

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

## Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

### ENSEIGNEMENTS TECHNOLOGIQUES TRANSVERSAUX

Coefficient 8 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé

Calculatrice autorisée

## Centre nautique de Bayonne



### Constitution du sujet

- **sujet** (*mise en situation et questions à traiter par le candidat*)
  - **partie 1 (3 heures)** ..... pages S2 à S9
  - **partie 2 (1 heure)** ..... pages S9 à S10
- **documents techniques**..... pages DT1 à DT18
- **documents réponses**..... pages DR1 à DR5

**Le sujet comporte deux parties indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre indifférent.  
Les documents réponses DR1 à DR5 seront à rendre agrafés aux copies.**

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page S1 sur 10
V1-STI2D-PISC	Sujet	

## Mise en situation

La ville de Bayonne a inauguré en janvier 2011 un nouveau centre nautique répondant parfaitement aux critères et exigences de développement durable et de l'éco-conception.

Cette nouvelle structure collective propose des activités sportives et ludiques dans trois espaces aquatiques :

- un bassin sportif pouvant accueillir des compétitions,
- un bassin d'apprentissage,
- une lagune de jeux pour l'éveil aquatique.

La municipalité a souhaité que cette construction soit labellisée Haute Qualité Environnementale (HQE). La démarche HQE vise à offrir des ouvrages sains et confortables dont les impacts sur l'environnement sont maîtrisés (Voir **DT1**). Dans ce cadre, au travers de solutions déjà approuvées ou innovantes, le centre nautique propose des performances environnementales et énergétiques remarquables :

- parfaite intégration du bâtiment dans le paysage,
- utilisation de matériaux sains et recyclables,
- exploitation maximale des éclairages naturels,
- toiture végétale favorisant la gestion des eaux pluviales,
- bassins en inox permettant de limiter le traitement physico-chimique de l'eau, de monter plus rapidement en température et d'assurer une longévité accrue des structures.

Ce sujet permet de découvrir les solutions mises en œuvre pour satisfaire certains objectifs environnementaux de ce centre nautique :

- maîtriser les impacts sur l'environnement extérieur,
- créer un environnement intérieur satisfaisant.

## Partie 1 : Le centre nautique, une construction labellisée HQE

---

Pour obtenir la labellisation HQE, le centre nautique doit répondre à des exigences particulières, comme :

- le respect d'une démarche d'éco-construction,
- l'optimisation de la gestion et de la maintenance technique des installations,
- le confort visuel.

### 1. Analyse des cibles éco-construction

Q1. **Extraire** de l'article de presse **DT2**, trois arguments (mots ou groupes de mots) visant à démontrer la parfaite intégration paysagère de cette nouvelle construction.

Q2. De la même façon, en vous aidant du **DT1** et du **DT2**, **rechercher** dans le texte deux noms de matériaux recyclables utilisés dans la construction de la piscine, permettant de mettre en avant deux cibles d'éco-construction visées dans cet ouvrage. **Préciser** la ou les parties du bâtiment concerné.

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page S2 sur 10
V1-STI2D-PISC	Sujet	

## 2. Analyse de la qualité sanitaire des espaces

Le document **DR1** représente le plan du premier étage du centre nautique.

Q3. En vous aidant du **DT3**, justifier l'intérêt sanitaire de délimiter une « zone comportant des exigences particulières sur la tenue vestimentaire ».

Q4. Repérer sur le **DR 1**, de deux manières différentes, le chemin que doit emprunter le nageur pour se rendre de l'entrée du bâtiment jusqu'aux bassins de nage. Même question pour un usager appartenant à un groupe scolaire.

## 3. Analyse de la gestion de l'entretien et de la maintenance

Dans une piscine classique, les dysfonctionnements sont signalés par téléphone et il faut attendre qu'un technicien se déplace pour intervenir.

Cette piscine est dotée d'un réseau informatique et d'un accès à internet permettant une gestion à distance de tout le système technique.

Cet environnement informatique permet de :

- détecter et résoudre rapidement des problèmes de manière à répondre rapidement aux besoins de santé et de confort des usagers ;
- limiter au maximum les déplacements des techniciens et ainsi participer à la diminution d'émission de CO<sub>2</sub>.

On se propose d'étudier dans les paragraphes suivants l'organisation et le paramétrage du réseau informatique.

Le schéma représentatif du réseau informatique est donné sur le document **DT4**.

La gestion technique du bâtiment (GTB) intègre l'ensemble des systèmes de contrôle/commande dans le but d'optimiser les consommations d'énergie du bâtiment.

La supervision GTB comprend un poste local et un poste de télémaintenance déporté sur internet.

Les deux postes disposent du même logiciel dont le rôle est de :

- afficher un synoptique représentatif du système ;
- afficher l'évolution en temps réel des données ;
- commander en temps réel des actionneurs ;
- archiver, imprimer, etc. ...

Un réseau d'automates permet de gérer ces informations. Chaque automate doit assurer la concentration des données et les transmissions avec l'unité centrale (superviseur GTB). La transmission des données est effectuée sous le protocole Ethernet TCP/IP.

À partir d'un serveur central sur internet (totalement dissocié du serveur des automates), ce système de contrôle d'accès permet en temps réel :

- d'effectuer la vente des titres d'accès ;
- de gérer les entrées ;
- de faciliter le travail des caissières ;
- de mieux connaître ses clients : particuliers, groupes, clubs ;
- de maîtriser les heures d'ouverture et la fréquentation de l'établissement ;
- de distinguer les clients ponctuels des abonnés.

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page S3 sur 10
V1-STI2D-PISC	Sujet	

La solution porte le nom "Oxygene Full Web". En cas de dysfonctionnement d'internet la caisse fonctionne en mode autonome.

Secrétariat, Direction et autres bureaux :

Le secrétariat et la direction disposent de postes informatiques et d'imprimantes reliés au système « Oxygene Full Web » permettant à la direction de consulter les données de caisse à travers un simple navigateur.

Les bureaux des associations et la salle de réunion disposent aussi de prises multimédia pour un accès à internet.

Q5. **En analysant le document DT4, nommer** les technologies physiques utilisées sur le réseau local et pour la liaison WAN.

Q6. **Indiquer** le rôle du routeur modem ADSL dans la structure de ce réseau informatique.

