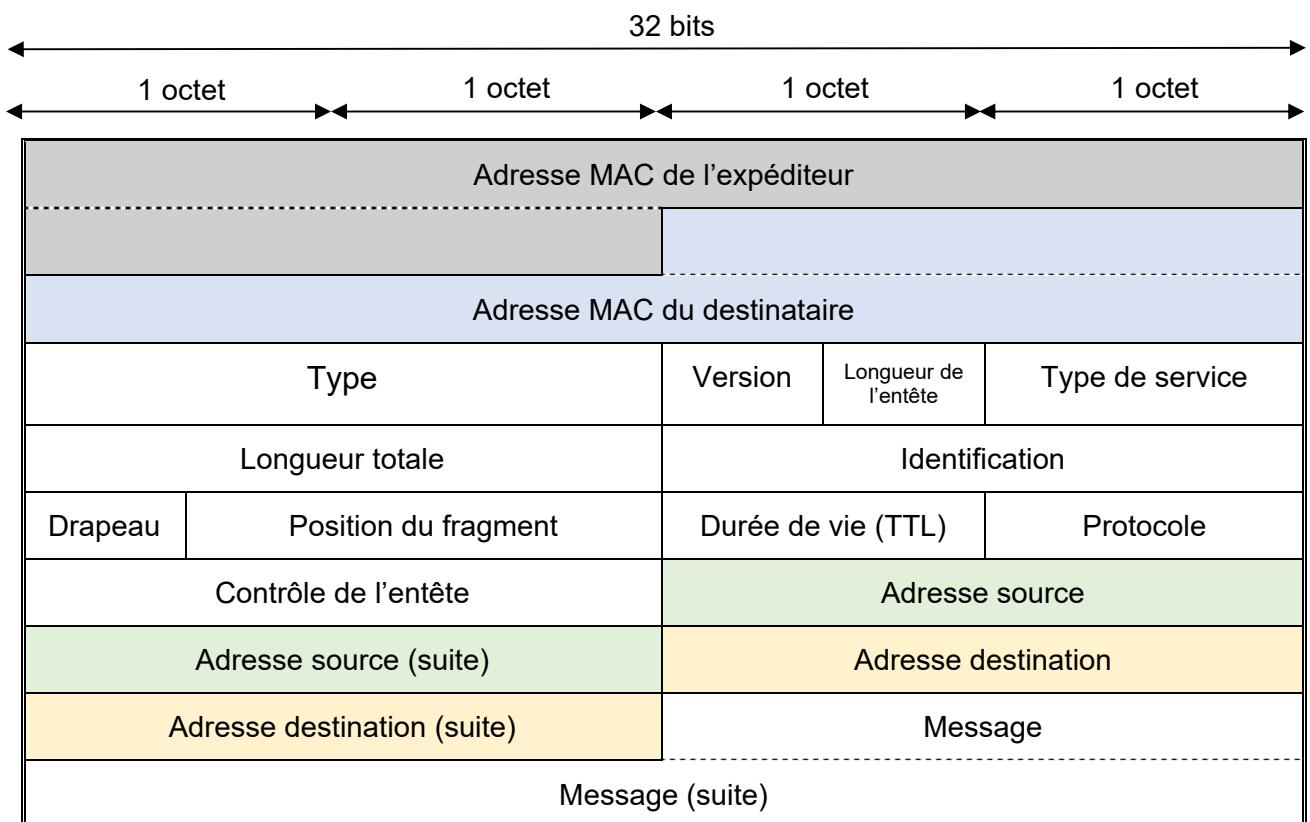
## DT8 : Diagramme des exigences systèmes de filtration



## DT9 : Schéma du réseau



## DT10 : Synoptique d'un paquet ICMP



## Capture réalisée par Wireshark

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0000	f4	ca	e5	4f	a4	b0	f8	a2	d6	36	ff	14	08	00	45	00
0010	00	3c	fb	48	00	00	80	01	bc	f9	c0	a8	00	24	c0	a8
0020	00	23	08	00	4c	8e	00	01	00	cd	61	62	63	64	65	66
0030	67	68	69	6a	6b	6c	6d	6e	6f	70	71	72	73	74	75	76
0040	77	61	62	63	64	65	66	67	68	69						

## **DR1 : Nature des énergies mises en jeu dans le module de cogénération**

	Energie fossile		Energie mécanique		Energie électrique		Energie thermique	
	Absorbée / Entrée	Utile / Sortie	Absorbée / Entrée	Utile / Sortie	Absorbée / Entrée	Utile / Sortie	Absorbée / Entrée	Utile / Sortie
Moteur thermique								
Alternateur								
Echangeur échappement							X	X
Echangeur circuits primaires/secondaires								

## **DR2 : Récapitulatif des coûts d'exploitation**

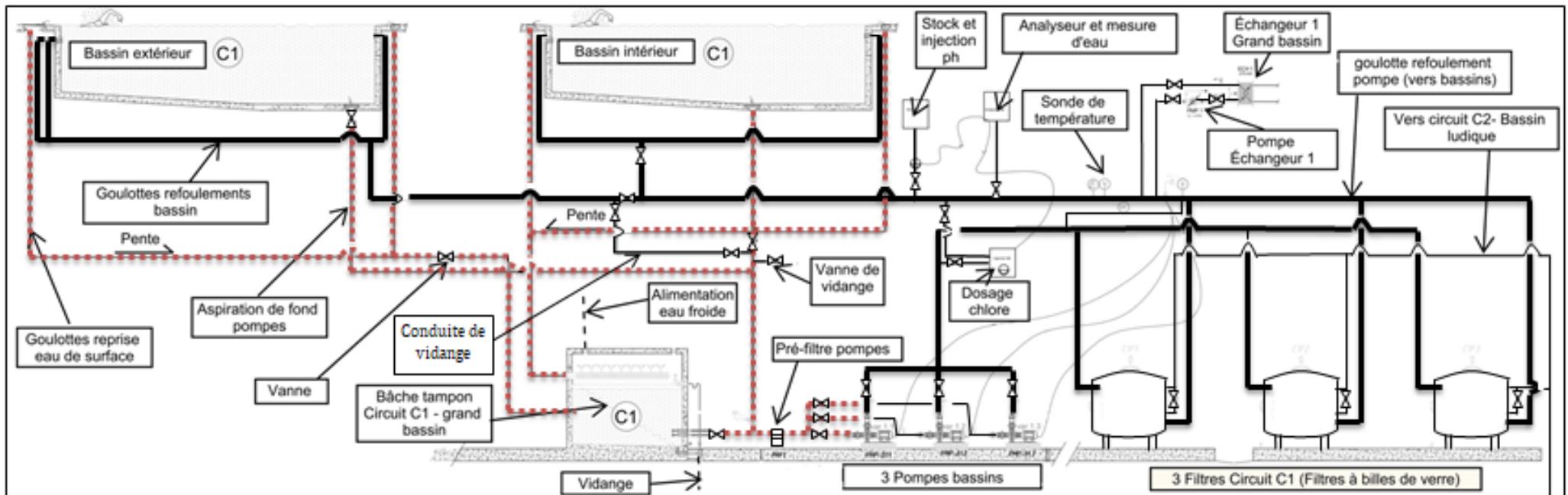
<b>Récapitulatif des coûts d'exploitation</b>	
Coût gaz consommé	-
Coût du gaz économisé	+ 9376 euros/an
Revente électricité	+
Maintenance	- 1944 €/an
Révision annuelle	- 1238 €/an
Gain d'exploitation	

(Question 2.1)

(Question 2.2)

(Question 2.3)

## DR3 : Schéma hydraulique de la filtration du bassin



Compléter le tableau ci-dessous avec les termes « refoulement » ou « aspiration »

cheminement de l'eau	Couleur utilisée	Justification :
- Circuit de .....	.....	
- circuit de .....	—	

## PARTIE SPÉCIFIQUE (8 points)

---

### ARCHITECTURE ET CONSTRUCTION

#### Réhabilitation du centre nautique des Vals du Dauphiné



- Présentation de l'étude et questionnement..... pages 18 à 21
- Documents techniques ..... pages 22 à 26
- Documents réponses ..... pages 27 à 30

**Dans la partie spécifique, vous devez choisir entre traiter la partie B (choix 1) ou la partie E (choix 2).**

**Les autres parties sont à traiter obligatoirement.**

## **Mise en situation**

Un des objectifs de la réhabilitation du centre nautique est l'amélioration de la performance énergétique du complexe. Dans ce but, le centre nautique disposera d'une isolation thermique des murs, ce qui n'était pas le cas.

Dans cette partie nous étudierons le mur présenté sur le DTS1. L'objectif de l'étude proposée est d'étudier la conception et la réalisation de l'isolation thermique pour atteindre les performances voulues par le bureau d'études ainsi que la mise en sécurité du bâtiment.

## **Travail demandé**

---

### **Partie A : la réglementation thermique du 22 mars 2017 est-elle respectée ?**

Pour moderniser l'aspect extérieur du bâtiment, l'architecte envisage de mettre en place une ITE (Isolation Thermique par l'Extérieur) protégée par un bardage métallique couleur "gold".

Question A.1 DRS1	<b>Compléter</b> le tableau sur le document réponse DRS1 en précisant pour chaque critère les performances des deux principes d'isolation.
Question A.2 DTS1 DTS2	<b>Préciser</b> quelle doit être la valeur minimale de la résistance thermique R du mur étudié après rénovation, à partir de l'extrait de l'arrêté du 22 mars 2017 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants du document DTS2.
Question A.3 DTS1 DTS2	<b>Expliquer</b> pourquoi la valeur à retenir pour la somme des coefficients $R_{si} + R_{se}$ est égale à $0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{W}^{-1}$
Question A.4 DTS1 DTS4 DRS2	<b>Calculer</b> la résistance thermique totale du mur après rénovation. Répondre sur le document réponse DRS2.
Question A.5 DTS2	<b>Vérifier</b> , en expliquant, si la réglementation thermique du 22 mars 2017 est respectée.

## Choix 1

### Partie B : comment choisir l'isolant adéquat ?

Question B.1 | **Citer** deux paramètres qui permettent d'augmenter la résistance thermique du mur et **expliquer** comment ils doivent être modifiés.

Le bureau d'études souhaite obtenir un bâtiment dont la performance énergétique est supérieure à la valeur fixée par la réglementation thermique du 22 mars 2017. Il décide de mettre en œuvre un isolant dont la résistance thermique totale est  $R = 4,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{W}^{-1}$ .

Question B.2 | **Calculer** la nouvelle épaisseur que doit avoir l'isolant pour que le mur ait une résistance thermique totale  $R = 4,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{W}^{-1}$ . On gardera un isolant ayant la même conductivité thermique  $\lambda = 0,04 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . La composition du mur reste inchangée.

Question B.3 | **Noter, choisir et argumenter** le choix d'isolant parmi ceux proposés.  
DRS3 Répondre sur le document réponse DRS3.

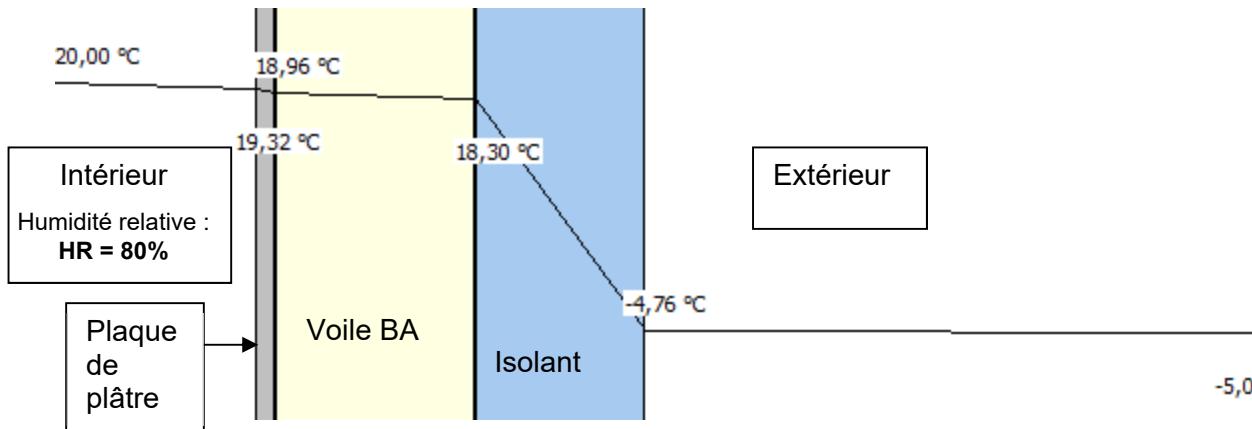
### Partie C : comment empêcher l'isolant d'absorber l'humidité ?

Question C.1 | **Expliquer** quelle sera la conséquence sur la résistance thermique de l'isolant s'il se gorge d'eau par un défaut d'étanchéité du bardage par exemple.  
**Proposer** une solution pour y remédier.

L'humidité relative constatée dans le centre nautique est de 80% et la température intérieure est de 20°C.

Question C.2 | **Expliquer** pourquoi il est important de connaître la valeur du point de rosée.  
DRS4 **Déterminer** sa valeur en utilisant le diagramme de l'air humide sur le document réponse DRS4.

On donne ci-après la répartition des températures dans la paroi :



Question C.3

DRS5

**Dire**, en expliquant, s'il y a risque de condensation dans l'isolant.

**Expliquer** le rôle d'un pare vapeur.

**Indiquer** par une flèche sa position exacte sur le document réponse DRS5.

**Partie D** : combien de jour faut-il pour mettre en place l'Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE) ?

Le bardage métallique choisi par l'architecte repose contre 4 lisses horizontales.

Question D.1

DT55  
DRS5

**Déterminer** l'épaisseur des lisses horizontales permettant de fixer le bardage au mur en BA. **Répondre** sur le document réponse DRS5 en précisant la valeur de la cote manquante.

Question D.2

DT55  
DRS6

**Déterminer** le nombre de rangées de plaques de bardage pour réaliser le recouvrement de la partie de façade repérée sur le document réponse DRS6. Les plaques seront coupées en usine à la longueur de 4,4m, et ajustées sur place au niveau du trottoir.

Question D.3

DRS6

**Déterminer** l'aire de la façade à couvrir, ainsi que les temps de pose de l'ITE pour cette partie de façade étudiée. Dans un souci de simplification la présence du trottoir sera négligée. Répondre sur DRS6.

L'entreprise qui s'occupe de la pose de l'ITE prévoit pour ce chantier une équipe de 4 ouvriers travaillant 7h/jour sur le chantier.

Question D.4

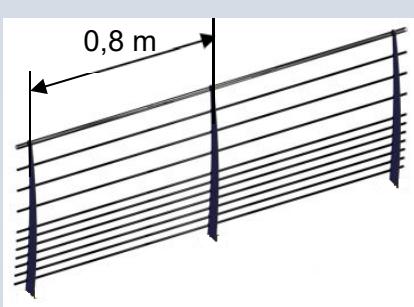
DRS6

**Déterminer** la durée de pose en jours de l'ITE pour la partie de façade étudiée. Répondre sur le document réponse DRS6.

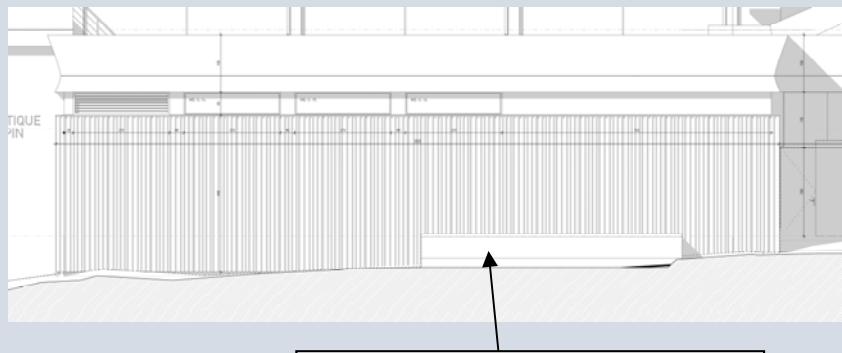
## Choix 2

### Partie E : Comment assurer la sécurité des usagers sur la plateforme de déchargement ?

Une plateforme de déchargement doit être conservée dans le nouveau projet (voir photos du DTS1). Sa mise en sécurité impose à l'architecte de mettre en place un garde-corps. Le modèle retenu est présenté ci-dessous :



Garde-corps gamme "Panorama"



plateforme à mettre en sécurité

L'entraxe des montants du garde-corps choisi par l'architecte est 0,8m.

Question E.1      **Préciser** quelle est la valeur de la charge linéaire réglementaire à utiliser  
DTs6                et **déterminer** l'effort  $F_{utilisateur}$  en N supporté en tête de montant.

On précise que la hauteur réglementaire du garde-corps est de 1020 mm.

Question E.2      **Écrire** l'équation des moments au niveau du point A.  
DTs6                En **déterminer** l'effort  $F_{ancrage}$  que doivent reprendre les deux goujons  
                        pour maintenir l'équilibre.

Quelques soient les résultats précédents, on considérera que chaque goujon supporte un effort de 7700 N.

Question E.3      **Choisir** une référence (**préciser** le diamètre) pour les goujons à utiliser  
DTs6                à partir du document DTs6.

## DTS1: Caractéristiques du mur étudié

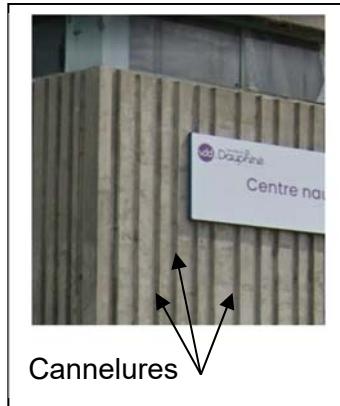
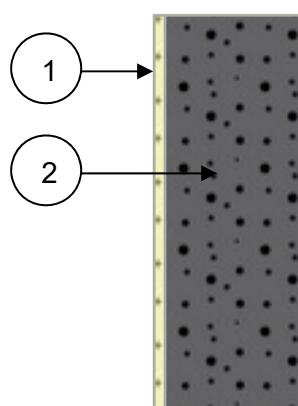


**Etat actuel**

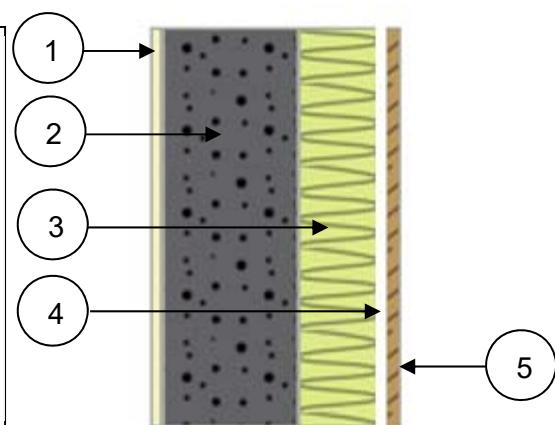
mur étudié

**Projet**

INTÉRIEUR ————— EXTÉRIEUR



INTÉRIEUR ————— EXTÉRIEUR



Coupe de principe du mur avant rénovation

Coupe de principe du mur après rénovation

Composition du mur	Avant rénovation	Après rénovation
Couche 1	1,5 cm de plaque de plâtre	1,5 cm de plaque de plâtre, $\lambda = 0,3 \text{ W/m.K}$
Couche 2	20 cm de béton armé, finition cannelée*. $\lambda = 1,65 \text{ W/m.K}$	20 cm de béton armé, finition cannelée*. $\lambda = 1,65 \text{ W/m.K}$
Couche 3		10 cm d'isolant, $\lambda = 0,04 \text{ W/m.K}$
Couche 4		lame d'air ventilée
Couche 5		Couche de finition (bardage métal), ne participe pas à l'isolation

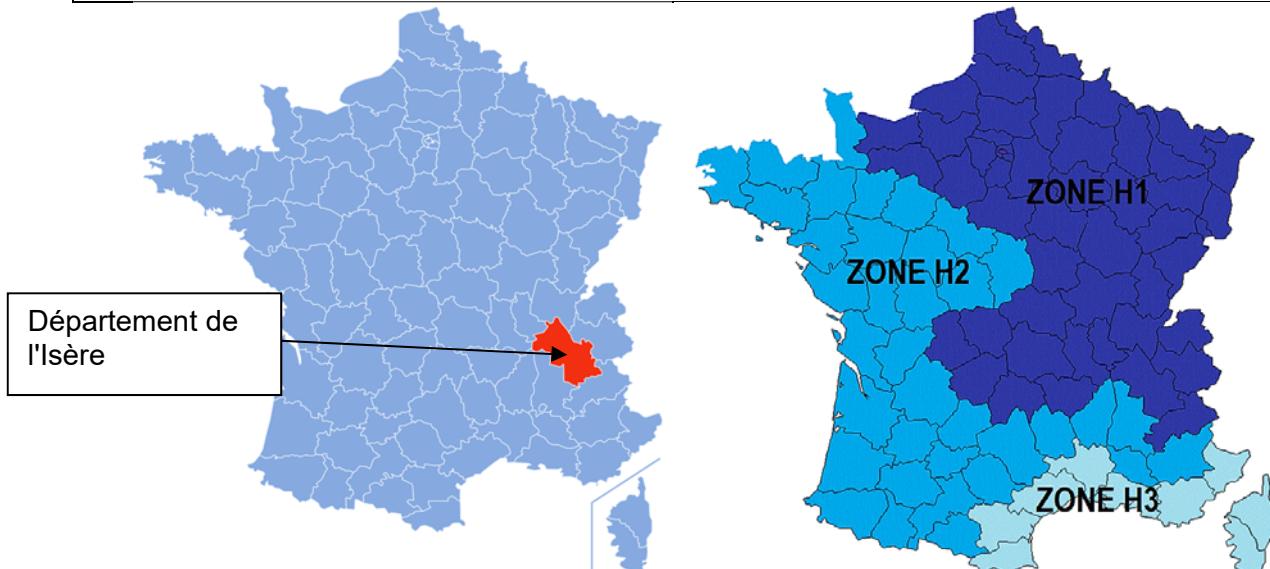
$\lambda$  conductivité thermique

\* : La présence des cannelures sera considérée comme sans influence sur la résistance thermique.

## DTS2 : Extrait de l'arrêté du 22 mars 2017

Lorsque des travaux d'installation ou de remplacement de l'isolation thermique sont entrepris sur une paroi, ceux-ci doivent être réalisés de telle sorte que la paroi isolée doit avoir une résistance thermique totale, exprimée en mètres carrés Kelvin par Watt ( $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ ), supérieure ou égale à la valeur minimale donnée dans le tableau ci-dessous en fonction du type de paroi concernée.

PAROIS	RÉSISTANCE thermique R minimale en zone H1	RÉSISTANCE thermique R minimale en zone H2 et zone H3, à une altitude supérieure à 800 mètres	RÉSISTANCE thermique R minimale en zone H3, à une altitude inférieure à 800 mètres
Murs en contact avec l'extérieur et rampants de toitures de pente supérieure à 60°	2.9	2.9	2.2
Murs en contact avec un volume non chauffé		2	
Toitures terrasses		3.3	
Planchers de combles perdus		4.8	
Rampants de toiture de pente inférieure 60°	4.4	4.3	4
Planchers bas donnant sur local non chauffé ou extérieur	2.7	2.7	2.1



Le centre nautique se situe dans la commune de la Tour du Pin, cette commune se situe dans le département de l'Isère et l'altitude de la commune est comprise entre 309 et 461 m

## DTS3 : Coefficients R<sub>si</sub> et R<sub>se</sub>

Les résistances superficielles internes R<sub>si</sub> et externe R<sub>se</sub> sont définies ci-dessous :

Paroi donnant sur : l'extérieur ou un passage ouvert ou un local ouvert (2)	R <sub>si</sub> m <sup>2</sup> . K / W	R <sub>se</sub> (1) m <sup>2</sup> . K / W	R <sub>si</sub> + R <sub>se</sub> m <sup>2</sup> . K / W
Paroi verticale Flux horizontal	0,13	0,04	0,17
Paroi horizontale Flux ascendant	0,10	0,04	0,14
	0,17	0,04	0,21

(1) Si la paroi donne sur un autre local non chauffé, un comble ou un vide sanitaire, R<sub>si</sub> s'applique des deux côtés.

(2) Un local est dit « ouvert » si le rapport de la surface totale de ses ouvertures permanentes sur l'extérieur, à son volume, est égal ou supérieur à 0,005 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>. Ce peut être le cas, par exemple, d'une circulation à l'air libre, pour des raisons de sécurité contre l'incendie

## DTS4 : Résistance thermique d'une paroi

La résistance thermique d'un matériau homogène est donnée par la relation suivante:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Avec :

- R : résistance thermique m<sup>2</sup>/K.W
- e : épaisseur m
- λ : conductivité thermique W/m.K

La résistance totale thermique d'une paroi composée de matériaux homogènes est donnée par la relation suivante:

$$R_{\text{global}} = (R_{\text{si}} + R_{\text{se}}) + \sum R$$

## DTS5 : Caractéristiques du bardage

### Eclectic 7.35.50 B/HB

Plaque nervurée en acier galvanisé ou galvanisé prélaqué pour bardage simple et double peau

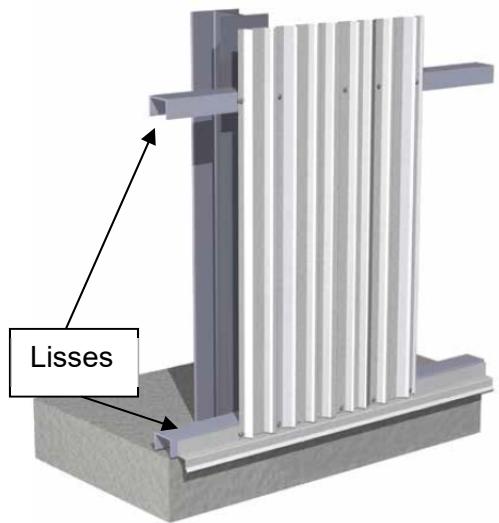
CARACTERISTIQUES DU MATERIAU DE BASE		NORMES
Nuance d'acier	S 320 GD	NF EN 10346
Type de protection	Acier revêtu	NF EN 10346 NFP 34310
	Acier revêtu prélaqué	NF EN 10169 + A1 NFP 34301



pose verticale



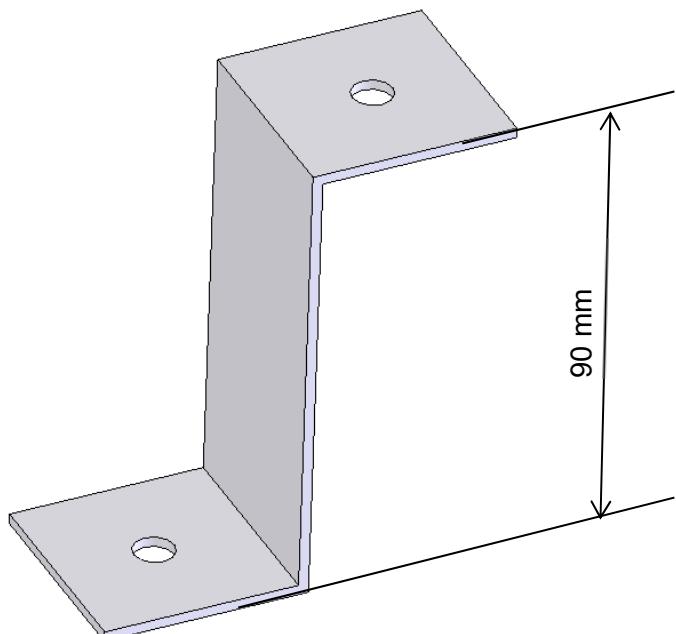
Bardage vertical simple peau



Le bardage est fixé sur des lisses horizontales.

Les lisses peuvent être fixées sur le support maçonné ou sur une charpente métallique (comme ci-dessus) suivant le type de bâtiment.

### Équerre de fixation de bardage



## DTS6 : Caractéristiques du garde-corps et de ses fixations

Suivant le lieu où le garde-corps doit être implanté, les charges réglementaires appliquées au garde-corps changent:

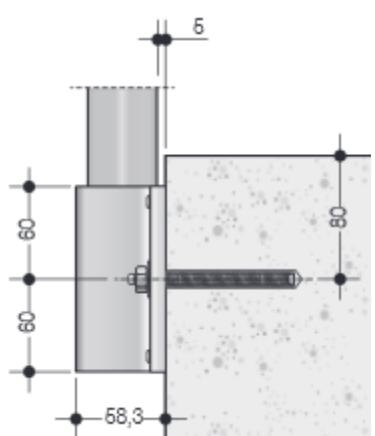
Tribune de stade : 1700 N/m

ERP (Établissement recevant du public) : 1000 N/m

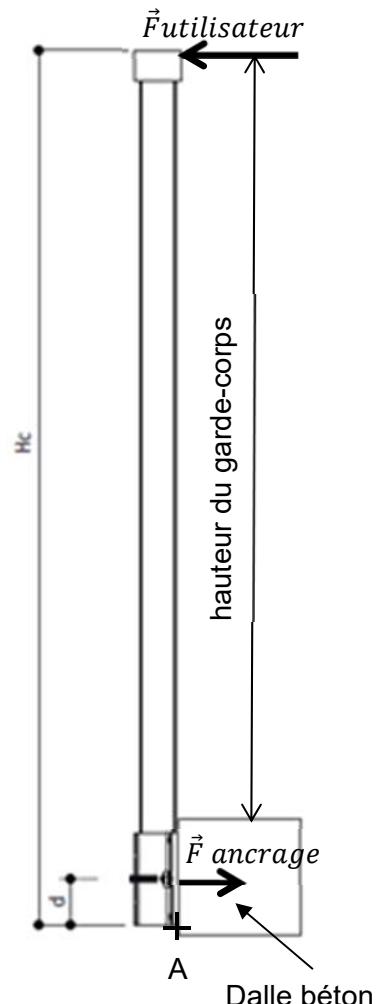
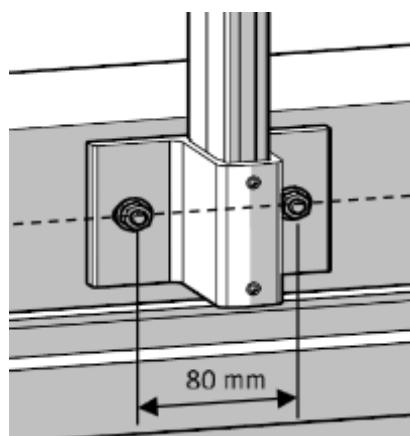
Coursives et cages d'escaliers des habitations collectives : 600 N/m

Locaux privés: 600 N/m si la longueur est > à 3,25 m, sinon 1300 N/m.

Toitures terrasses non accessibles au public : 300 N/m.

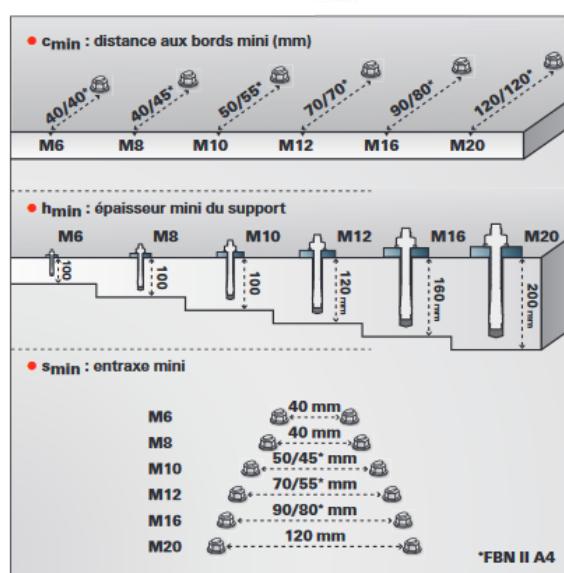
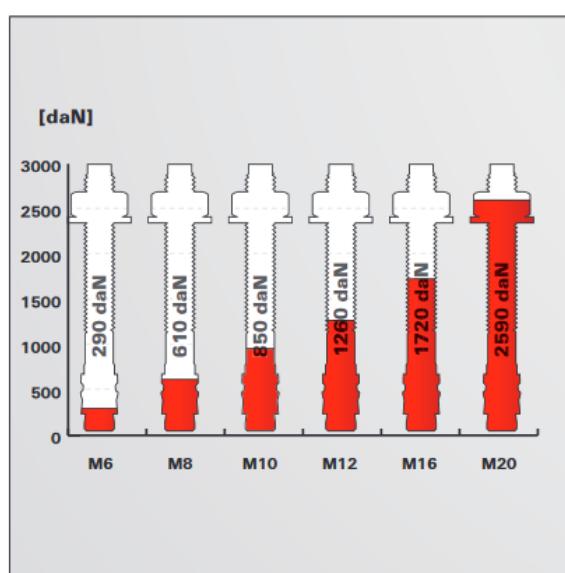


cotation en mm



Goujon d'ancre FBN II et FBN II A4

Charges limites de service maximales en traction d'une cheville dans un béton non fissuré C20/25.



Exemple de référence: Goujon d'ancre FBN M8 A4

II : représente le diamètre

## **DRS1 : Critères de performance de l'ITE**

---

	Coût de mise en œuvre	Forte Inertie thermique	Suppression des ponts thermiques	Préservation de l'architecture extérieure
<b>ITI (Isolation Thermique Intérieure)</b>	+			
<b>ITE (Isolation Thermique par l'Extérieur)</b>	-			

Si la performance est bonne +, si la performance est mauvaise -

## **DRS2 : Calcul de la résistance thermique du mur**

---

	Plaque de plâtre	Béton Armé	Isolant
<b>Calcul de la résistance thermique de chacun des matériaux</b>			
<b>Calcul de la résistance thermique totale du mur</b>			

## DRS3 : Classement multicritères des isolants

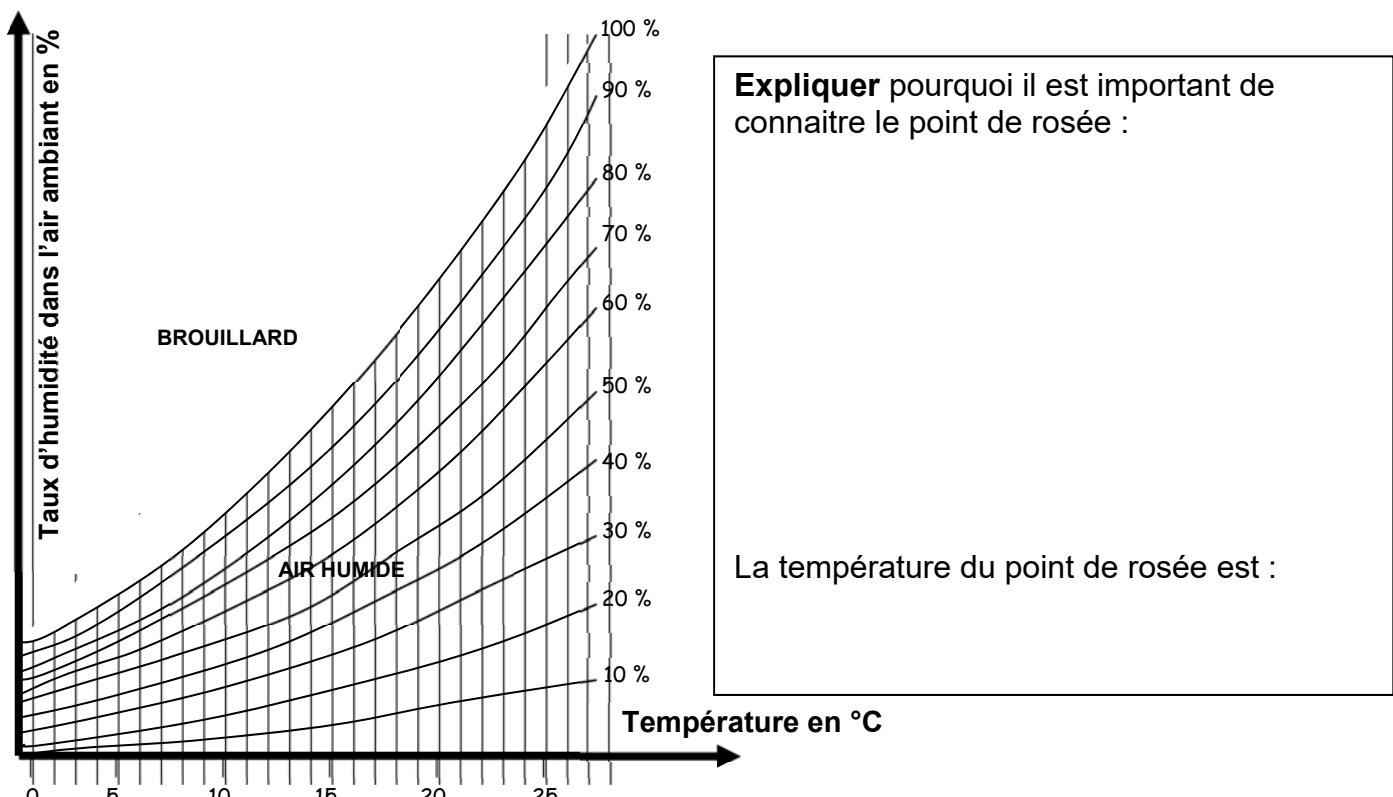
Isolants	Caractéristiques		Critères de prix		Critères d'énergie grise		Critères de Gaz à effet de serre		Notes globales /18
	$\lambda$ W/m.K	Epaisseurs cm	Coûts €/m²	Notes /6	Teneurs kWh/m²	Notes /6	Emissions kg CO <sub>2</sub> /m²	Notes /6	
Laine de verre	0,04	17	8,8	6	62.23		10.17		
Laine de roche	0,04	17	12,15	5	106.75		27.06		
Polystyrène expansé PSE	0,04	17	30	1	82.08		10.35		
Laine de coton recyclée	0,04	17	15,40	4	71.28		2.43		
Fibre de bois	0,04	17	28,20	2	120.02		-18.27		
Laine de chanvre	0,04	17	18,85	3	38.88		-0.58		

Rappel :  $\lambda$  représente la conductivité thermique du matériau.