Le paramétrage IP des équipements du réseau doit permettre aux machines de communiquer avec le routeur.

Q7. Pour le routeur modem ADSL, **donner**, l'adresse privée qui lui permet de communiquer avec le superviseur sur internet ainsi que l'adresse publique qui lui permet de communiquer avec le matériel de la piscine.

Q8. Pour la partie LAN, **donner** le masque et l'adresse du réseau de la piscine.

Q9. Dans la situation décrite **justifier** que toutes les machines (automates, ordinateurs, imprimantes) du réseau LAN peuvent communiquer entre elles et avec le routeur.

Les équipements internes à la piscine doivent communiquer avec le superviseur sur internet.

Q10. Les machines disposent d'une adresse IP et d'un masque. **Donner** le nom du paramètre à ajouter pour qu'elles accèdent à internet.

Q11. Dans le cas du réseau étudié, **indiquer** la valeur de ce paramètre afin que les machines communiquent avec le superviseur sur internet.

**Justifier** que l'organisation physique et logique du réseau permet la gestion à distance de la piscine depuis internet, facilitant ainsi la gestion de l'entretien et de la maintenance.

#### 4. Analyse du confort visuel proposé

Pour l'espace baignade, cœur de l'ouvrage, l'architecte a choisi de favoriser un volume dégagé de toute structure pour offrir une ouverture maximale vers l'extérieur, grâce à des éléments élancés.

La structure porteuse est constituée (voir **DT5**) :

- d'une charpente en bois lamellé collé de classe 3 permettant de franchir l'intégralité de l'espace baignade, soit 32 m,
- de poteaux ronds en bois,
- d'éléments verticaux en béton armé.

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page S4 sur 10
V1-STI2D-PISC	Sujet	

Pour valider l'idée générale de conception de cette structure auto porteuse, l'architecte doit vérifier que les déformations maximales restent acceptables. Dans une première phase de conception préliminaire, la structure porteuse est modélisée de manière simplifiée (voir DT6). Cette structure se décompose en huit éléments :

- deux poutres bois (c) et (d), de section 105 mm x 620 mm, prenant appui respectivement, entre les éléments de maçonnerie des files A et B, puis B et C ;
- un arbalétrier en lamellé collé (b), de section 230 mm x 2000 mm, prenant appui sur le mur en maçonnerie de la file C et le poteau en béton de la file D ;
- une poutre en bois (a), de section constante 100 mm x 430 mm, prenant appui sur le poteau béton file D et le poteau bois file E.

Les liaisons aux nœuds 6, 8, 9 et 10 sont assimilables à des encastrements.

Les liaisons aux nœuds 2, 3, 4, 5 et 7 sont assimilables à des articulations parfaites.

La liaison au nœud 1 est assimilable à un appui simple.

La charge est supposée verticale et uniformément répartie sur le toit.

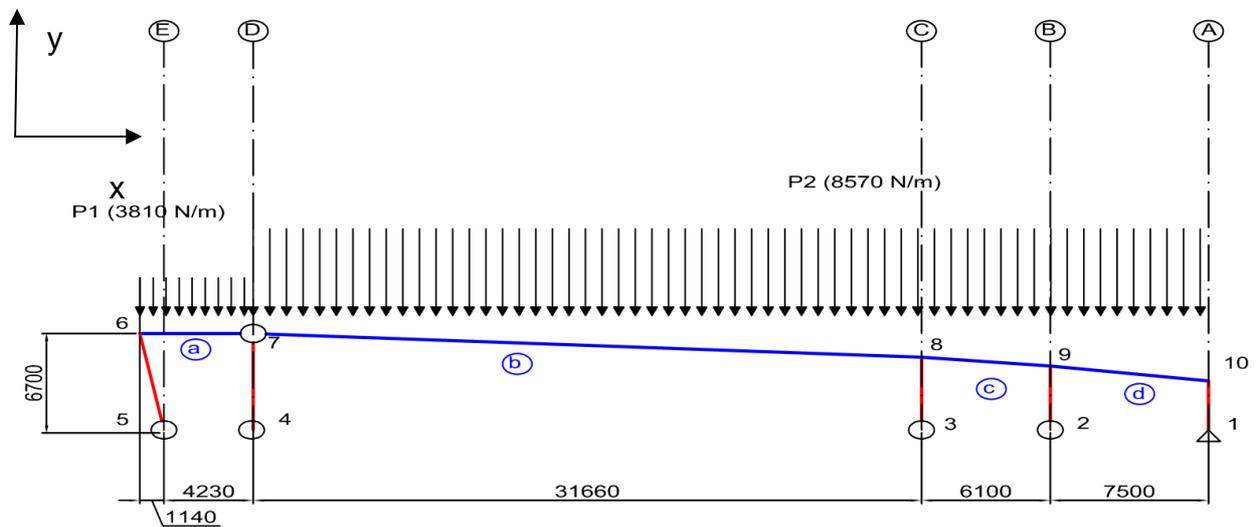


Figure 1 : schéma mécanique de la structure porteuse de la trame 8

Après modélisation de cette structure, le bureau d'études dispose des résultats de l'allure de sa déformation sous charge (voir figure 2 ci-après).

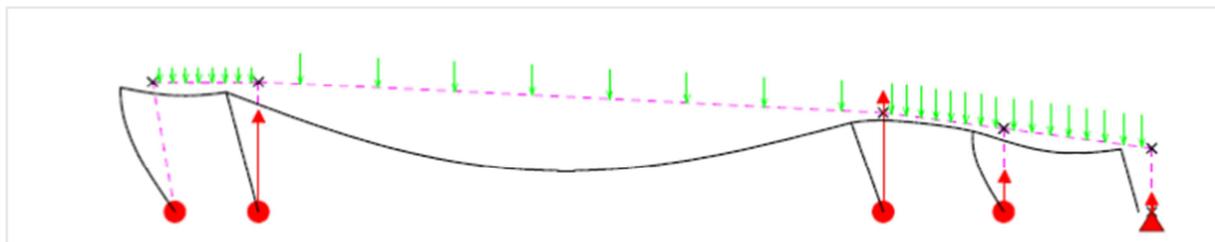


Figure 2 : déformée de la structure porteuse de la trame 8

Q12. En analysant les déplacements aux nœuds 7 et 8, **valider** le choix des concepteurs quant à la modélisation de chaque nœud.

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page S5 sur 10
V1-STI2D-PISC	Sujet	

Q13. Compte tenu de la portée importante, le critère permettant de dimensionner l'arbalétrier (poutre b) est un critère de déformation. Nous allons comparer deux matériaux différents : une poutre en lamellé collé et une poutre en acier. En vous aidant du formulaire **DT7**, **calculer** le moment quadratique (ou inertie) minimale permettant de satisfaire le critère de flèche. A l'aide du **DT8**, **choisir** dans les deux cas, le profilé satisfaisant ce critère.

Q14. À partir de l'analyse des matériaux donnée dans le **DT8**, **conclure** sur le choix effectué par l'architecte pour la structure porteuse.

### 5. Analyse de la qualité sanitaire des eaux

Afin d'assurer la qualité sanitaire des eaux de baignade, l'architecte a effectué le choix des solutions technologiques suivantes :

- des bassins en inox pour minimiser l'entretien et faciliter la maintenance de l'espace baignade, permettant du coup des économies énergétiques non négligeables à long terme, tout en assurant une grande qualité sanitaire de l'eau,
- des équipements garantissant la qualité des eaux de baignade en conformité avec la réglementation en vigueur.

#### A- Structure du bassin de nage en inox

Ce dernier, d'une profondeur de 2 m, est entièrement conçu en structure acier inoxydable d'une épaisseur de 2,5mm et repose sur une structure porteuse.

Le fond repose sur le sol et les côtés viennent en appui sur des raidisseurs verticaux espacés de 50 cm.

Un raidisseur sur deux prend appui ensuite sur le mur vertical en béton (point B) et sur le fond (point A) grâce à des platines percées de deux trous. Chaque platine est fixée dans le béton grâce à deux chevilles.

Pour des raisons de sécurité, la structure du bassin doit répondre au niveau de la norme, à des critères de résistance (forces et contraintes admissibles) mais aussi de déformation de la tôle sur les parois. Ces critères de sécurité sont résumés dans le tableau ci-dessous.

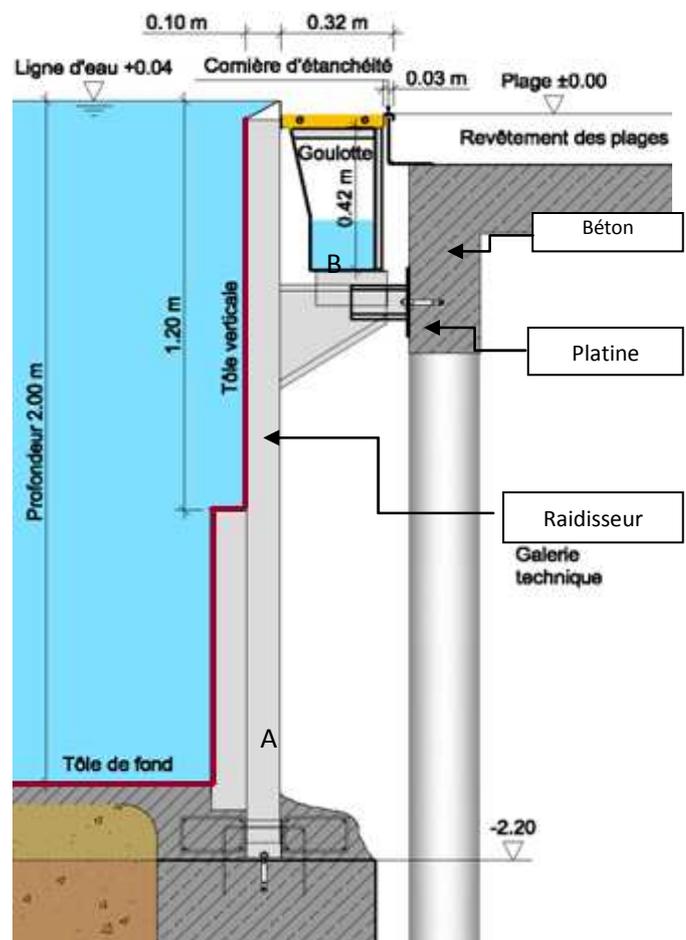


Figure 3 : coupe transversale du bassin sportif

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page S6 sur 10
V1-STI2D-PISC	Sujet	

ELEMENT DE STRUCTURE	VERIFICATION	GRANDEUR à vérifier	DEFINITION	CRITERE DE RESISTANCE
Structure verticale complète	Contrainte toutes directions	CS : Coefficient de sécurité de contrainte	$CS = R_E / \sigma_{MAX}$	$CS > 3$
Tôle	Déformation	Uz : Déformation horizontale maximale admissible		$Uz < 3 \text{ mm}$

Figure 4 : critères de sécurité

L'utilisation d'un logiciel de mécanique a permis d'obtenir les contraintes et les déformations appliquées sur le bassin de nage (voir document **DT9**).

La figure 2 du document **DT9** présente les résultats de l'étude des contraintes sur la structure.

Q15. **Déterminer** le rapport  $CS = R_E / \sigma_{MAX}$ . **Vérifier** si le critère de résistance est conforme aux préconisations énoncées dans le tableau (figure 4) ?

#### B - Analyse du traitement des eaux du bassin de nage, par filtration

Les baigneurs sont sensibles à la qualité sanitaire de l'eau de baignade. La présence de cheveux ou de déchets flottants est le signe d'un défaut du système de traitement des eaux.

L'Extrait du Cahier des Clauses Techniques et Particulières (CCTP) proposé dans le document **DT10** explique le principe de fonctionnement de la filtration du bassin de nage.

L'état des vannes du filtre à sable pour chaque phase de fonctionnement est donné dans l'extrait de la documentation du filtre à sable (**DT11**).

Le cheminement de l'eau dans l'installation pendant la phase de filtrage est représenté sur le document **DT12**.

Q16. A partir des documents techniques **DT10**, **DT11** et **DT12**, **tracer** (par surlignage), sur le document **DR2**, le cheminement de l'eau pendant la phase de lavage des filtres.

Pour mettre l'eau en circulation, deux pompes identiques de recyclage fonctionnent en parallèle.