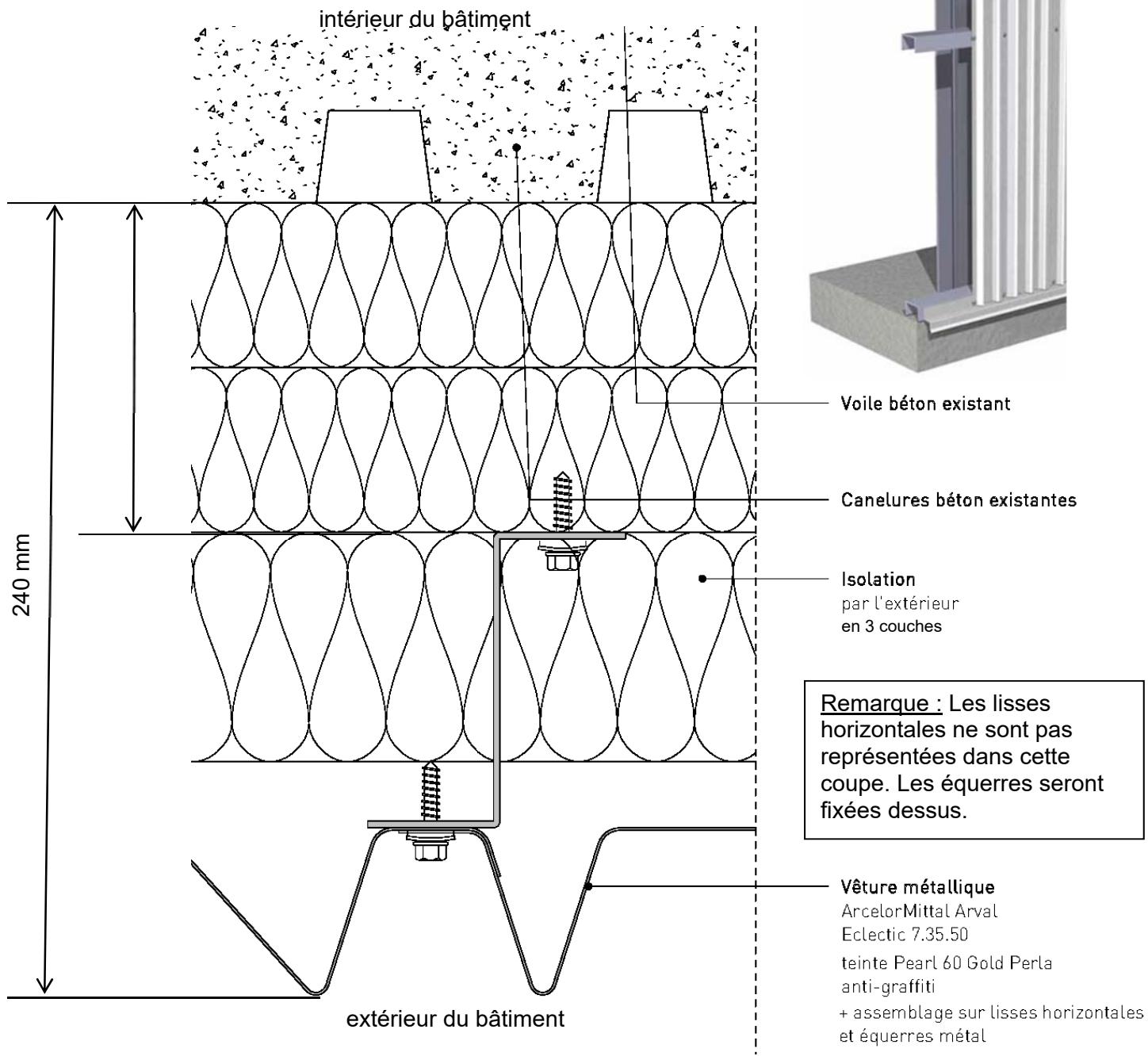
Système de notation : pour chaque critère (coût, énergie grise et C0<sub>2</sub>) classez les isolants en attribuant une note allant de 1 à 6, la note 6 sera attribuée au meilleur isolant, exemple pour le coût : laine de verre = 6 car la moins chère, polystyrène expansé = 1 car le plus cher. **La note finale est obtenue en additionnant les notes : coût, énergie grise et C0<sub>2</sub>.**

**Choix de l'isolant :**

## DRS4 : Diagramme de l'air humide



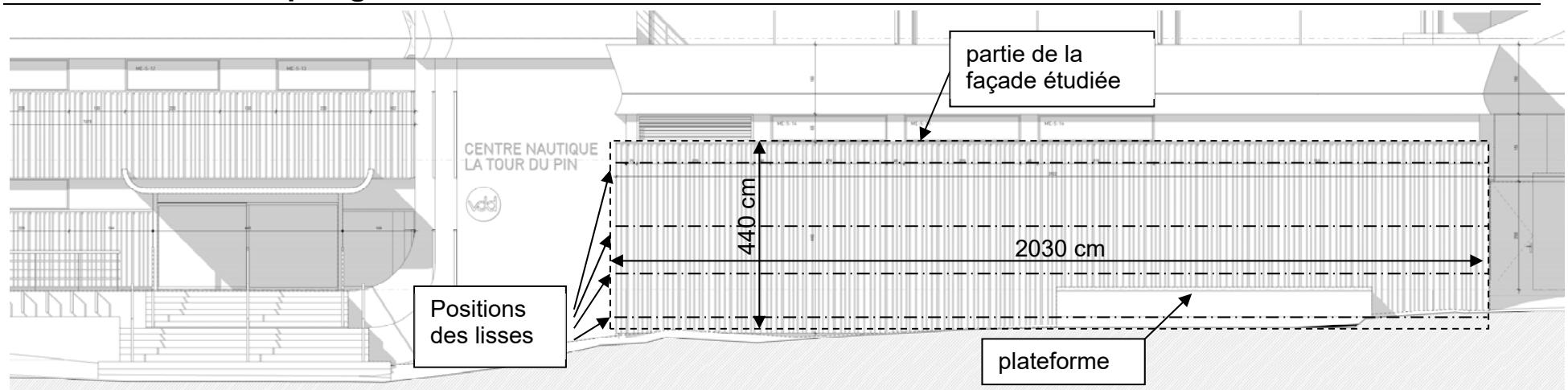
## DRS5 : Détail de la coupe sur le mur



**Rôle du pare vapeur :**

**Calcul de l'épaisseur d'une lisse:**

## DRS6 : Plan de calepinage



**Calcul de l'aire de la façade étudiée :**

Tâche	TU (Temps Unitaire)	Nombre d'heures de main d'œuvre	Tâche	TU	Nombre d'heures de main d'œuvre
Traçage calepinage	0,08h/m <sup>2</sup>		Pose de l'isolant	0,15h/m <sup>2</sup>	
Pose des lisses	0,1h/m		Pose du pare pluie	0,05h/m <sup>2</sup>	
Pose des équerres	0,15h/m de lisse		Pose du bardage	0,1h/m <sup>2</sup>	
			Pose de la grille anti-rongeur	0,15h/m	
Nombre total d'heures de main d'œuvre	total=		Durée de pose en jours		

## PARTIE SPÉCIFIQUE (8 points)

---

### ÉNERGIE ET ENVIRONNEMENT

#### Étude du jet d'hydromassage de la piscine



*Crédit photo : [www.eurotechnologie.com](http://www.eurotechnologie.com)*

- **Présentation de l'étude et questionnement** ..... pages 18 à 21
- **Documents techniques** ..... pages 22 à 23
- **Documents réponses** ..... pages 24 à 26

**Dans la partie spécifique, vous devez choisir entre traiter la partie B (choix 1) ou la partie C (choix 2).**

**La partie A est à traiter obligatoirement.**

## Mise en situation

Parmi l'ensemble des postes consommateurs d'énergie rencontrés dans une piscine, il existe bon nombre de pompes permettant le fonctionnement de jets d'eau hydromassants installés pour l'agrément des baigneurs. Le fonctionnement de ces jets est basé sur la pulsion de l'eau pompée dans la piscine qui est refoulée à forte pression par l'intermédiaire d'une canne équipée d'une bouche permettant de former un jet de formes différentes.



Les conditions de fonctionnement de ces jets de plage sont obtenues au moyen de pompes qui sont amenées à fonctionner plusieurs heures par jour.

**Partie A :** comment optimiser les consommations d'énergie de la pompe des jets hydromassants ?

### Étude du fonctionnement théorique

Afin de connaître les contraintes hydrauliques auxquelles va être soumise la pompe, il est nécessaire d'étudier les caractéristiques du réseau qui est composé d'une partie aspiration et d'une partie refoulement.

- L'aspiration consiste au pompage de l'eau du bassin par l'intermédiaire d'une crête ;
- le refoulement consiste en la pulsion de l'eau depuis la pompe jusqu'à la bouche du projecteur de plage.

Le principe de l'installation et les dimensions utiles sont présentés dans le document technique DTS1.

#### Circuit d'aspiration

Question A1 DTS1	En vous basant sur les caractéristiques du réseau exposées dans le DTS1, <b>déterminer</b> la vitesse de l'eau (en m/s) dans le tuyau d'aspiration pour assurer $Q_{v \max}$ le <u>débit maximal admissible</u> par le projecteur de plage.  <i>Rappel : débit volumique <math>Q_v = S \cdot V</math></i> <i>V : vitesse de l'eau</i> <i>Section mouillée de la canalisation <math>S = \pi \cdot r^2</math></i>
---------------------	---

#### Circuit de refoulement

Le total des pertes de charge hydrauliques d'un circuit véhiculant un fluide est composé des pertes de charges linéaires et des pertes de charges singulières.

Les pertes de charge linéaires sont fonction du diamètre de la canalisation étudiée, de sa longueur et de la vitesse du fluide qui y circule. Les valeurs sont données dans le document technique DTS2 dans la table 1.

Les pertes de charge singulières sont fonction du nombre et du type d'obstacle rencontrés par le fluide ainsi que de la vitesse du fluide. Les valeurs sont données dans le document technique DTS2 dans la table 2.

Dans le cas du circuit de refoulement ici étudié, le fluide a un débit de  $12 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  et circule à une vitesse de  $1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

### Pertes de charge linéaires.

Question A2      En se basant sur les caractéristiques du réseau exposées dans le DTS1, ainsi que sur les abaques présentés dans la table 1 du DTS2, **compléter** la partie pertes de charges linéaires du tableau du document réponse DRS1.

### Pertes de charge singulières.

Question A3      En se basant sur les caractéristiques du réseau exposées dans le DTS1, ainsi que sur les abaques présentés dans la table 2 du DTS2, **compléter** la partie pertes de charges singulières du tableau du document réponse DRS1.

En additionnant l'ensemble des pertes de charges, la hauteur géométrique de l'installation et la pression résiduelle nécessaire au fonctionnement de l'installation, le bureau d'études a déterminé que la hauteur manométrique théorique que la pompe devra fournir est de 6,5 mCE (mètres de colonne d'eau) pour le débit maximal étudié.

Question A4      **Tracer**, sur le document réponse DRS2, le point de fonctionnement théorique en fonction du débit  $Qv_{\text{théorique}}$  et de la hauteur manométrique  $Hmt_{\text{théorique}}$ .

### Choix 1

**Partie B :** quelle est l'influence du choix de la pompe sur les caractéristiques hydrauliques du jet hydromassant ?

À partir des données théoriques de dimensionnement ( $Qv_{\text{théorique}}$  et  $Hmt_{\text{théorique}}$ ), le bureau d'études a déterminé la courbe caractéristique du réseau hydraulique en appliquant la relation  $Hmt = a \cdot Qv^2$ , avec « a » la constante caractérisant le circuit hydraulique. La courbe est tracée sur le document réponse DRS2.

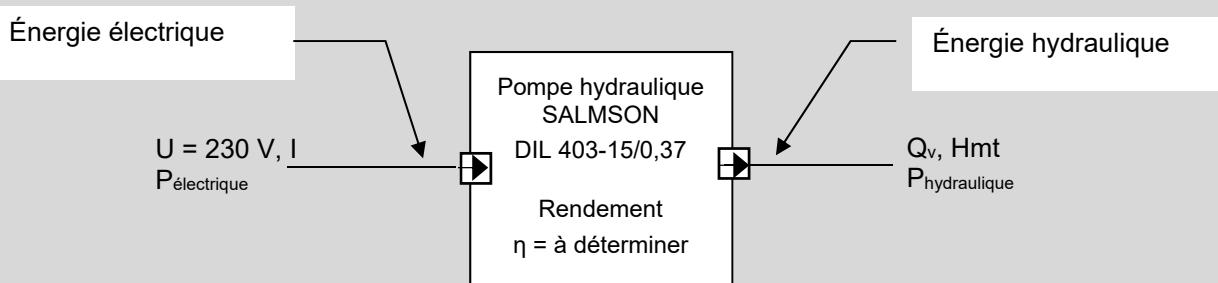
Le point de fonctionnement théorique se situant entre deux courbes caractéristiques du fonctionnement de la pompe choisie, il est nécessaire de déterminer quelle configuration de la pompe il faut privilégier. Dans un souci d'optimisation, le bureau d'études a retenu la configuration de pompe DIL 403-15/0,37.

Question B1

DRS2

**Tracer** sur le DRS2 le point de fonctionnement réel permettant de concilier les caractéristiques du réseau hydraulique et les conditions de fonctionnement de la pompe dans la configuration retenue par le bureau d'études. **Relever** les caractéristiques ( $Q_v$   $\text{réel}$  et  $H_{mt}$   $\text{réel}$ ) de ce point de fonctionnement.

La puissance absorbée et la puissance utile d'un système sont déterminées à partir de grandeurs de flux et d'efforts relatives à chacune des énergies en jeu. Dans le cas précis de la pompe hydraulique, l'ensemble de ces données peuvent être représentées sur le schéma suivant :



Question B2

À partir des conditions de fonctionnement réelles de la pompe, **calculer** en kilowatt (kW) la puissance hydraulique que la pompe devra développer au refoulement pour assurer le fonctionnement du projecteur de plage.

NOTA :  $P_{hydrau} = Q_v \text{ réel} \times \rho \times g \times H_{mt} \text{ réel}$ ;  $P_{hydrau}$  en Watt avec  $Q_v$  exprimé en  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$ ;  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Question B3

DRS2

**Déterminer** la puissance électrique absorbée par la pompe dans les conditions réelles de fonctionnement par lecture sur les courbes de fonctionnement de la pompe tracées sur le document DRS2.,.

Question B4

**Exprimer** la relation qui existe entre la puissance hydraulique et la puissance électrique absorbée pour illustrer la performance générale de la pompe. **Calculer** la valeur du rendement de la pompe dans les conditions de fonctionnement réelles.

## Choix 2

### Partie C : comment réaliser un débit variable du jet hydromassant ?

L'exploitant de la piscine désire régler le débit du jet hydromassant selon la fréquentation du bassin. Pour ce faire, un modulateur d'énergie est placé en amont de la motopompe. Ce modulateur d'énergie de type U/f constant agit sur la fréquence et la tension d'alimentation du moteur.

Pour une fréquence de 50Hz, la pompe fonctionne à son régime nominal, le point B1 sur le graphique du document réponse DRS3. A ce point de fonctionnement, la vitesse de rotation du moteur est  $n = 1450 \text{ tr.min}^{-1}$ , le débit  $Q_{vn} = 13 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$  et la hauteur manométrique  $H_{mtn} = 7 \text{ mCE}$ .

L'exploitant désire obtenir un débit de  $11,5 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$  en cas de forte affluence et de  $9,5 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$  en cas de faible affluence.

Question C1 | **Calculer** le pourcentage de réduction du débit pour les deux affluences.

DRS3 | **Tracer** sur le document DRS3 ces 2 points de fonctionnement.

Question C2 | **En déduire** la fréquence d'alimentation du moteur en Hz et la vitesse de rotation pour ces 2 points de fonctionnement.

DRS3

Question C3 | Pour une faible affluence, **calculer** la puissance hydraulique de la pompe et **commenter** cette valeur en terme d'économie d'énergie.

DRS3

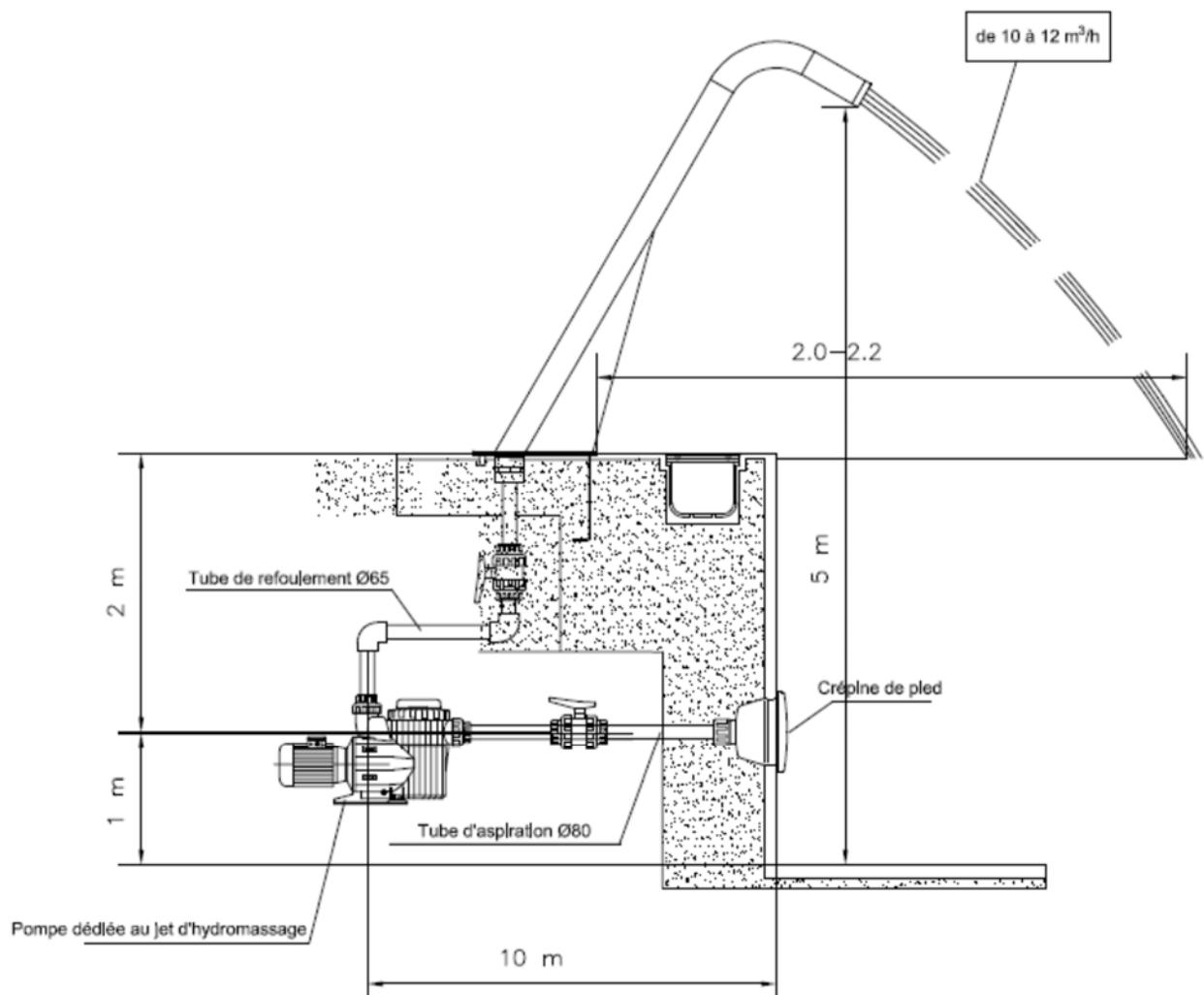
Pour obtenir ces 2 vitesses, le modulateur d'énergie est piloté par l'intermédiaire de deux entrées logiques I1 et I2.

La fréquence d'alimentation du moteur est programmée selon la table ci-dessous.

Entrées logiques		Moteur
I2	I1	fréquence (Hz)
0	0	0
0	1	40
1	0	45
1	1	50

Question C4 | **Compléter** l'algorithme de pilotage du modulateur sur le document réponse DRS4 si on considère qu'une forte affluence est obtenue au-dessus de 10 personnes dans le bassin.

## DTS1 : Plan d'installation du projecteur de plage



### CONSTITUTION DU CIRCUIT HYDRAULIQUE

#### Aspiration

- Canalisation de diamètre 80 mm et d'une longueur de 9,50 m,
- 1 crépine de pied
- 1 vanne standard de diamètre 80 mm,
- Débit admissible, de 10 à 12 m<sup>3</sup>/h.

#### Refoulement

- Canalisation de diamètre 65 mm et d'une longueur de 4,30 m,
- 2 coudes à 90° de diamètre 65 et de rapport de courbure d/R = 0,6
- 1 vanne standard de diamètre 65 mm,
- Débit admissible, de 10 à 12 m<sup>3</sup>/h.