Q17. Sachant que le débit de chaque pompe de recyclage installée est de  $130 \text{ m}^3/\text{h}$ , **vérifier** par un calcul que ces pompes permettent de respecter une durée maximale de 4 heures du cycle de circulation de tout le volume d'eau du bassin à travers le filtre à sable.

Dans les filtres à sable, la valeur de la vitesse de l'eau doit être adaptée pour obtenir l'efficacité souhaitée lors des phases de filtrage et de lavage des filtres.

Q18. **Calculer** la surface filtrante de chaque filtre.

Q19. **Calculer** la vitesse de circulation de l'eau dans chaque filtre lors des phases de filtrage, puis lors des phases de lavage. **Vérifier** si les préconisations de vitesse de circulation de l'eau pour ces deux phases de fonctionnement spécifiées dans le document **DT11** sont respectées.

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page S7 sur 10
V1-STI2D-PISC	Sujet	

Q20. En reprenant le document **DT1**, identifier trois des cibles liées à la mise en œuvre du traitement de l'eau.

## 6. Analyse du confort hygrothermique

L'enveloppe extérieure du bâtiment a une incidence importante sur les consommations énergétiques des constructions. L'architecte a choisi une solution d'isolation par l'extérieur pour les murs extérieurs.

L'enveloppe extérieure de la piscine est constituée d'un mur en béton armé de 20 cm d'épaisseur. Pour assurer l'isolation thermique, il est prévu de mettre en œuvre des panneaux isolants extérieurs en polystyrène expansé recouverts d'un grillage métallique galvanisé servant de base d'accrochage à un enduit hydraulique. Côté intérieur, les murs en béton recevront une couche de peinture en finition.

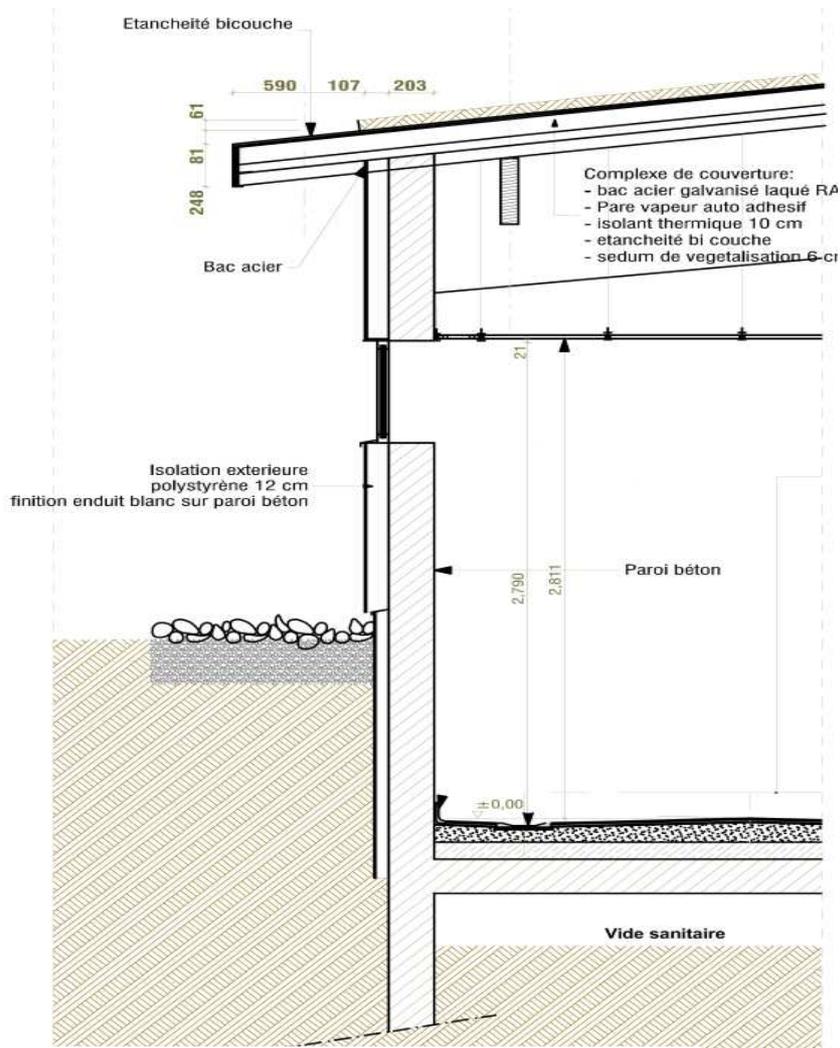


Figure 5 : Vue en coupe du mur extérieur

Une modélisation simplifiée de cette partie de l'ouvrage (**DT13**) est proposée pour justifier ce choix de l'architecte.

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page S8 sur 10
V1-STI2D-PISC	Sujet	

Le document **DT14** fournit l'évolution de la température ambiante et celle à l'interface entre l'isolant et le béton lorsque l'ambiance reçoit des apports de chaleur alors qu'elle n'a pas besoin d'être chauffée (28°C est la température de confort recherchée).

Q21. En exploitant les résultats de la simulation scientifique présentée dans les documents **DT13**, **DT14**, et en vous aidant de l'extrait de la revue Info Ciment proposée, **justifier** ce choix.

## 7. Conclusion

Dans cette construction, le maître d'ouvrage a mis en œuvre plusieurs solutions techniques qui ont permis l'obtention de la certification HQE (**DT1**).

Q22. En vous aidant du document DT1, compléter le tableau du document DR3 en indiquant avec des croix les cibles HQE visées dans chaque partie du questionnement. Indiquer les cibles restant à valider pour obtenir un label HQE sur cet ouvrage.

## Partie 2 : Système Héliopac

---

Les piscines sont des bâtiments très énergivores : chauffage de l'eau des bassins, des locaux, production d'eau chaude sanitaire, ventilation des locaux, etc.

Pour minimiser la consommation d'énergie, le maître d'ouvrage a choisi un système innovant de production d'eau chaude sanitaire.

La production d'eau chaude sanitaire est assurée par le système Héliopac qui comprend en particulier des capteurs solaires et une pompe à chaleur.

Le document **DT15** fournit le schéma de principe de l'installation sur lequel sont indiqués les repères des différents équipements (sondes de température, vannes 3 voies...)

Le système Héliopac est décrit dans le document technique **DT16**.

La logique de fonctionnement est décrite par l'organigramme du document **DT17**.

Le choix entre les scénarii de fonctionnement dépend des différentes températures.

Sur le document **DT15**, un exemple de cheminement des fluides est représenté dans le cas d'une récupération de chaleur par l'échangeur solaire direct. Ce cas de fonctionnement est illustré sur l'organigramme du document **DT17**.

### A. Représentation temporelle du fonctionnement de l'Héliopac:

Q23. Sur le document réponse **DR4**, à partir de l'exemple donné pour les pompes C1 et C2, **écrire** les conditions logiques de fonctionnement de la pompe à chaleur et de la pompe C3 en exploitant les trois documents **DT15**, **DT16** et **DT17**.

On suppose que pour la question suivante (Q24) :

- le ballon de **distribution** n'a pas de besoin de chaleur dans l'intervalle de temps étudié.
- la température J3 de l'eau dans le ballon de distribution est égale à 52 °C.

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page S9 sur 10
V1-STI2D-PISC	Sujet	

Q24. Sur le document réponse **DR4**, **tracer** le chronogramme de fonctionnement pour les pompes C1 et C2 en fonction de l'évolution des températures J1, J2 et D5.

**B. Bilans énergétiques et environnementaux :**

La chaleur absorbée par le capteur solaire du système Héliopac est transportée vers les ballons de stockage d'eau chaude sanitaire grâce à un circuit d'eau additionnée de glycol pour éviter les risques de gel en hiver.

Le document **DT18** fournit une simulation du fonctionnement du capteur solaire pour différentes puissances solaires incidentes.

Q25. **Justifier** l'allure des courbes tracées sur le document **DT18**.

Q26. A partir des données figurant sur le document **DT18**, **vérifier** par un calcul la valeur du rendement du capteur pour une puissance solaire incidente égale à  $800 \text{ W/m}^2$ .

Q27. Sur le document réponse **DR5**, **calculer** la participation annuelle (en %) du solaire (par l'échangeur direct) et de la pompe à chaleur dans la couverture des besoins. **Calculer** l'énergie annuelle complémentaire qui doit être fournie par l'appoint (eau chaude produite par une chaufferie fonctionnant au gaz).

Le constructeur du système Héliopac soutient que, pour la production d'eau chaude sanitaire de cette piscine, son système permet d'éviter le rejet de 34 tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

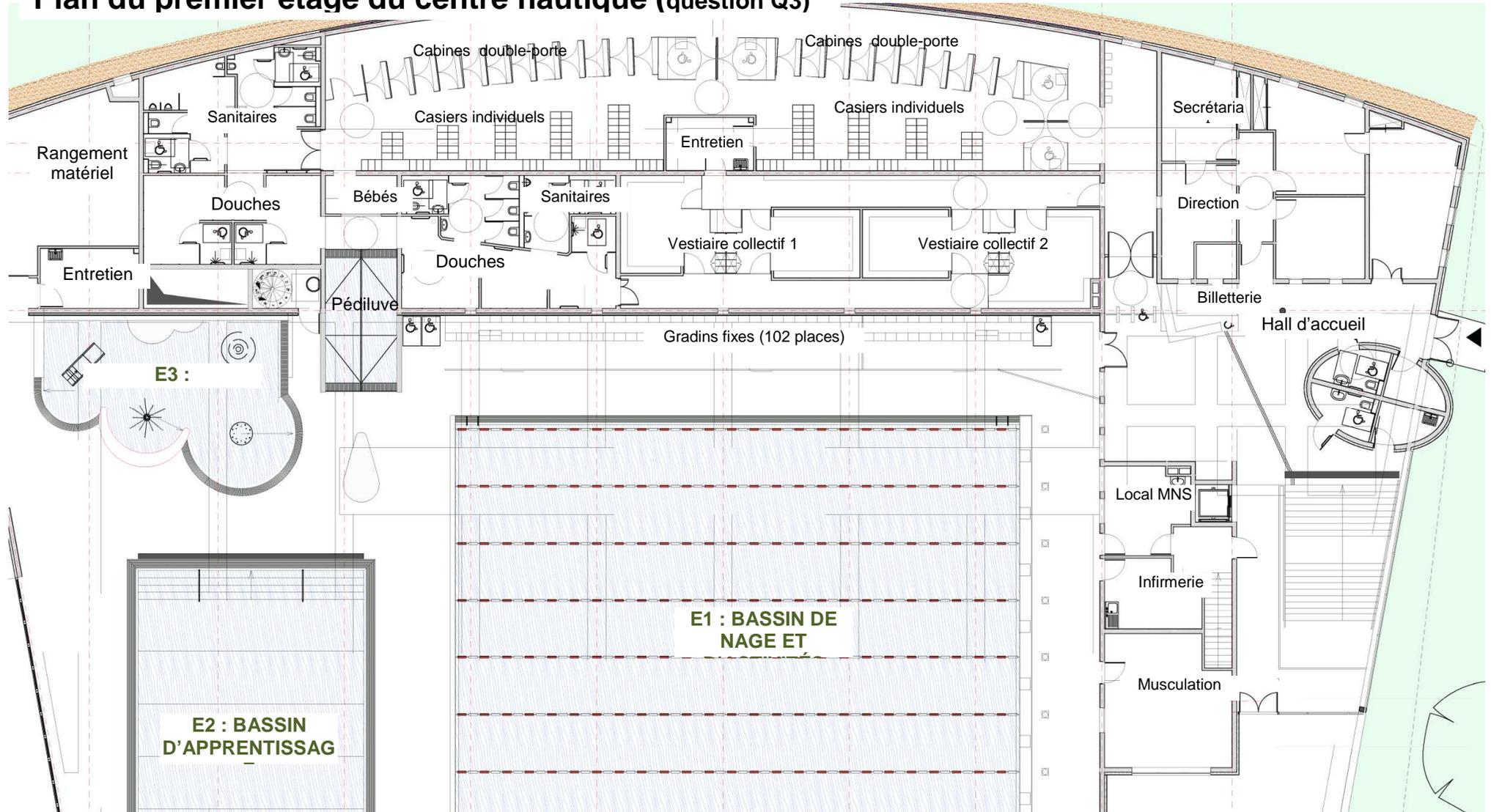
Il précise les hypothèses retenues pour ce calcul :