## DTS2 : Abaques des pertes charge hydrauliques

 calpeda

Table n. 1

Pertes de charge dans les tuyaux d'acier

Tuyau	Q m <sup>3</sup> /h	1	3	6	9	12	18	24	30	36	42	48	60	90	120	180	240	300	360	420
G fl mm	Q l/min	16	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000
G 1 DN 25		2,7 0,6	21 1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 1 1/4 DN 32		0,7 0,35	5,5 1	22 2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 1 1/2 DN 40		-	1,8 0,7	7 1,35	14 1,9	23 2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 2 DN 50		-	0,5 0,4	2,2 0,8	4 1,25	8 1,5	17 2,5	28 3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 2 1/2 DN 65		-		0,6 0,5	1,2 0,75	2,1 1	4,2 1,4	8 2	12 2,5	17 3	22 3,4	28 4	-	-	-	-	-	-	-	-
DN 80	HL m/100m	-	-	-	-	0,8 0,7	1,6 0,95	2,8 1,25	4,2 1,6	6,5 2	7,5 2,1	10,5 2,6	15 3,3	-	-	-	-	-	-	-
DN 100	v m/s	-	-	-	-	-	0,55 0,6	0,9 0,8	1,4 1,1	2 1,25	2,4 1,4	3,5 1,6	5 2	11 3,2	20 4	-	-	-	-	-
DN 125		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9 0,95	1,2 1,1	1,8 1,4	4 2	6,5 2,7	15 4	-	-	-	-
DN 150		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6 0,9	1,5 1,4	2,5 1,7	5 2,7	8 3,5	14 4,8	-	-
DN 200		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 0,8	0,6 1	1,3 1,6	2 2	3,5 2,6	4,6 3	6,5 2,3	-
DN 250		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 1	0,7 1,3	1,1 1,6	1,6 2	2 2,3	-
DN 300		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3 0,9	0,45 1,25	0,7 1,4	0,9 1,6	-	-

Q Débit. HL Pertes de charge en m pour 100 m. v = Vitesse de passage max 1,5 m/s pour l'aspiration et 3 m/s pour le refoulement.

Table n. 2

Pertes de charge en cm pour les courbes, vannes, clapet de pied et clapet de non-retour

Vitesse de l'eau m/sec.	Courbes à angle vif 					$\alpha = 90^\circ$ Courbes à angle arrondi 					Vannes standard 	Clapet de pie 	Clapet de non-retour 
	$\alpha = 30^\circ$ 	$\alpha = 40^\circ$ 	$\alpha = 60^\circ$ 	$\alpha = 80^\circ$ 	$\alpha = 90^\circ$ 	$\frac{d}{R} = 0,4$	$\frac{d}{R} = 0,6$	$\frac{d}{R} = 0,8$	$\frac{d}{R} = 1$	$\frac{d}{R} = 1,5$			
0,4	0,43	0,52	0,71	1,0	1,2	0,11	0,13	0,16	0,23	0,43	0,23	32	31
0,5	0,67	0,81	1,1	1,6	1,9	0,18	0,21	0,26	0,37	0,67	0,37	33	32
0,6	0,97	1,2	1,6	2,3	2,8	0,25	0,29	0,36	0,52	0,97	0,52	34	32
0,7	1,35	1,65	2,2	3,2	3,9	0,34	0,40	0,48	0,70	1,35	0,70	35	32
0,8	1,7	2,1	2,8	4,0	4,8	0,45	0,53	0,64	0,93	1,7	0,95	36	33
0,9	2,2	2,7	3,6	5,2	6,2	0,57	0,67	0,82	1,18	2,2	1,20	37	34
1,0	2,7	3,3	4,5	6,4	7,6	0,7	0,82	1,0	1,45	2,7	1,45	38	35
1,5	6,0	7,3	10	14	17	1,6	1,9	2,3	3,3	6	3,3	47	40
2,0	11	14	18	26	31	2,8	3,3	4,0	5,8	11	5,8	61	48
2,5	17	21	28	40	48	4,4	5,2	6,3	9,1	17	9,1	78	58
3,0	25	30	41	60	70	6,3	7,4	9	13	25	13	100	71
3,5	33	40	55	78	93	8,5	10	12	18	33	18	123	85
4,0	43	52	70	100	120	11	13	16	23	42	23	150	100
4,5	55	67	90	130	160	14	21	26	37	55	37	190	120
5,0	67	82	110	160	190	18	29	36	52	67	52	220	140

## DRS1: Calcul des pertes de charge au refoulement

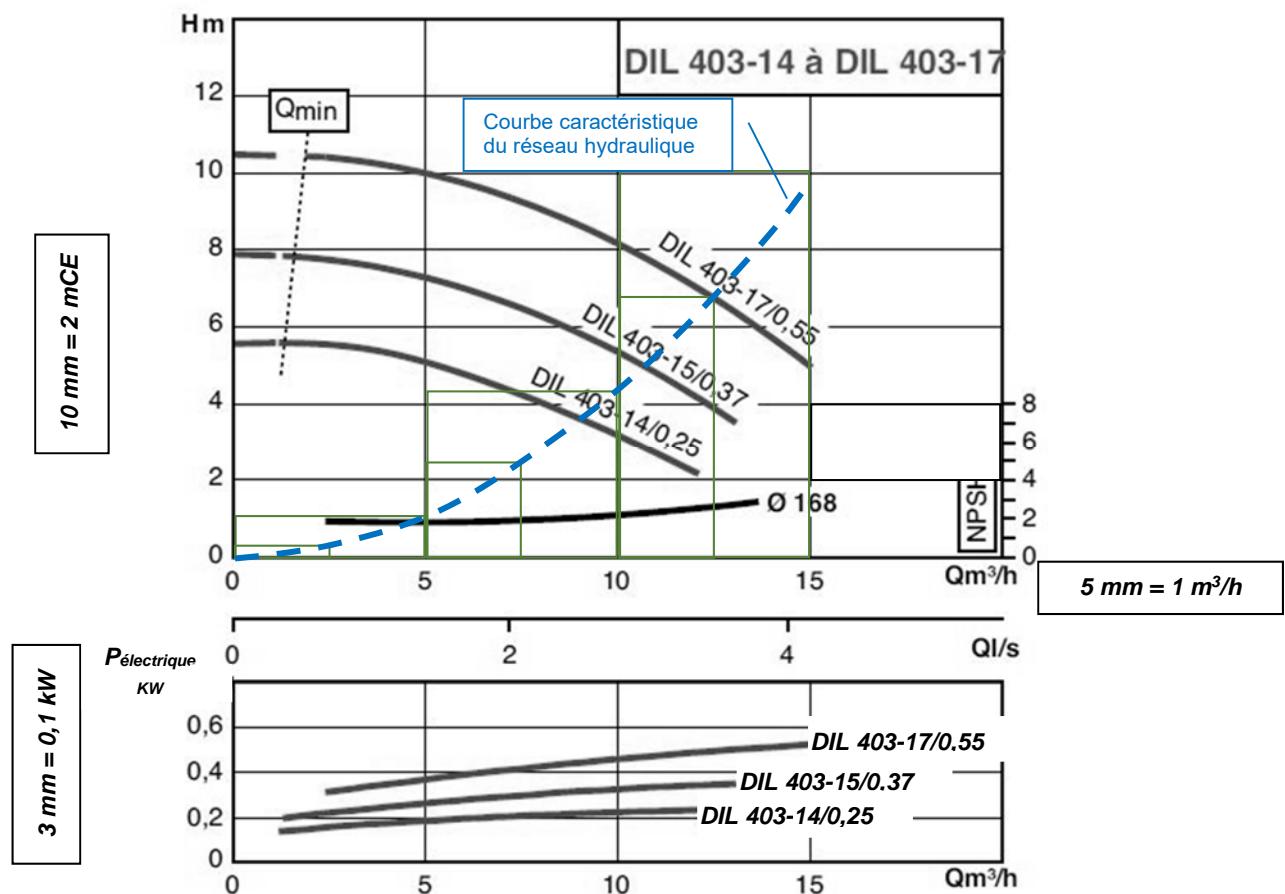
Rappel des conditions :

$$Q_v = 12 \text{ m}^3/\text{h}$$

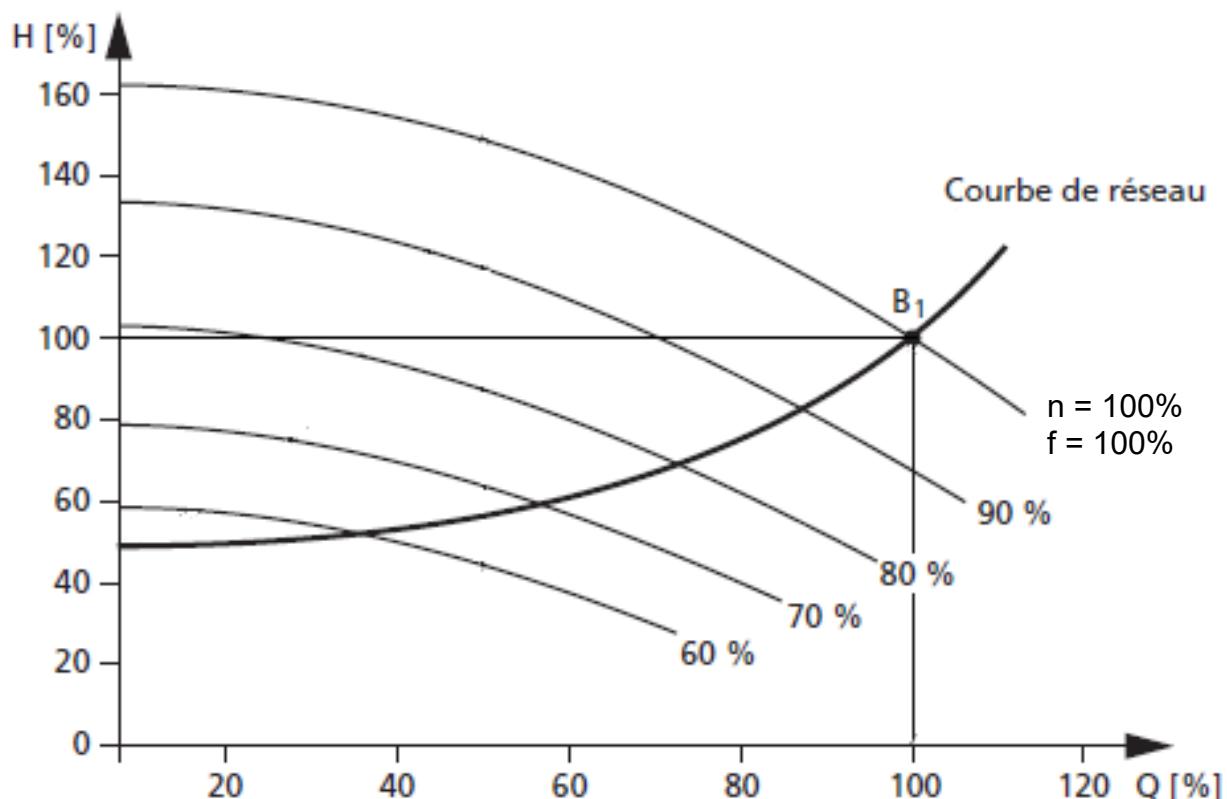
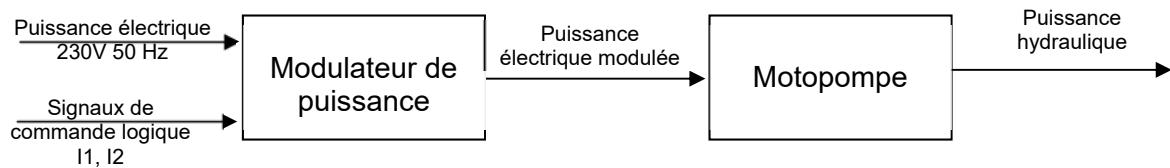
$$v_{\text{refoulement}} = 1,00 \text{ m/s}$$

Libellés	Linéaires		Singulières		Sous-total (mCE)
	Coef (mCE/100m)	Longueur (m)	Nombre	PdC unitaire (mCE)	
Refoulement	Canalisation Ø 65				
	Vanne				
	Coudes à 90° (d/R=0,6)				
	Jet de plage		1	0,800	0,800
<i>Total refoulement</i>					

## DRS2: Extrait de la documentation technique de la pompe DIL de marque SALMSON

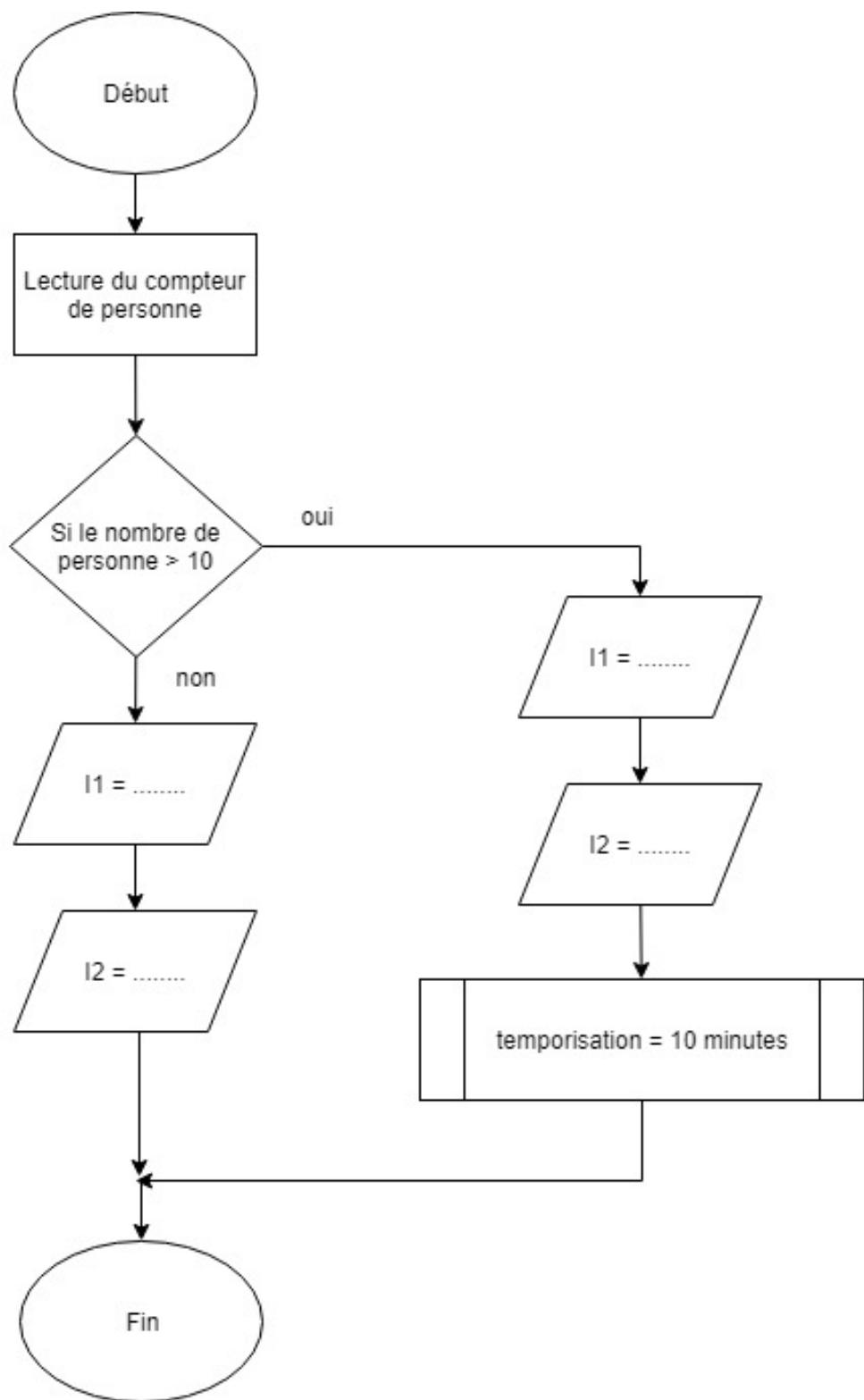


## DRS3 : synoptique et caractéristique hydraulique de la pompe à vitesse variable



## DRS4 : Algorithme de pilotage du modulateur d'énergie

---



## **PARTIE SPÉCIFIQUE (8 points)**

---

### **INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCO-CONCEPTION**

#### **Système de serrures connectées**



- **Présentation de l'étude et questionnement .....** pages 18 à 23
- **Documents techniques .....** pages 24 à 27
- **Documents réponses .....** pages 28 à 31

**Dans la partie spécifique, vous devez choisir entre traiter la partie C (choix 1) ou la partie D (choix 2).**

**Les parties A et B sont à traiter obligatoirement.**

## Mise en situation

La rénovation des locaux et des vestiaires a aussi été l'occasion de changer les casiers. Le choix s'est porté sur des casiers informatisés et automatisés, sécurisés par détecteurs anti-effraction, fonctionnant avec des badges RFID. Ce système comporte plusieurs avantages :

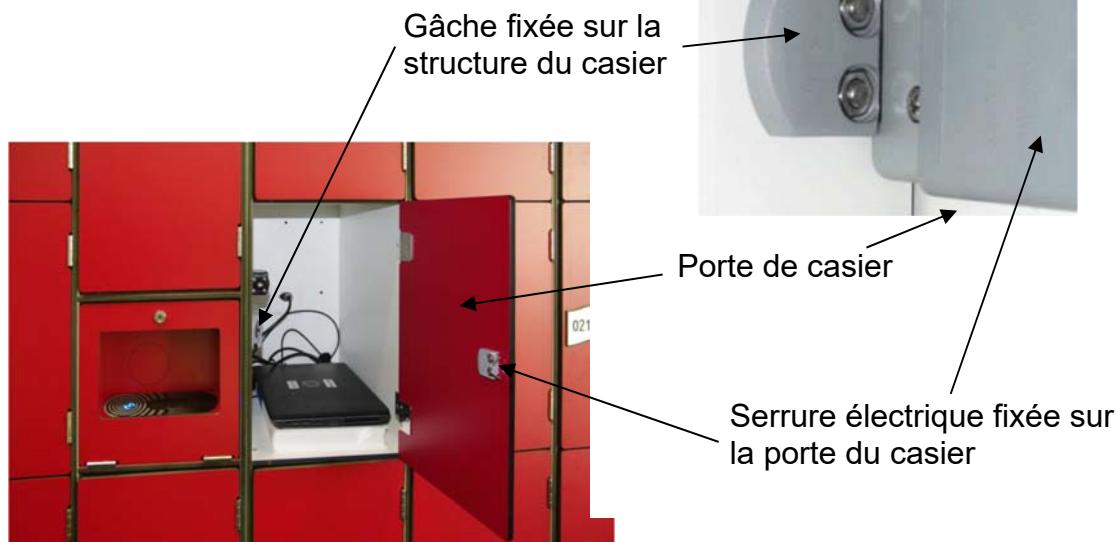
C'est un **système sûr**

- Serrures entièrement intégrées et invisibles portes fermées pour être protégées contre le vandalisme.
- Serrures équipées de moteur et non d'électro-aimant afin de résister aux chocs

C'est un **système fiable**

- Fonctionne sur secteur. Une alimentation de secours sur batterie permet le fonctionnement des contrôleurs et des serrures.
- Sans ces alimentations de secours, le fonctionnement des serrures est interrompu. Les casiers restent en l'état ouvert ou fermé et fonctionnent de nouveau dès la remise sous tension – comme s'il n'y avait pas eu de coupure.
- Tous les éléments du système de contrôle des casiers sont prévus pour fonctionner dans une atmosphère humide et chlorée.