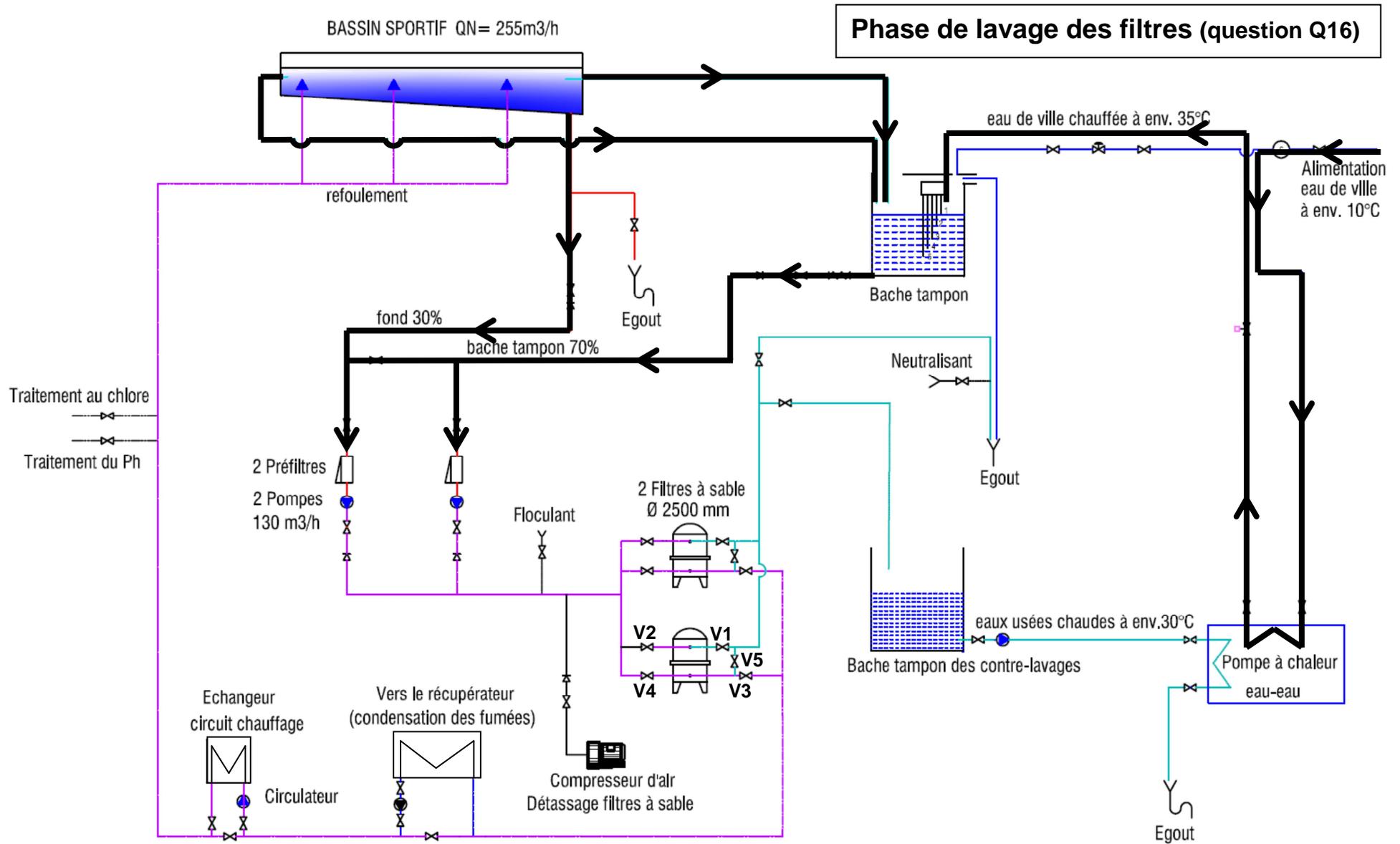
- 0.04 kg de CO<sub>2</sub> par kWh fourni par la pompe à chaleur,
- 0.24 kg de CO<sub>2</sub> par kWh produit par la chaudière gaz,
- rendement annuel global de la fourniture de chaleur par chaudière gaz : 70%,
- les consommations des équipements auxiliaires (pompe, vannes, ...) ne sont pas prises en compte.

Q28. Sur le document réponse **DR5**, **calculer** l'économie annuelle réalisée sur les rejets de CO<sub>2</sub> grâce à la solution Héliopac par rapport à une solution faisant uniquement appel à des chaudières gaz.

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page S10 sur 10
V1-STI2D-PISC	Sujet	

# Plan du premier étage du centre nautique (question Q3)





## Synthèse (question Q22)

Cibles HQE														
Famille	Eco-construction			Eco-gestion				Confort				Santé		
Questions	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Q1, Q2														
Q3, Q4														
Q5 à Q11														
Q12 à Q14														
Q15														
Q16 à Q20														
Q21														

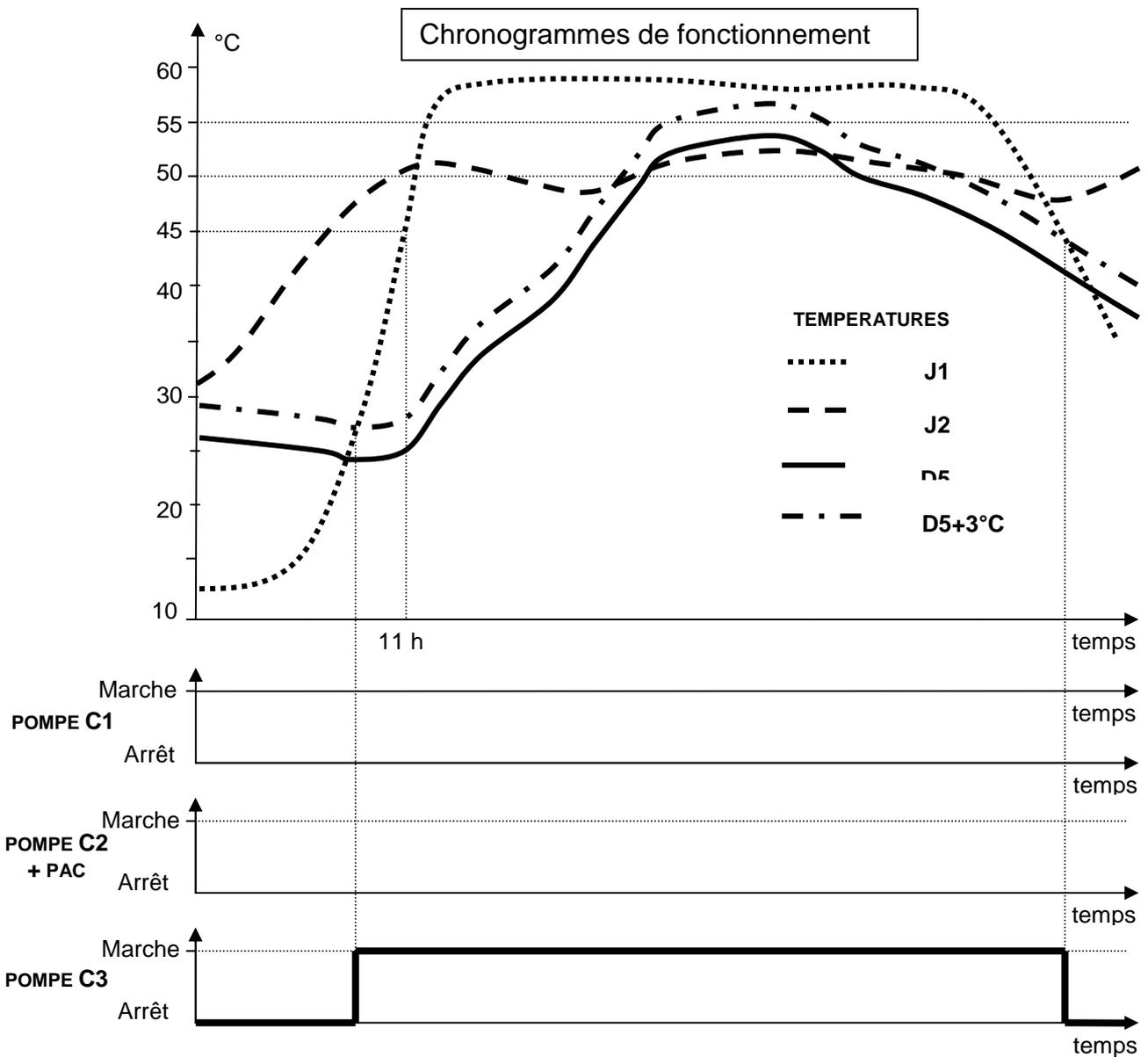
# Représentation temporelle production d'eau chaude sanitaire (questions Q23 et Q24)

La pompe C1 marche si :  $J1 > -5^{\circ}\text{C}$  ET  $J1 < 50^{\circ}\text{C}$  ET [ $J3 < 55^{\circ}\text{C}$  OU  $J2 < 55^{\circ}\text{C}$ ]  
 OU  $J1 > (D5+3)$

La pompe C2 marche si :  $J1 > -5^{\circ}\text{C}$  ET  $J1 < 50^{\circ}\text{C}$  ET [ $J3 < 55^{\circ}\text{C}$  OU  $J2 < 55^{\circ}\text{C}$ ]

→ Conditions logiques de fonctionnement de la pompe à chaleur (PAC) et de la pompe C3 :

- La pompe à chaleur (PAC) marche si .....
- La pompe C3 marche si .....



# Impact environnemental (questions Q27 et Q28)

Estimation des besoins en énergie liés à la production d'eau chaude sanitaire :

Mois	T° extérieure (°C)	Rayonnement solaire (Wh/m² par mois)	T° eau froide (°C)	Besoin moyen en ECS (m³/jour)	Déperdition de distribution (kWh/mois)	Besoins nets liés à la conso d'ECS (kWh/mois)	Total des besoins (kWh/mois)
Janvier	6	1 440	9	5.95	1 190	8 096	9 290
Février	7	2 158	9	5.95	1 075	7 412	8 490
Mars	11	3 216	11	5.95	1 190	8 048	9 240
Avril	12	4 176	12	5.95	1 152	7 568	8 720
Mai	16	4 818	13	5.95	1 190	7 392	8 580
Juin	19	5 350	15	5.95	1 152	7 040	8 190
Juillet	20	5 373	16	5.95	1 190	6 864	8 050
Août	21	4 752	16	5.95	1 190	7 133	8 320
Septembre	18	3 960	15	5.95	1 152	7 040	8 190
Octobre	15	2 614	13	5.95	1 190	7 682	8 870
Novembre	9	1 704	11	5.95	1 152	7 744	8 900
Décembre	6	1 273	9	5.95	1 190	8 061	9 250
TOTAL ANNUEL (kWh/an)					14 016	90 080	104 100

Contribution des différentes sources d'énergie :

Mois	Total des besoins	Apports solaires		Apports des PAC	
	kWh/mois	kWh/mois	%	kWh/mois	%
Janvier	9290	3820	41	2030	22
Février	8490	3690	43	1880	22
Mars	9240	4940	53	2160	23
Avril	8720	5090	58	2100	24
Mai	8580	5970	70	2160	25
Juin	8190	6150	75	2050	25
Juillet	8050	6080	76	1970	24
Août	8320	6280	75	2040	25
Septembre	8190	6010	73	2160	26
Octobre	8870	5490	62	2200	25
Novembre	8900	4160	47	2040	23
Décembre	9260	3790	41	2030	22
<b>Total</b>	<b>104100</b>	<b>61470</b>	<b>....</b>	<b>24820</b>	<b>....</b>

→ Energie annuelle complémentaire à fournir par l'appoint : .....

→ Economie annuelle réalisée sur les rejets de CO<sub>2</sub> grâce à la solution Heliopac par rapport à une solution faisant uniquement appel à des chaudières gaz :

		Energie utile requise	Energie produite	Emission de CO <sub>2</sub>	Total des émissions de CO <sub>2</sub>
		kWh/an	kWh/an	Kg CO <sub>2</sub> /kWh	T CO <sub>2</sub> /an
Solution Heliopac + appoint gaz	Pompe à chaleur	/	.....	.....	.....
	Appoint gaz	.....	.....	.....	.....
Solution intégrale gaz		.....	.....	.....	.....
Economie annuelle en rejet de CO <sub>2</sub> (T CO <sub>2</sub> /an)				.....	