**Des serrures électriques (objet de cette étude)**  
équipent chaque porte de casier. Elles sont motorisées.



## **Travail demandé**

---

### **PARTIE A : Comment fonctionne la serrure ?**

- Question A.1      DTS1,  
DRS1.      Sur le document DRS1, **indiquer** sur le schéma cinématique (dans les rectangles) le nom des classes d'équivalence « Bâti », « Excentrique », « Coulisseau », « Renvoi d'angle » et « Loquet ». **Surligner** chaque classe d'équivalence avec une couleur différente.
- Question A.2      DTS1,  
DRS2.      La liaison entre l'excentrique et le coulisseau est détaillée dans le tableau du DRS2, ligne « exemple ». **Expliquer** pourquoi il est possible de modéliser cette liaison par une liaison ponctuelle plutôt que par une liaison linéaire rectiligne.
- Question A.3      DTS1,  
DRS2.      Dans la première colonne du tableau du document réponse DRS2, sur chacune des deux pièces, **colorier** d'une même couleur les surfaces fonctionnelles en contact après assemblage. **Indiquer** la nature de ces surfaces fonctionnelles dans la deuxième colonne du tableau.
- Question A.4      DTS1,  
DRS2.      **Compléter** la troisième et quatrième colonne du tableau du document réponse DRS2 en indiquant la ou les contrainte(s) d'assemblage DAO utilisée(s) ainsi que le nom de la liaison réalisée.
- Question A.5      DTS1,  
DRS1.      Sur le document DRS1, **compléter** le graphe des liaisons puis **représenter** le schéma normalisé des deux liaisons manquantes dans la zone prévue à cet effet (ovales en pointillés) sur le schéma cinématique.
- Question A.6      DTS1.      **Indiquer** quel est le rôle des ressorts de rappel. **Expliquer** en quelques phrases comment se fait le verrouillage et déverrouillage de la serrure.

## PARTIE B : Quel moteur choisir pour la serrure ?

Dans cette étude, on considère les liaisons comme parfaites.

La courbe tracée sur le document réponse DRS3 représente l'évolution du couple moteur en fonction du temps.

Question B.1      **Indiquer** à quelles positions 1, 2 et 3 correspondent les 3 schémas a), b) et c) du tableau du DRS3.  
DRS3.                **Relever** le temps nécessaire au déverrouillage du système.

Le déverrouillage du verrou nécessite l'application d'une force de 6,4 N de l'excentrique sur le coulisseau.

Question B.2      **Tracer** cette force en son point d'application sur la figure a) du document réponse DRS3 en utilisant l'échelle 1 cm : 2 N.  
DRS3.                **Calculer** le couple C que le servomoteur doit fournir pour entraîner la translation complète du coulisseau dans cette position.  
**Reporter** cette valeur sur le graphique du document DRS3.

Question B.3      **Justifier** la forme de la courbe, en expliquant pourquoi la valeur du couple C diminue puis augmente deux fois.  
DRS3.

Les contraintes à prendre en compte pour choisir un moteur sont les suivantes :

- dimensions disponibles au logement du servomoteur :  $1,5 \times 2,3 \times 3,9$  cm
- couple moteur nécessaire au déverrouillage de la serrure :  $0,025 \text{ N}\cdot\text{m}$
- déplacement angulaire de l'excentrique :  $222^\circ$

Moteurs à disposition :

Servomoteur		Vitesse (RPM)	Couple (N.m)	Course angulaire	Prix (€)	Dimensions (mm)	Poids (g)
1	min	49	0,77	2x180°	9,71	14,5x 21 x 35,6	32
	max	58	0,85				
2	min	55,6	1,4	2x90°	6,20	20,2 x 38 x 40,5	56
	max	62,5	1,52				
3	Min	58,8	1,37	2x180°	26,82	13 x 20,5 x 38,5	59
	Max	71,4	1,67				
4	Min	78	0,35	2x180°	8,45	18 x 21 x 29	28
	Max	96	0,38				
5	Min	104	0,12	2x60°	1,06	12,6 x 18 x 23,2	9
	max	130	0,15				

Question B.4      **Choisir** le moteur le plus adapté aux besoins.  
DRS3.                **Justifier** votre choix.

## Choix 1

### PARTIE C : Le matériau du bâti est-il approprié ?

Suite à la détérioration de plusieurs serrures, il a été décidé de réaliser une étude par éléments finis.

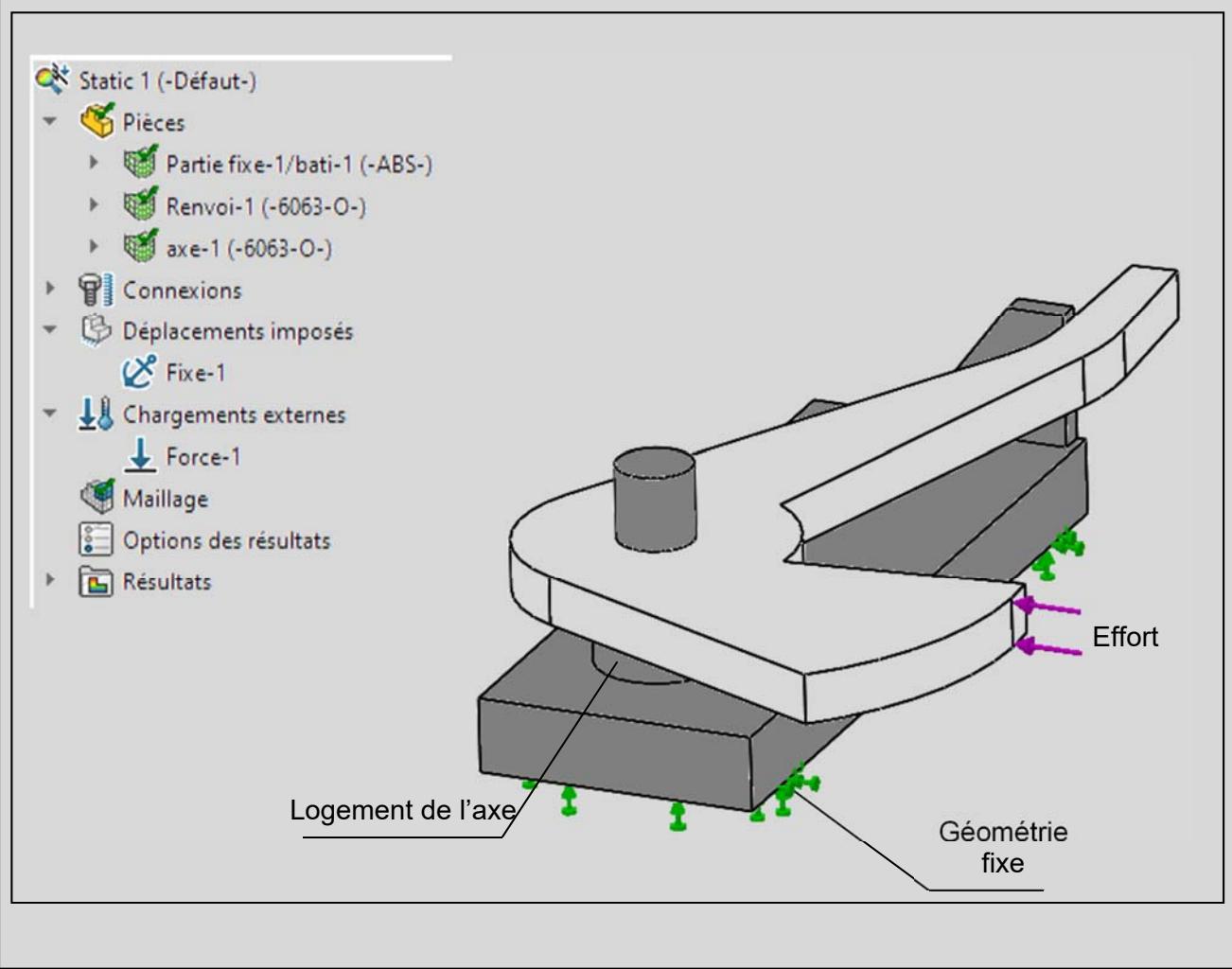
L'utilisation d'un outil (exemple : pied de biche) pour forcer les casiers, entraîne un important effort sur le loquet, qui transmet cette force au renvoi d'angle.

Le but de cette étude est de déterminer l'effort critique à partir duquel la serrure subit des déformations plastiques, puis de trouver des solutions qui permettraient d'améliorer la résistance de la serrure.

#### Présentation de l'étude

Afin de limiter les calculs du logiciel, l'étude se fait à partir d'un assemblage simplifié.

Le dessous du bâti est fixé au casier. La transmission des efforts entre le crochet et le renvoi d'angle est modélisée par un effort linéique.



## Détermination de l'effort critique

Les résultats de cette étude nous permettent de faire un premier constat : le logement de l'axe, appartenant au bâti, subit les plus grandes déformations.

Le bureau d'études a établi que le bâti peut supporter une contrainte de 50 MPa, avant de subir des déformations plastiques.

Question C.1 | **Expliquer** les conséquences de ces déformations plastiques.

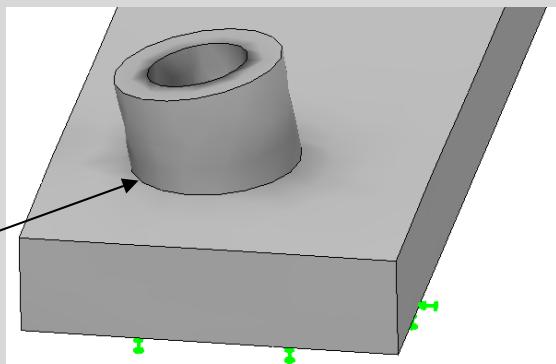
Question C.2 | Sur le DRS4, **tracer** la courbe « Évolution de la contrainte max en fonction de la force appliquée ».

À partir de cette courbe, **déterminer** l'effort  $\overrightarrow{F_{\text{limite}}}$  à partir duquel la serrure subit des déformations plastiques.

## Recherche de solutions techniques

Le bureau d'études souhaite améliorer la résistance de la serrure, il propose d'ajouter un congé de raccordement comme indiqué ci-dessous.

Congé



Question C.3 | **Expliquer** l'intérêt de cette proposition au regard de la résistance de la pièce.

Après modification de la pièce les résultats attendus ne sont toujours pas satisfaisants. Le bureau d'études souhaite modifier le matériau.

Question C.4 | **Proposer** un nouveau matériau minimisant l'empreinte CO<sub>2</sub>, parmi ceux proposés sur le DTS2.  
**Justifier** votre choix.

## Choix 2

**Partie D :** Quel est le matériau le mieux adapté pour la planche du plongeoir ?

Pour les beaux jours, la piscine municipale dispose d'un espace extérieur composé d'un second bassin équipé d'un plongeoir, objet de l'étude.

Question D.1 | À partir du document technique DTS3, **identifier** quel est le modèle DTS3. 1, 2 ou 3 qui correspond au cas de chargement du plongeoir ? **Justifier** votre réponse.

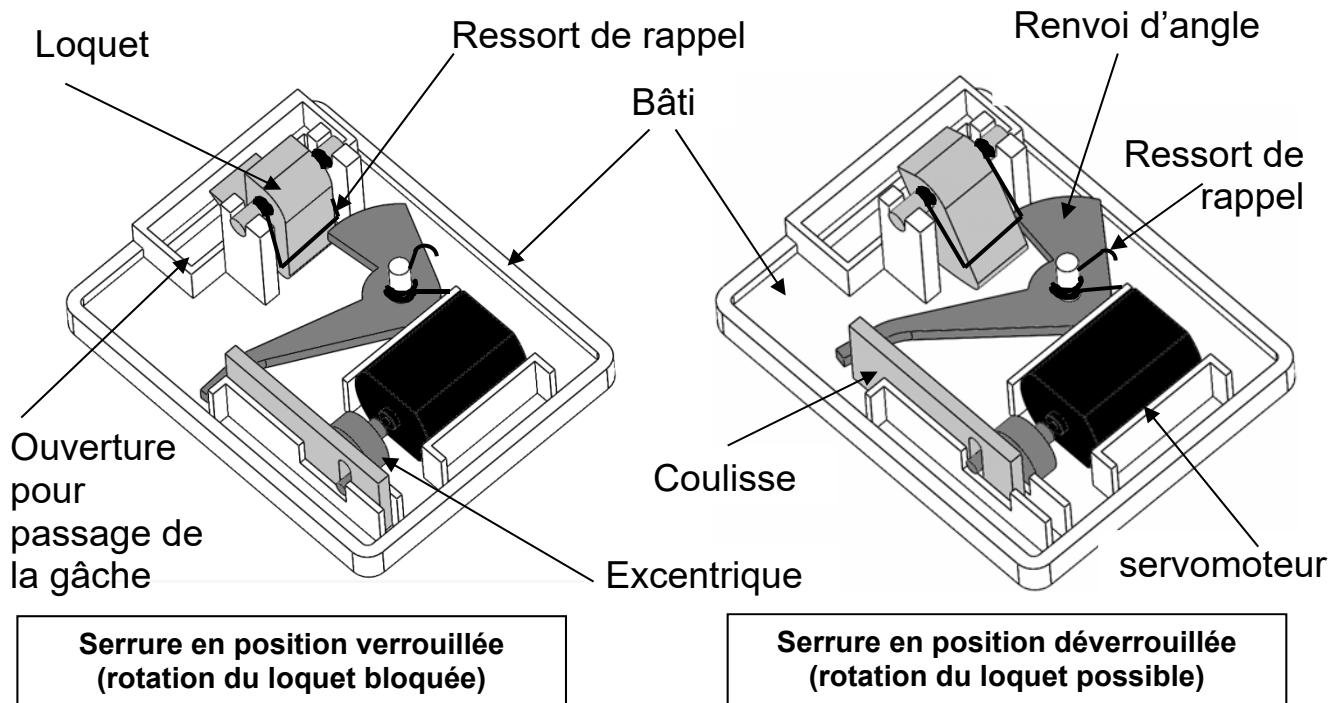
Pour des raisons de sécurité et de rigidité, la flèche maximale autorisée en bout de plongeoir ne doit pas dépasser  $L/25$  ( $L$  étant la longueur entre les 2 appuis).

Question D.2 | **Calculer** le poids du plongeur.  
DTS3.

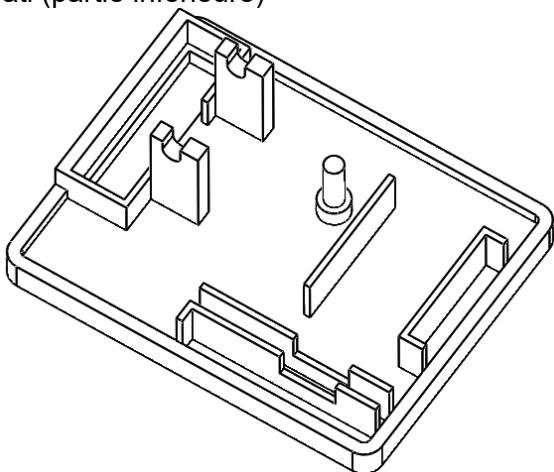
Question D.3 | **Exprimer** le module de Young  $E$  en fonction de la flèche en bout de plongeoir et des paramètres géométriques de planche du plongeoir. **Calculer** la valeur minimale du module de Young  $E$  en MPa.

Question D.4 | À l'aide du document DTS4, **proposer** un choix de matériau pour la planche du plongeoir. **Justifier** votre choix d'un point de vue mécanique et durabilité.

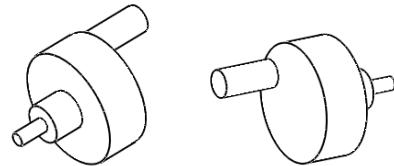
## DTS1 - Structure de la serrure (pièces principales)



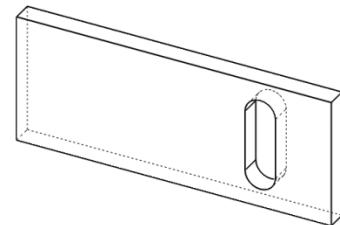
Bâti (partie inférieure)



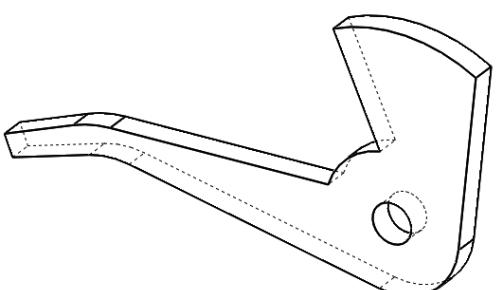
Excentrique et axe (rotor) moteur



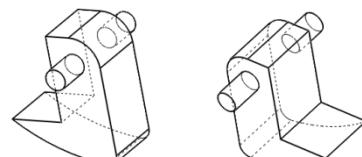
Coulisseau



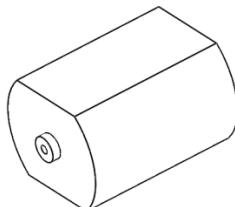
Renvoi d'angle



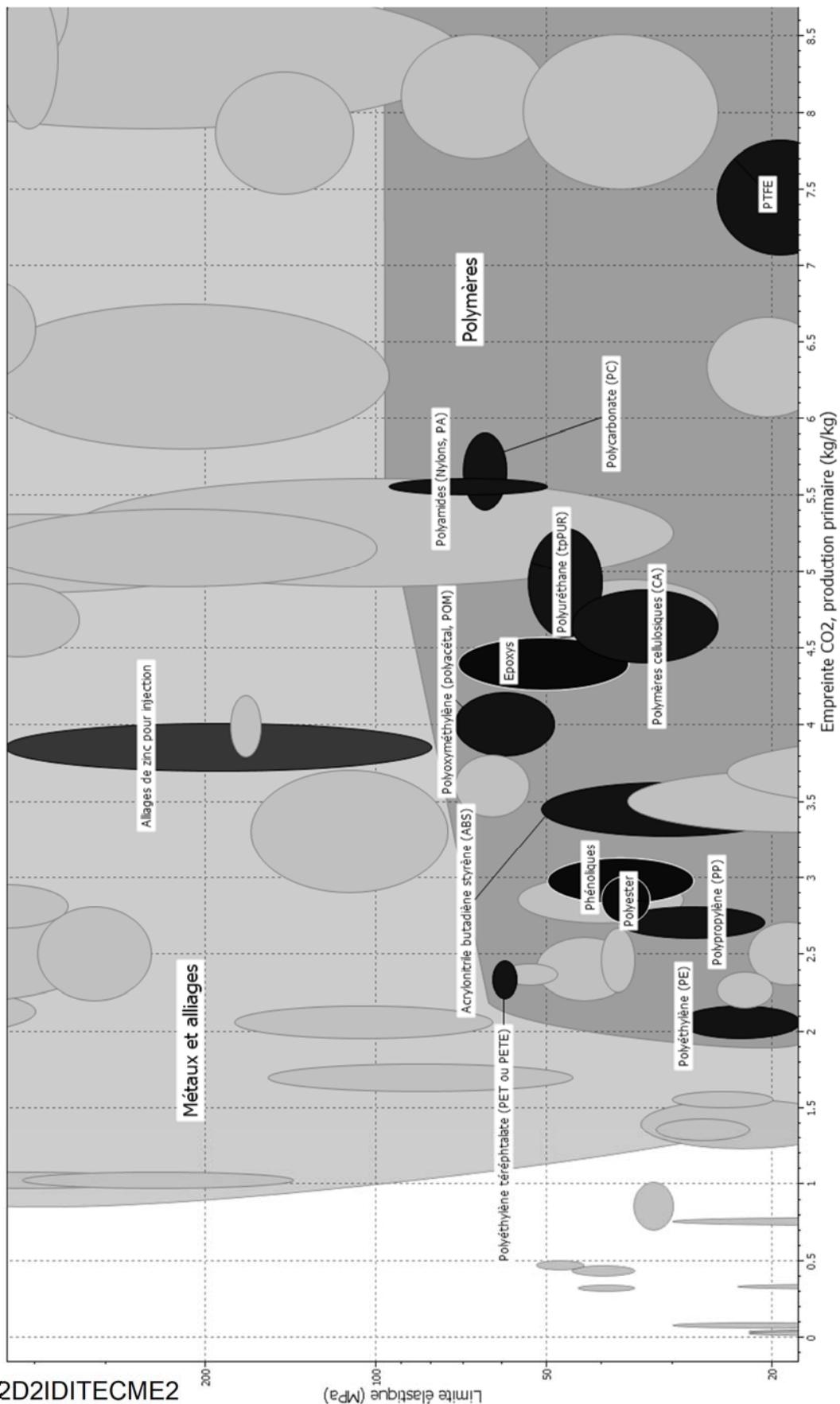
Loquet ou crochet



Servomoteur (stator)



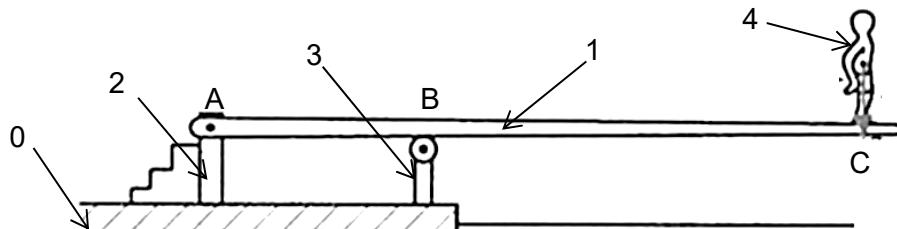
## DTS2 - Résistance mécanique (MPa) vs Empreinte CO<sub>2</sub> production primaire (kg/kg)



Seuls les matériaux en noir sont ressortis à l'issue d'une première

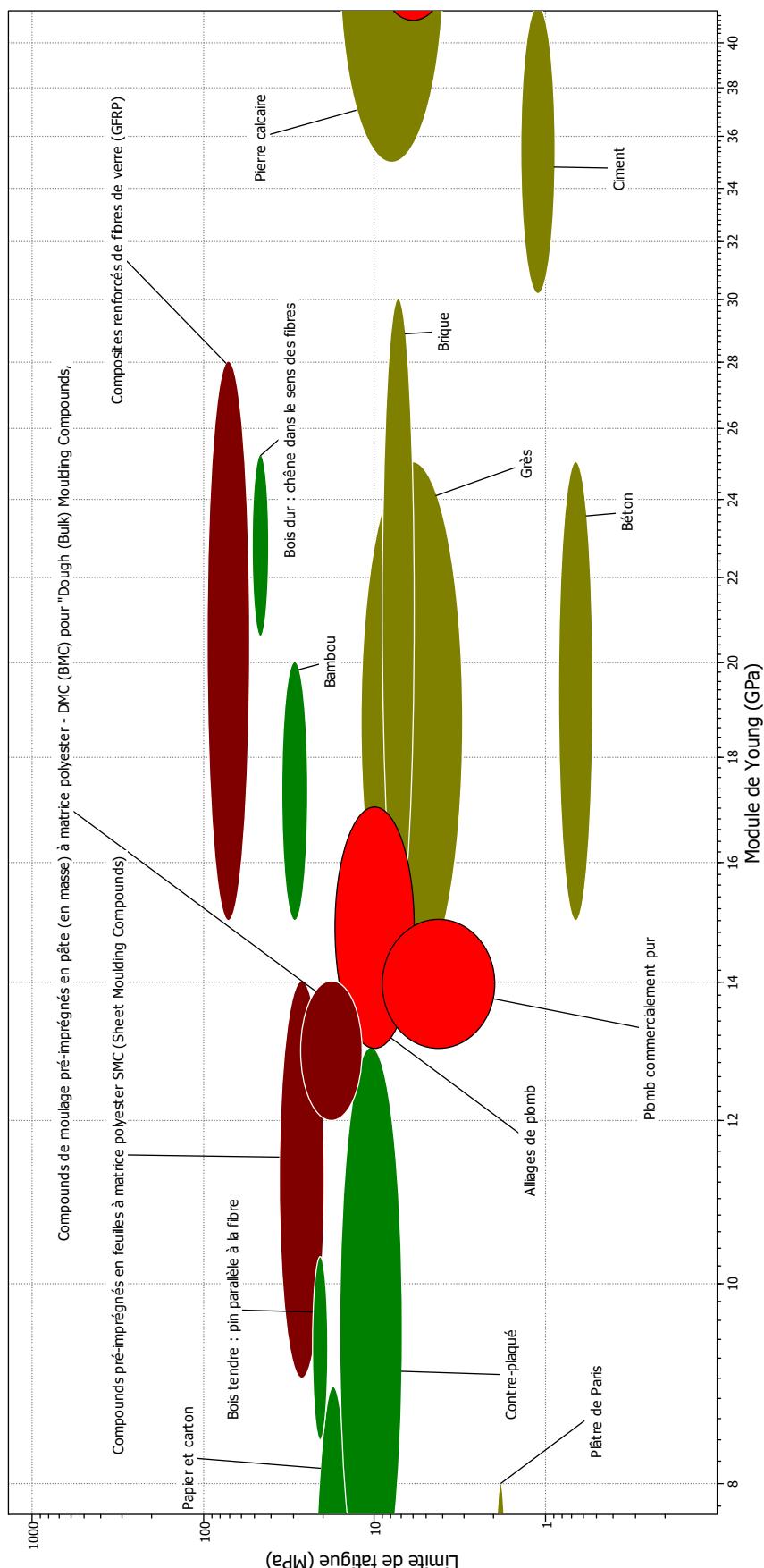
## DTS3 - Modélisation du plongeoir

Le plongeoir ci-dessus est utilisé sur le bord de la piscine. Il se compose de deux supports fixes **2** et **3** scellés dans le sol **0** et d'une planche souple **1**. La masse du nageur **4** est de 102 kg. Distance  $L=AB = 2 \text{ m}$ ;  $BC = 4 \text{ m}$ , l'épaisseur de la planche est de 8 cm au point B, la largeur de la planche est de 60 cm. Moment quadratique de la section droite de la planche  $I_{gz} = 25\,600\,000 \text{ mm}^4$



	Charges- Appuis	Déformation
<b>Modèle n°1</b>		<p>Pour <math>x=a</math> : <math>y_c = -\frac{\ \vec{P}\  \cdot a^2 \cdot b^2}{3 E I_{gz} \cdot L}</math></p>
<b>Modèle n°2</b>		<p>Flèche en E : <math>y_E = \frac{\ \vec{P}\  \cdot a \cdot L^2 \cdot \sqrt{3}}{27 E I_{gz}}</math></p> <p>Flèche en C : <math>y_C = -\frac{\ \vec{P}\  \cdot a^2 \cdot (a+L)}{3 E I_{gz}}</math></p>
<b>Modèle n°3</b>		
$\ \vec{P}\  \text{ en N, } I_{gz} \text{ en } \text{mm}^4, E \text{ en MPa}$ $y_E, a \text{ et } L \text{ en mm}$		

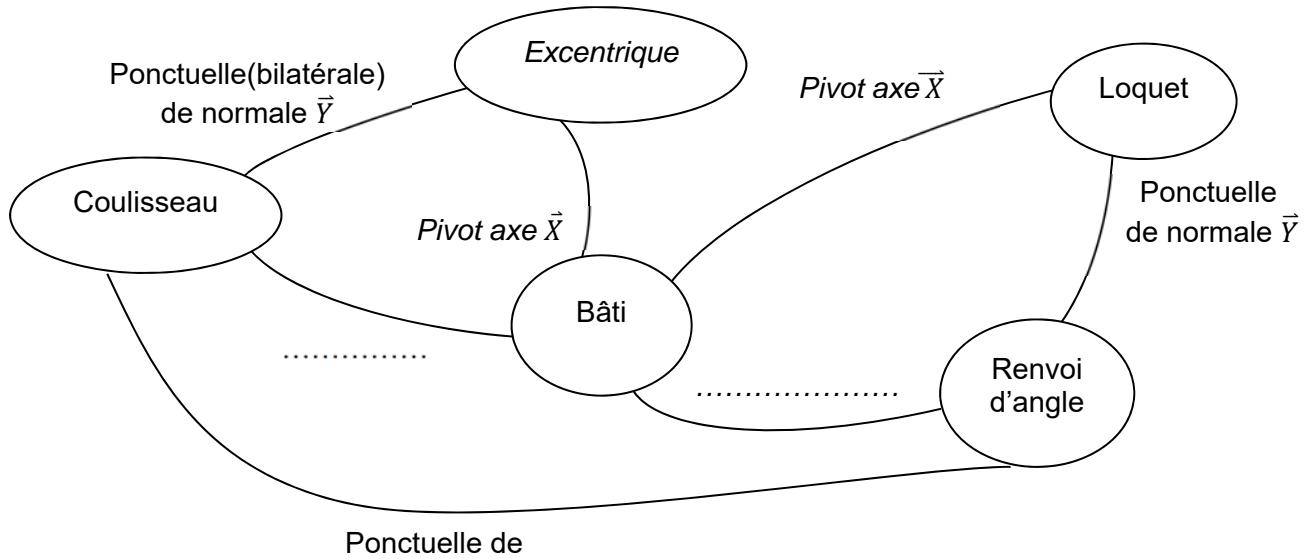
## DTS4 - Choix du matériau de la planche du plongeoir



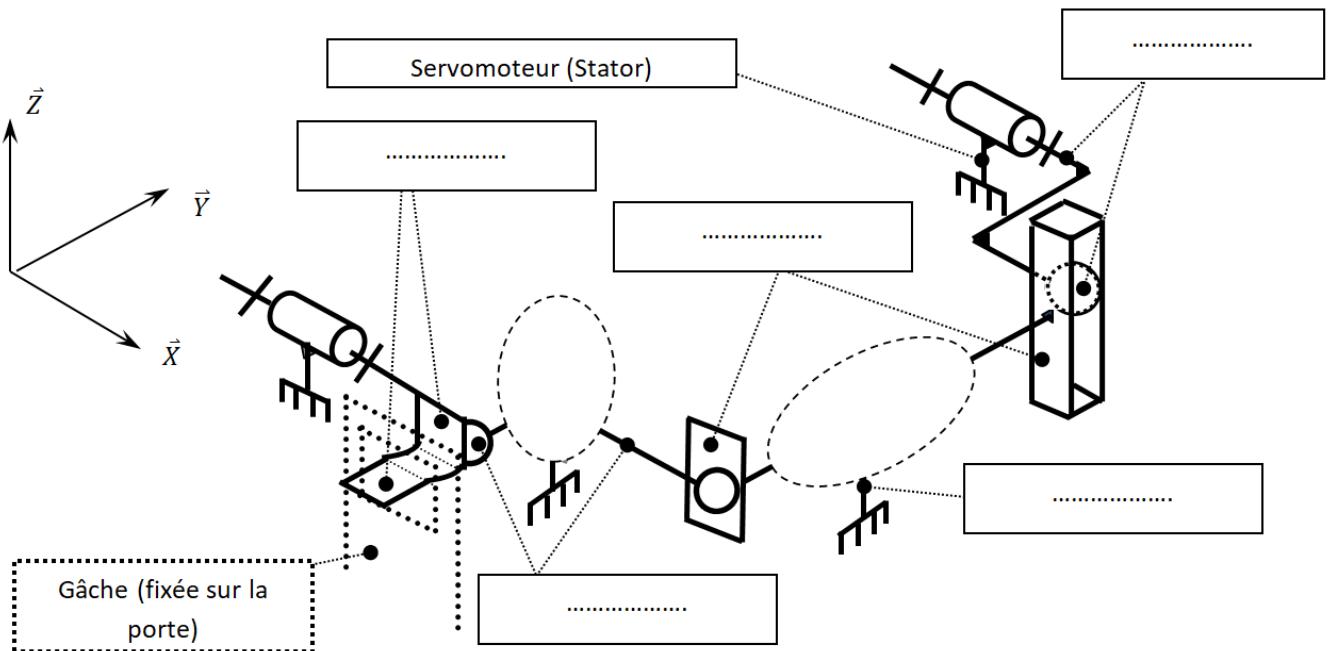
**Fatigue mécanique :** endommagement d'un matériau provoqué par la répétition de sollicitations mécaniques et pouvant entraîner sa rupture sous des contraintes inférieures à celles résultant d'actions statiques. (Dictionnaire Larousse)

## DRS1 - Graphe des liaisons et schéma cinématique

### Graphe des liaisons



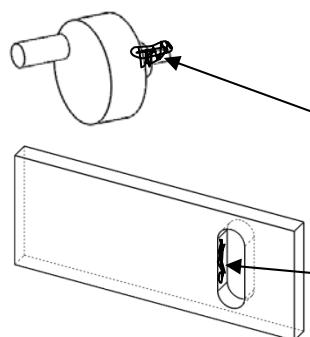
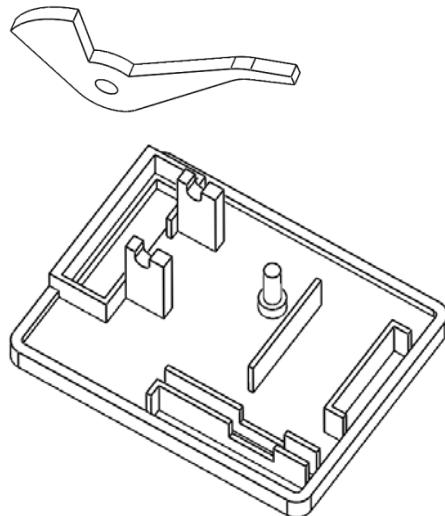
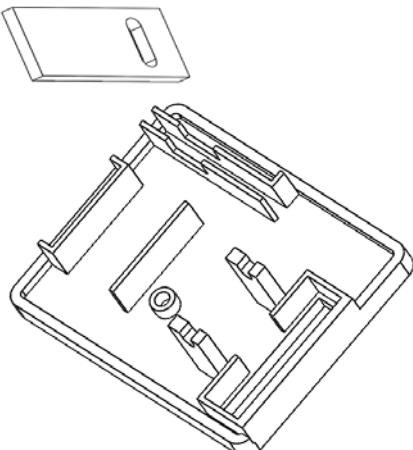
### Schéma cinématique (position verrouillée)



## DRS2 - Tableau des liaisons

**EXEMPLE**

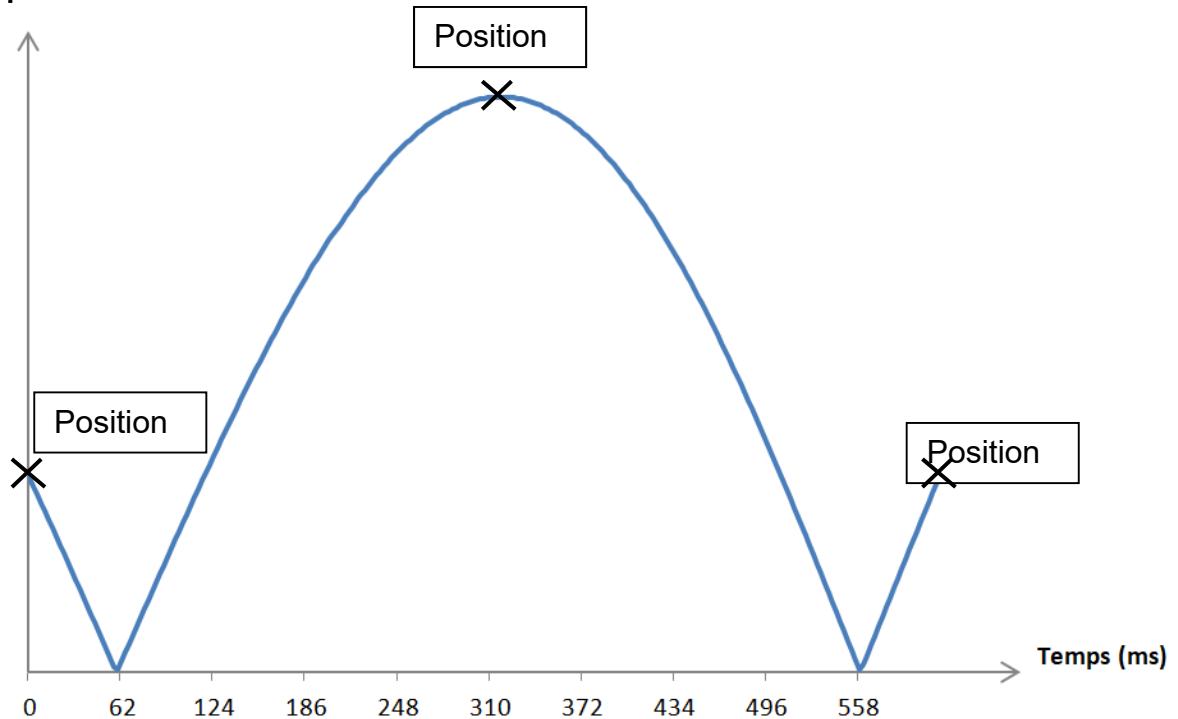
**A COMPLÉTER**

<b>Liaison Excentrique / Coulisseau</b>			
<b>Colorier</b> la ou les surfaces en contact après assemblage (Colorier <u>uniquement</u> les surfaces visibles sur les vues en perspective)	Donner la nature (ou le nom) des surfaces de contact	Contraintes d'assemblage DAO utilisée(s) ( <b>cocher la ou les bonnes réponses</b> )	Nom de la liaison réalisée après assemblage
 Cylindre/Plan		<input type="checkbox"/> Coïncidente <input type="checkbox"/> Parallèle <input type="checkbox"/> Perpendiculaire <input checked="" type="checkbox"/> Tangente <input type="checkbox"/> Coaxiale	Ponctuelle
<b>Liaison Bâti inférieur / Renvoi d'angle</b>			
 Cylindre/Plan		<input type="checkbox"/> Coïncidente <input type="checkbox"/> Parallèle <input type="checkbox"/> Perpendiculaire <input type="checkbox"/> Tangente <input type="checkbox"/> Coaxiale	
<b>Liaison Bâti inférieur / Coulisseau</b>			
 Cylindre/Plan		<input type="checkbox"/> Coïncidente <input type="checkbox"/> Parallèle <input type="checkbox"/> Perpendiculaire <input type="checkbox"/> Tangente <input type="checkbox"/> Coaxiale	

## DRS3 - Simulations graphiques

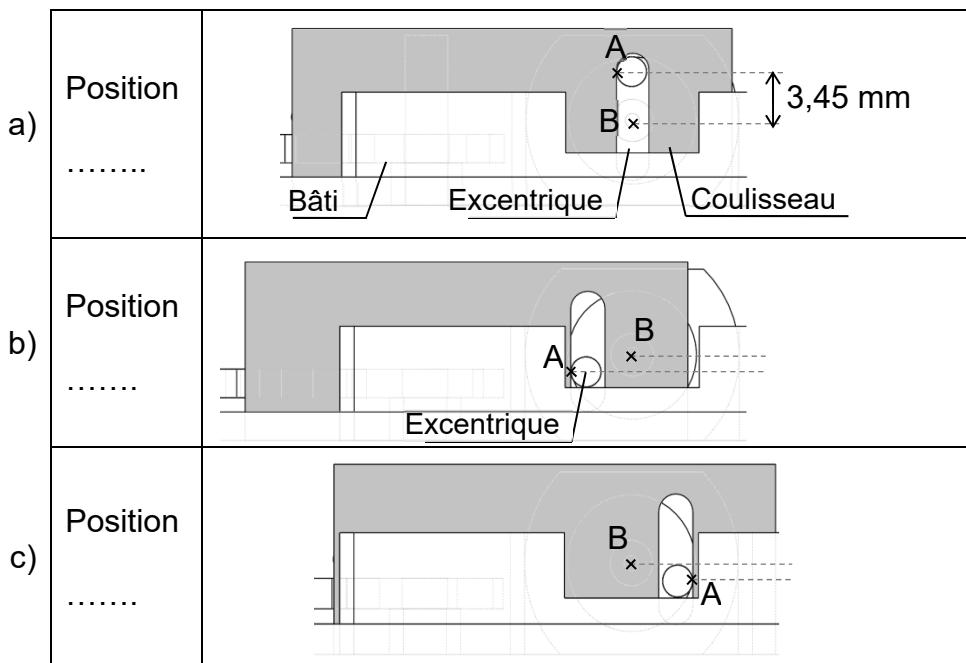
### Évolution du couple nécessaire au déverrouillage de la serrure

Couple en N.m



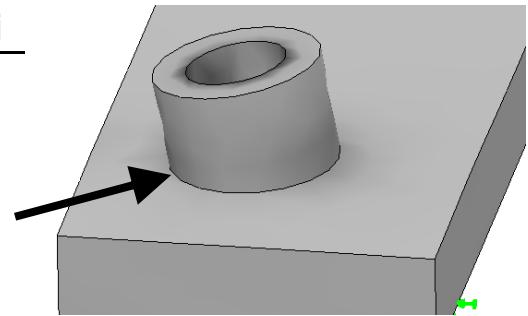
### Déplacement du coulisseau durant le déverrouillage de la serrure

Le point A est le point de contact de la liaison pontuelle entre l'excentrique et le coulisseau.  
Le point B est le centre de l'axe du servomoteur.

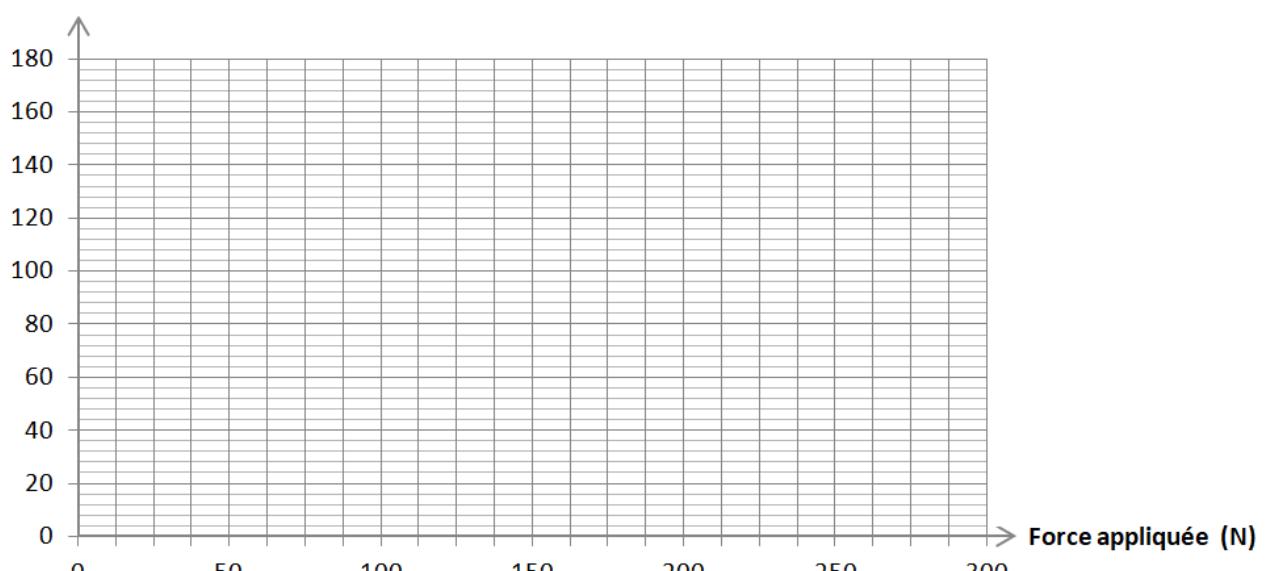
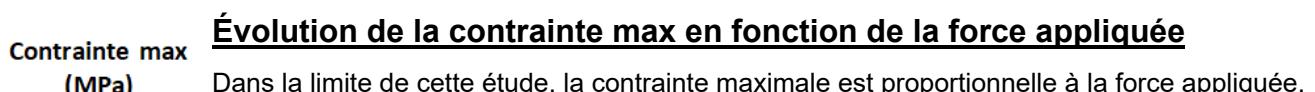


## DRS4 - Étude par éléments finis du bâti

Dans les résultats de cette étude, on s'intéresse aux contraintes appliquées au bâti, en particulier sur la zone de logement de l'axe



Première simulation		Deuxième simulation																											
Paramétrage	Echelle des résultats (bâti)	Paramétrage	Echelle des résultats (bâti)																										
<ul style="list-style-type: none"> <li>Static 1 (-Défaut-)           <ul style="list-style-type: none"> <li>Pièces               <ul style="list-style-type: none"> <li>Partie fixe-1/bati-1 (-ABS-)</li> <li>Renvoi-1 (-6063-O-)</li> <li>axe-1 (-6063-O-)</li> </ul> </li> <li>Connexions               <ul style="list-style-type: none"> <li>Contacts entre ensembles</li> <li>Contacts entre composants</li> </ul> </li> <li>Déplacements imposés               <ul style="list-style-type: none"> <li>Fixe-1</li> </ul> </li> <li>Chargements externes               <ul style="list-style-type: none"> <li>Force-1 (:Par entité: -50 N:)</li> </ul> </li> <li>Maillage</li> <li>Options des résultats</li> </ul> </li> <li>Résultats               <ul style="list-style-type: none"> <li>Contraintes1 (-vonMises-)</li> <li>Déplacements1 (-Dépl. résultant-)</li> <li>Déformations1 (-Équivalente-)</li> <li>Déplacements1[1] (-Déplacement-)</li> </ul> </li> </ul>	<p>von Mises (N/mm<sup>2</sup> [MPa])</p> <table border="1"> <tr><td>27.59</td></tr> <tr><td>25.29</td></tr> <tr><td>22.99</td></tr> <tr><td>20.69</td></tr> <tr><td>18.39</td></tr> <tr><td>16.09</td></tr> <tr><td>13.80</td></tr> <tr><td>11.50</td></tr> <tr><td>9.20</td></tr> <tr><td>6.90</td></tr> <tr><td>4.60</td></tr> <tr><td>2.30</td></tr> <tr><td>0.00</td></tr> </table>	27.59	25.29	22.99	20.69	18.39	16.09	13.80	11.50	9.20	6.90	4.60	2.30	0.00	<ul style="list-style-type: none"> <li>Static 1 (-Défaut-)           <ul style="list-style-type: none"> <li>Pièces               <ul style="list-style-type: none"> <li>Partie fixe-1/bati-1 (-ABS-)</li> <li>Renvoi-1 (-6063-O-)</li> <li>axe-1 (-6063-O-)</li> </ul> </li> <li>Connexions               <ul style="list-style-type: none"> <li>Contacts entre ensembles</li> <li>Contacts entre composants</li> </ul> </li> <li>Déplacements imposés               <ul style="list-style-type: none"> <li>Fixe-1</li> </ul> </li> <li>Chargements externes               <ul style="list-style-type: none"> <li>Force-1 (:Par entité: -300 N:)</li> </ul> </li> <li>Maillage</li> <li>Options des résultats</li> </ul> </li> <li>Résultats               <ul style="list-style-type: none"> <li>Contraintes1 (-vonMises-)</li> <li>Déplacements1 (-Dépl. résultant-)</li> <li>Déformations1 (-Équivalente-)</li> <li>Déplacements1[1] (-Déplacement-)</li> </ul> </li> </ul>	<p>von Mises (N/mm<sup>2</sup> [MPa])</p> <table border="1"> <tr><td>167.16</td></tr> <tr><td>153.23</td></tr> <tr><td>139.30</td></tr> <tr><td>125.37</td></tr> <tr><td>111.44</td></tr> <tr><td>97.51</td></tr> <tr><td>83.58</td></tr> <tr><td>69.65</td></tr> <tr><td>55.72</td></tr> <tr><td>41.79</td></tr> <tr><td>27.86</td></tr> <tr><td>13.93</td></tr> <tr><td>0.00</td></tr> </table>	167.16	153.23	139.30	125.37	111.44	97.51	83.58	69.65	55.72	41.79	27.86	13.93	0.00
27.59																													
25.29																													
22.99																													
20.69																													
18.39																													
16.09																													
13.80																													
11.50																													
9.20																													
6.90																													
4.60																													
2.30																													
0.00																													
167.16																													
153.23																													
139.30																													
125.37																													
111.44																													
97.51																													
83.58																													
69.65																													
55.72																													
41.79																													
27.86																													
13.93																													
0.00																													



## PARTIE SPÉCIFIQUE (8 points)

### SYSTÈME D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE

#### SYSTEME DE SERRURES CONNECTÉES



- Présentation de l'étude et questionnement                          pages 18 à 20
- Documents techniques    pages 21 à 24
- Documents réponses    pages 25 à 27

Dans la partie spécifique, vous devez choisir entre traiter la partie B (choix 1) ou la partie C (choix 2). La partie A est à traiter obligatoirement.

## Mise en situation

La rénovation des locaux et des vestiaires a aussi été l'occasion de changer les casiers. Le choix s'est porté sur des casiers informatisés et automatisés, sécurisés par détecteurs anti-effraction, fonctionnant à badge RFID. Ce système comporte plusieurs avantages :

### C'est un **système sûr**

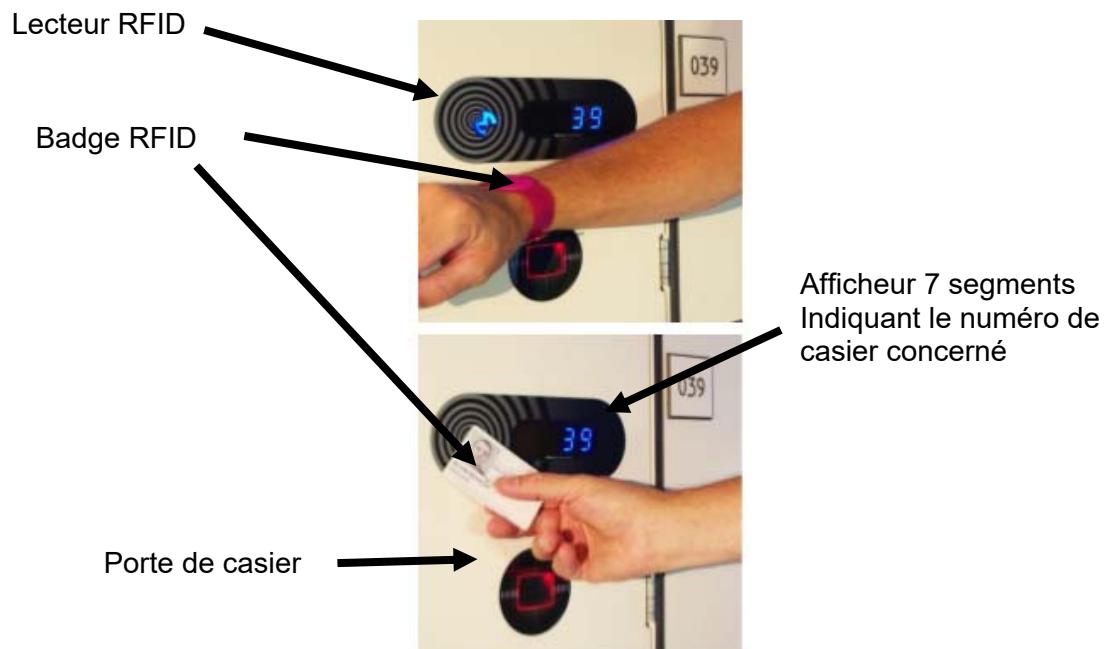
- Serrures entièrement intégrées et invisibles portes fermées pour être protégées contre le vandalisme.
- Serrures équipées de moteur et non d'électro-aimant afin de résister aux chocs.

### C'est un **système fiable**

- Fonctionne sur secteur. Une alimentation de secours sur batterie permet le fonctionnement des contrôleurs et des serrures.
- Sans ces alimentations de secours, le fonctionnement des serrures est interrompu. Les casiers restent en l'état ouvert ou fermé et fonctionnent de nouveau dès la remise sous tension – comme s'il n'y avait pas eu de coupure.
- Tous les éléments du système de contrôle des casiers sont prévus pour fonctionner dans une atmosphère humide et chlorée.
- Le système devra être intégré au réseau informatique local de la piscine.

### Présentation de serrure RFID (objet de cette étude)

Les casiers vestiaires sont organisés en plusieurs îlots de 32 casiers chacun. Au sein de chaque îlot, les casiers sont pilotés par un contrôleur possédant un afficheur, une antenne lisant les badges RFID. Chaque îlot est identifié par une adresse IP sur le réseau



## Travail demandé

**Partie A :** une solution RFID sera-t-elle adaptée pour verrouiller les casiers vestiaires afin de permettre aux usagers de déposer leurs affaires en toute sécurité ?

Question A1      Grace aux caractéristiques données par les tags sur le DTS1.5, **déterminer** le tag le mieux adapté pour notre utilisation. **Justifier** votre réponse.  
DTS1.5

Question A2      **Déterminer** la valeur des 2 amplitudes maximale et minimale permettant la modulation en amplitude du signal transmis par le tag à l'antenne.  
DTS1.2

Question A3      **Déterminer** la fréquence de la porteuse permettant la modulation en amplitude du signal transmis par le tag à l'antenne.  
DTS1.2

Question A4      En vous aidant des caractéristiques de la trame RFID du DTS1.2, **décoder** l'octet de la trame RFID envoyée par un tag en complétant le tableau sur le DRS1  
DTS1.2,  
DRS1

Question A5      En **déduire** la valeur du code complet envoyé par le tag.  
DTS1.3

Pour le reste du sujet on considère que le code du tag sera ( 01 . 7C . A3 . 4F )<sub>16</sub>

Question A6      **Convertir** cette valeur en décimal. **Vérifier** que l'identifiant du badge est bien 24 945 487.

Question A7      Sachant que le code propre à chaque tag est toujours 1B, **déterminer** la valeur du checksum du badge étudié.  
DTS1.3

## Choix 1

**Partie B :** La solution retenue est-elle la plus judicieuse pour transférer les données du lecteur RFID au microcontrôleur ?

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| Question B1<br>DTS1.4     | En vous aidant du DTS1.4, <b>identifier</b> le nombre de bits nécessaires à l'information « start » de la trame.  |
| Question B2<br>DTS1.4     | <b>Relever</b> le temps de transmission de l'information « start » puis <b>déterminer</b> la vitesse de transmission normalisée de la liaison série.  |
| Question B3<br>DTS1.4     | <b>Déterminer</b> le temps nécessaire à la transmission complète du code d'un tag RFID.   |
| Question B4<br>DTS2, DRS2 | <b>Compléter</b> le tableau sur le document réponse DRS2, correspondant aux caractères ASCII émis par le lecteur RFID vers le microcontrôleur pour un code Tag de (01 7C A3 4F) <sub>16</sub> . |

## Choix 2

**Partie C :** La chaîne d'information de la serrure est-elle adaptée au besoin des utilisateurs ?

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| Question C1<br>DRS3         | <b>Compléter</b> l'IBD de la serrure RFID sur le DRS3 avec les numéros correspondants aux termes qui vous sont donnés dans les rubriques composants et flux d'informations. |
| Question C2<br>DTS1.6, DRS4 | En vous aidant du principe de fonctionnement général de la serrure RFID (DTS1.6), <b>compléter</b> le diagramme d'état du fonctionnement de la serrure RFID sur le DRS4.    |
| Question C3                 | Conclure si la solution RFID correspond aux exigences définies dans le cahier des charges de la mise en situation ?   |

## DTS1 : Présentation des casiers et du RFID

Les casiers vestiaires sont organisés en plusieurs îlots de 32 casiers chacun. Au sein de chaque îlot, les casiers sont pilotés par un contrôleur possédant un afficheur, une antenne lisant les badges RFID.

Chaque îlot est identifié par une adresse IP sur le réseau.

### DTS1.1 Principe du RFID

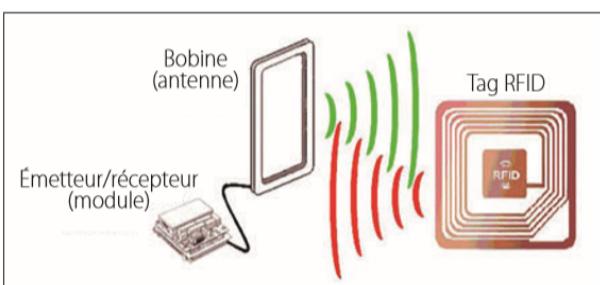
La **radio-identification**, le plus souvent désignée par le sigle **RFID** (de l'anglais radio frequency identification), est une méthode pour mémoriser et récupérer des données à distance en utilisant des marqueurs appelés « radio-étiquettes » (« RFID tag » ou « RFID transponder » en anglais).

Les radio-étiquettes sont de petits objets, tels que des étiquettes autoadhésives, qui peuvent être collés ou incorporés dans des objets ou produits et même implantés dans des organismes vivants (animaux, corps humain).

Les radio-étiquettes comprennent une antenne associée à une puce électronique qui leur permet de recevoir et de répondre aux requêtes radio émises depuis l'émetteur-récepteur.

Ces puces électroniques contiennent un identifiant et éventuellement des données complémentaires.

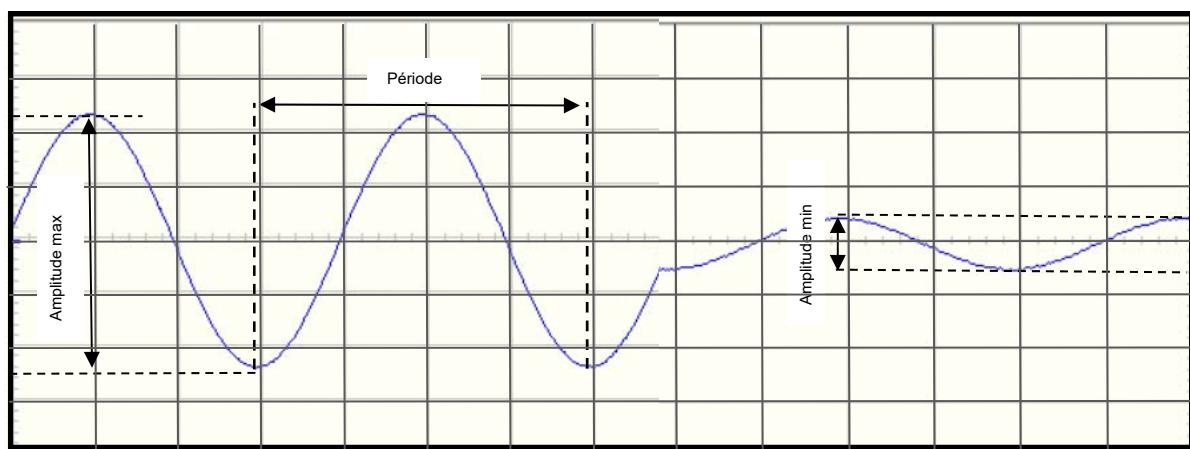
Le système est activé par un transfert d'énergie électromagnétique. Le lecteur agit généralement en maître, il envoie une onde électromagnétique en direction de l'objet à identifier. Il active ainsi le marqueur, qui lui renvoie de l'information.



Le lecteur envoie des requêtes aux tags RFID pour récupérer des données stockées dans leur mémoire. Le tag, généralement télémétriquement alimenté par le signal du lecteur, génère en premier lieu un code permettant d'identifier l'objet sur lequel il est déposé. La communication entre les deux entités s'engage. Le lecteur peut procéder à une écriture d'information dans le tag.

### DTS1.2 Protocole de communication RFID

Le code d'un tag transmis au lecteur RFID est constitué de 4 octets, via une onde électromagnétique modulée en amplitude, comme le démontre la capture d'oscilloscope ci-dessous.



Le codage utilisé est le code Manchester pour la transmission des données du tag vers l'antenne.

Principe du codage Manchester des signaux modulés		
SIGNAL	WAVEFORM	DESCRIPTION
Data	1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0	Données numériques
Bit Rate CLK	High-Low-Low-High-Low-High-Low-High-Low-Low-High-Low	Signal d'horloge
Biphase_L (Manchester)	Low-High-Low-High-Low-High-Low-High-Low-High-Low-High	<u>Biphase</u> : Le niveau logique change sur les fronts montants et descendants de l'horloge : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 est représenté par un passage de l'état bas vers l'état haut</li> <li>- 1 est représenté par un passage de l'état haut vers l'état bas</li> </ul>

Le premier octet envoyé est l'octet de poids fort. Le tag émet les données par paquet de 4 bits suivis d'un bit de parité paire. Puis de nouveau 4 bits et un nouveau bit de parité jusqu'à émettre les 4 octets du code complet. Il n'y a pas de start ni de bit de stop. Le contrôle de parité se fait tous les demi-octets transmis. La trame est réémise toutes les secondes si le badge reste sur le lecteur.

### DTS1.3 Traitement des données par le lecteur RFID

Le lecteur reçoit un code de 4 octets du tag soit 8 caractères hexadécimaux. Ce code subit un traitement de données afin d'être exploité par un microcontrôleur via une liaison série.

La trame envoyée au microcontrôleur possède le format suivant :

Information transmise par la liaison série au microcontrôleur				
Début de communication	Code propre à chaque Tag	Code du tag	Contrôle Cheksum	stop
1 octet	2 octets	8 octets	2 octets	1 octet
Valeur hexadécimale	Code Ascii des caractères			Valeur hexadécimale
0X 02	1 B	00 98 C1 E3	A1	0x 03

Le checksum est obtenu en réalisant un ou-exclusif (XOR) entre les valeurs hexadécimales des 5 octets correspondants au code du tag.

Donc ici :

$$(0x 1B) \text{ XOR } (0x 00) \text{ XOR } (0x 98) \text{ XOR } (0x C1) \text{ XOR } (0x E3) = (0x A1)$$

0x 1B =	0 0 0 1	1 0 1 1
0x 00 =	0 0 0 0	0 0 0 0
0x 98 =	1 0 0 1	1 0 0 0
0x C1 =	1 1 0 0	0 0 0 1
0x E3 =	1 1 1 0	0 0 1 1

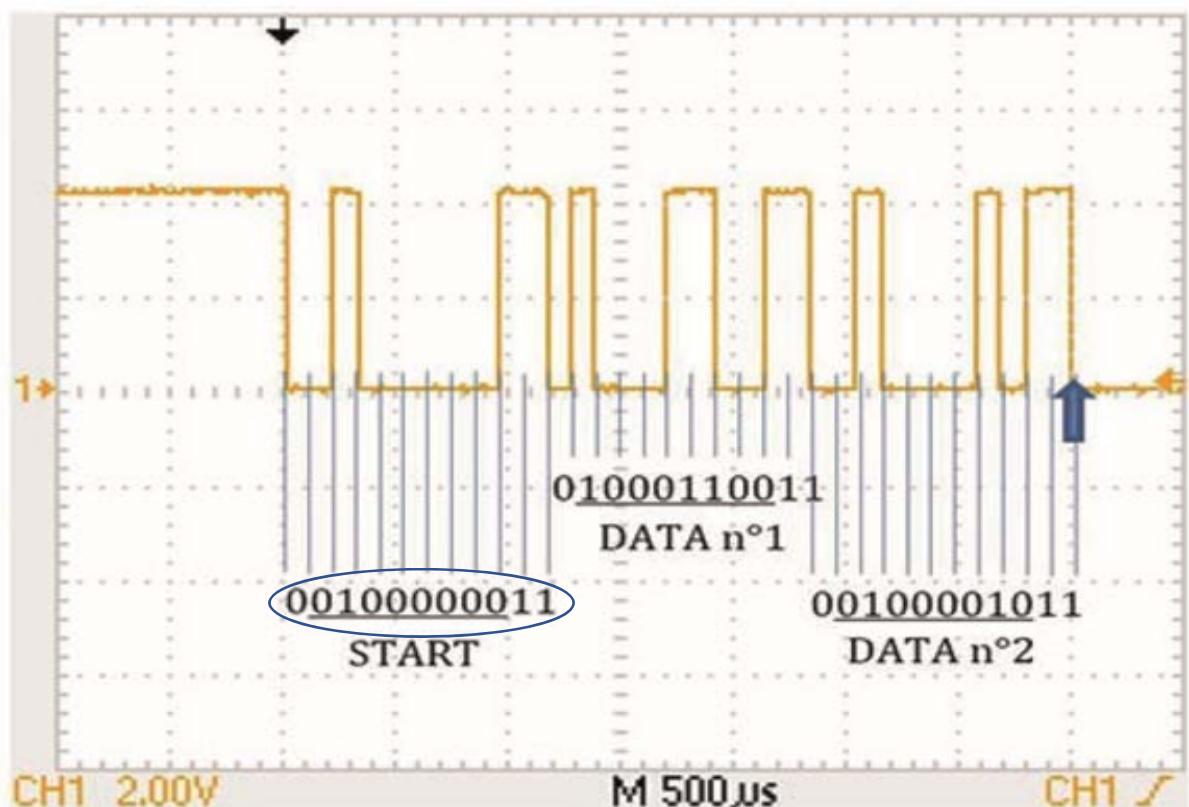
Ce qui revient à dire que pour une fonction OU-Exclusif à plus de 2 entrées la sortie est égale à 1 si le nombre d'entrées à 1 est impair.

Résultat =  $\underbrace{1 0 1 0}_{(0x A1)} \underbrace{0 0 0 1}_{}$

## DTS1.4 La transmission série vers le microcontrôleur.

Le relevé suivant nous montre la trame envoyée par le lecteur de tags RFID au microcontrôleur via une liaison série classique. Chaque octet envoyé est transmis au standard suivant :

1 bit de start, suivi de 8 bits de données (le LSB étant envoyé le premier) et de 2 bits de stop, respectant le format TTL (0 / 5V). Les données sont envoyées au format ASCII (valeur en hexadécimal), ce qui revient à dire que le microcontrôleur va recevoir 10 caractères pour pouvoir identifier le code d'un badge RFID.



La transmission des données se fait à une des vitesses normalisées pour la liaison série.

Valeurs normalisées pour les liaisons série : 75, 110, 300, 600, 1200, 4800, 9600, 14400, 19200, 56000, 115200, 128000, 2560000. (bauds)

## DTS1.5 Technologie des Tags RFID

Type de Tag	Famille de fréquence	Bandes de fréquences	Portée	Taux de transfert	Capacité de lecture près du métal ou des surfaces mouillées	Prix	Utilisation
Passif	LF	120-150 KHz	Contact - 10cm	Lent	Le meilleur	de 0,10 à 0,20 €	Suivi des animaux, gestion des accès
Semi-actif	HF	13,56 MHz	10 cm - 1m	Lent à moyen	Moyen sensible au métal	de 5 à 20 €	Suivi des bagages, des livres, surveillance électronique d'articles, porte-monnaie, contrôle d'accès
	UHF	433 MHz	1 m - 100m	Moyen à rapide	Mauvais		Suivi dans la chaîne d'approvisionnement et gestion d'entrepôt
Actif	SHF	2450-5800 MHz	1m – 100m	Très rapide	Le pire	de 15 à 40 €	Télépéage, suivi de chemin de fer, 802.11 WLAN.
	ULB	3,1-10 GHz	> 200 m	Très rapide	Très mauvais		

## DTS1.6 Principe de fonctionnement générale de la serrure RFID

**C'est un système sûr :** les serrures sont entièrement intégrées et invisibles portes fermées. Les serrures sont équipées de servo moteur et non d'électro-aimant afin de résister aux chocs. Un détecteur d'ouverture sur chaque porte prévient des tentatives d'effraction (forçage de la porte) via une alarme dans le local et un report sur un PC serveur, la signature informatique des badges RFID ou code barre est communiquée en temps réel.

Le système lit uniquement le numéro de série unique, qui est une information publique, et l'associe au casier qui est fermé. L'information « casier X fermé » par la badge RFID numéro de série du badge est enregistrée dans le serveur et pas sur le badge. Le lecteur de badge n'inscrit aucune information sur le badge RFID.

**C'est un système fiable :** les casiers fonctionnent sur secteur et non sur piles Ils sont insensibles aux coupures de courant, car une alimentation de secours sur batterie permet le fonctionnement des contrôleurs et des serrures. Sans ces alimentations de secours, le fonctionnement des serrures est interrompu. Les casiers restent en l'état ouverts ou fermés, et fonctionnent de nouveau dès la remise sous tension – comme s'il n'y avait pas eu de coupure.

**C'est un système pérenne et évolutif :** compatible avec tous les supports de contrôle d'accès existants car il ne fait que lire ces supports, sans écrire de l'information dessus. Par simple modification de l'interface, les casiers peuvent fonctionner aussi avec des lecteurs biométriques, des claviers à codes secrets

### Comment ouvrir et fermer son casier.

Le verrouillage se déroule en 3 phases :

- fermer la porte de votre casier en appuyant sur la porte jusqu'au signal sonore (signal continu pendant 2 secondes). L'activation d'un des interrupteurs d'un des 32 casiers génère une interruption du programme du microcontrôleur ;
- passer votre badge sur l'antenne RFID à côté de l'afficheur LCD dans les 8 secondes ;
- le numéro du casier s'affiche, le casier est verrouillé. Le servo moteur est en position 0°.

Pour déverrouiller le casier :

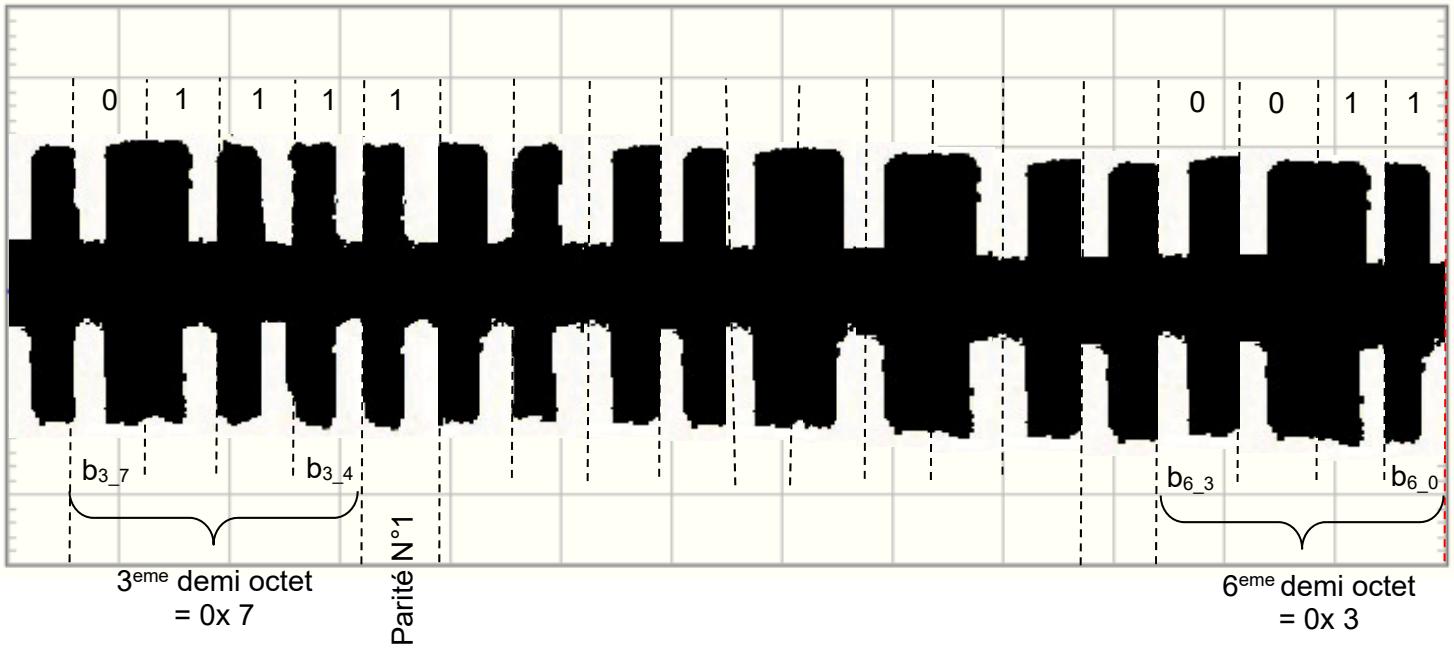
- passer votre badge sur l'antenne, le numéro de casier s'affiche 3 bips sonore sont émis (300 ms à intervalle de 300 ms) le casier s'ouvre. Le servo moteur est en position 180°.

## DTS2 : Tableau du codage ASCII

Dec	Hex	Oct	Char	Dec	Hex	Oct	Char	Dec	Hex	Oct	Char	Dec	Hex	Oct	Char
32	20	40	[space]	48	30	60	0	64	40	100	@	80	50	120	P
33	21	41	!	49	31	61	1	65	41	101	A	81	51	121	Q
34	22	42	"	50	32	62	2	66	42	102	B	82	52	122	R
35	23	43	#	51	33	63	3	67	43	103	C	83	53	123	S
36	24	44	\$	52	34	64	4	68	44	104	D	84	54	124	T
37	25	45	%	53	35	65	5	69	45	105	E	85	55	125	U
38	26	46	&	54	36	66	6	70	46	106	F	86	56	126	V
39	27	47	'	55	37	67	7	71	47	107	G	87	57	127	W
40	28	50	(	56	38	70	8	72	48	110	H	88	58	130	X
41	29	51	)	57	39	71	9	73	49	111	I	89	59	131	Y
42	2A	52	*	58	3A	72	:	74	4A	112	J	90	5A	132	Z
43	2B	53	+	59	3B	73	:	75	4B	113	K	91	5B	133	[
44	2C	54	,	60	3C	74	<	76	4C	114	L	92	5C	134	\
45	2D	55	-	61	3D	75	=	77	4D	115	M	93	5D	135	]
46	2E	56	.	62	3E	76	>	78	4E	116	N	94	5E	136	^
47	2F	57	/	63	3F	77	?	79	4F	117	O	95	5F	137	_

## DRS1 : Décodage d'une trame RFID

Nous avons relevé à l'oscilloscope les signaux suivants



Compléter les tableaux suivants :

Octet N°2									
b <sub>3_7</sub>	b <sub>3_6</sub>	b <sub>3_5</sub>	b <sub>3_4</sub>	Parité N°1	b <sub>4_3</sub>	b <sub>4_2</sub>	b <sub>4_1</sub>	b <sub>4_0</sub>	Parité N°2
0	1	1	1						
Valeur Hexadécimale					Valeur Hexadécimale				
0x 7									

Octet N°3									
b <sub>5_7</sub>	b <sub>5_6</sub>	b <sub>5_5</sub>	b <sub>5_4</sub>	Parité N°1	b <sub>6_3</sub>	b <sub>6_2</sub>	b <sub>6_1</sub>	b <sub>6_0</sub>	Parité N°2
					0	0	1	1	
Valeur Hexadécimale					Valeur Hexadécimale				
					0x 3				

## DRS2 : Code envoyé via la liaison série

	Signification		10 Caractères Ascii										checksum	Stop	
Code Ascii	Start 0x 02		1	B	0	1					4	F	8	A	0x 03
Code Hexadécimal	30	32	31	42	30	31					34	46	38	41	30 33

## DRS3 : IBD de la serrure RFID

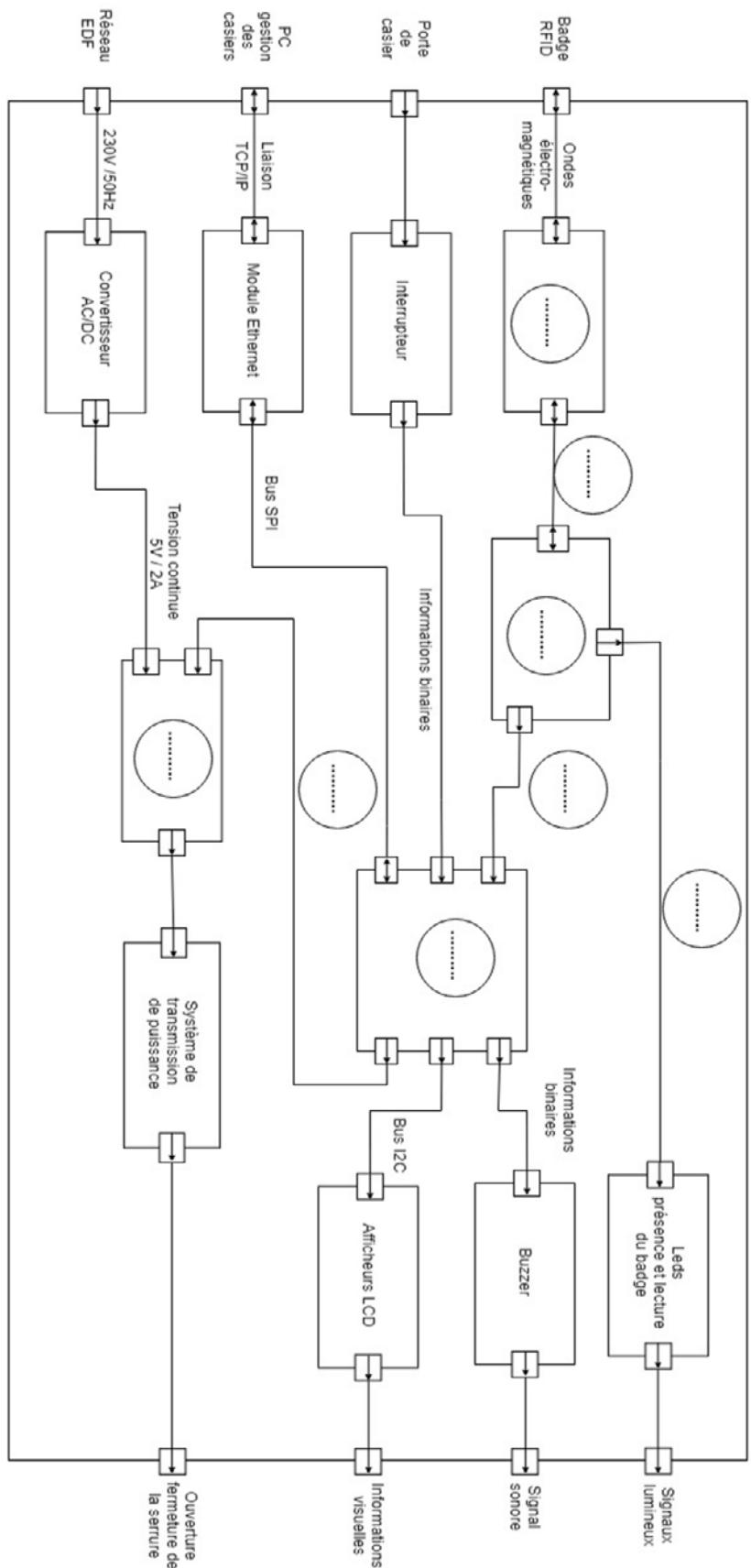
Mettre les expressions suivantes dans l'IBD de la serrure RFID

Composants :

- Microcontrôleur ①
- Lecteur RFID ②
- Servo moteur ③
- Antenne RFID ④

Flux d'informations :

- Liaison série ⑤
- Trame numérique modulée en amplitude ⑥
- Signal de commande à rapport cyclique variable ⑦
- Informations logiques ⑧



## DRS4 : Diagramme d'état du fonctionnement de la serrure RFID