# La démarche HQE

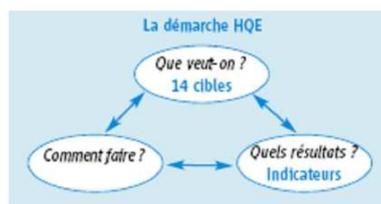


Pour des bâtiments sains, confortables et respectueux de l'environnement  
**La démarche HQE**



## Qu'est-ce que la démarche HQE ?

La démarche HQE vise à améliorer la qualité environnementale des bâtiments neufs et existants, c'est-à-dire à offrir des ouvrages sains et confortables dont les impacts sur l'environnement, évalués sur l'ensemble du cycle de vie, sont les plus maîtrisés possibles. C'est une démarche d'optimisation multicritère qui s'appuie sur une donnée fondamentale : un bâtiment doit avant tout répondre à un usage et assurer un cadre de vie adéquat à ses utilisateurs.



## La démarche HQE comprend trois volets indissociables :

- Un système de management environnemental de l'opération (SME) où le maître d'ouvrage fixe ses objectifs pour l'opération et précise le rôle des différents acteurs.
- 14 cibles qui permettent de structurer la réponse technique, architecturale et économique aux objectifs du maître d'ouvrage.
- Des indicateurs de performance

Ces trois volets constituent le référentiel générique de la démarche HQE formalisé dans trois documents normatifs : les normes NF P01-020-1 et XP P01-020-3 et le guide d'application (GA) P 01 030.

## Principes de la démarche HQE :

- Les objectifs sont fixés par le maître d'ouvrage dans le cadre de son programme.
- Le système de management permet de mobiliser l'ensemble des acteurs pour atteindre les objectifs.
- Aucune solution architecturale et technique n'est imposée : le choix est justifié et adapté au contexte.
- La création d'un environnement intérieur sain et confortable tout en limitant les impacts environnementaux est recherchée.
- Les performances sont évaluées.

## Dans une démarche HQE, peut-on traiter seulement quelques cibles ?

Non, l'ensemble des 14 cibles doit être pris en compte. Leur niveau de performance dépend du contexte, des ambitions du maître d'ouvrage et de l'économie globale du projet.

## La démarche HQE et ...

- ...la biodiversité

Elle est une composante importante de la démarche HQE et est notamment traitée dans la cible 1.

- ... la performance énergétique

Cet enjeu est couvert par la cible 4 qui est calée sur les labels réglementaires de performance énergétique. Le niveau minimal exigé par la démarche HQE va donc nécessairement au-delà du niveau réglementaire applicable. D'ores et déjà, les bâtiments appliquant la démarche HQE doivent être au niveau du label BBC et certains projets revendiquent même d'être des bâtiments à énergie positive.

- ... l'international

La démarche HQE est le fruit d'un travail collectif d'acteurs français adapté au contexte du marché du bâtiment de l'hexagone (réglementation importante, multiplicité d'acteurs,...). Pour autant, ses principes et ses outils sont utilisables, moyennant adaptation, sous toutes les latitudes.

## Les 14 cibles de la démarche HQE

- ECO-CONSTRUCTION
1. Relations des bâtiments avec leur environnement immédiat
  2. Choix intégré des procédés et produits de construction
  3. Chantier à faibles nuisances
- ECO-GESTION
4. Gestion de l'énergie
  5. Gestion de l'eau
  6. Gestion des déchets d'activité
  7. Gestion de l'entretien et de la maintenance
- CONFORT
8. Confort hygrothermique
  9. Confort acoustique
  10. Confort visuel
  11. Confort olfactif
- SANTE
12. Qualité sanitaire des espaces
  13. Qualité sanitaire de l'air
  14. Qualité sanitaire de l'eau

Mars 2010

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page DT1 sur 18
V1-STI2D-PISC	Documentation Technique	

# Article de presse sur le centre nautique

« L'espace de 1 480m<sup>2</sup> ouvre sur le jardin et offre une vue sur la ligne des Pyrénées Sur le solarium extérieur, les baigneurs sont à l'abri des regards depuis la chaussée.

La piscine des Hauts de Bayonne est intégrée au plus près du paysage, tout en produisant un bâtiment « qui a de l'allure ».

Ce centre aquatique est adossé aux courbes du terrain. Une forme douce de coque, qui suit l'allée de platanes, et le toit végétalisé ne crée pas de rupture avec la partie habitée du quartier.

L'insertion dans l'environnement va jusqu'à inclure un vieux platane dans la plage d'agrément, lieu de refuge ombragé pour les baigneurs l'été après une séance de bronzage sur le solarium orienté plein sud.

Avec un bassin de 850 m<sup>2</sup> et huit couloirs de 25 m, un bassin éducatif de 150 m<sup>2</sup> et une lagune de jeux de 60 m<sup>2</sup>, la nouvelle piscine propose l'offre classique de l'équipement aquatique d'une grande ville.

L'originalité réside dans le choix des matériaux, dont le grand bassin réalisé en inox, et le confort acoustique assuré par un mélange de panneaux en bois au plafond et de cellules végétalisées, tels des jardins suspendus, dans la paroi entre le bassin et les vestiaires.

Le versant environnement du centre aquatique est aussi dans ce qui ne se voit pas : la récupération des eaux pluviales, la production de 50 % de l'eau chaude sanitaire grâce à 70 m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques, une pompe à chaleur réversible de 275 kilowatts, et l'utilisation de la chaleur de l'eau de débordement pour le chauffage.

La piscine utilise du pin épicéa, sapin des Vosges comme bois de construction, du lamellé-collé pour la charpente, des poteaux ronds en bois, et du bois composite pour les lames du solarium.

Enfin, les deux-tiers des entreprises qui ont réalisé la piscine sont du Pays basque ou des Pyrénées-Atlantiques. » (extrait du journal Sud-Ouest)



Figure 1 : espace baignade



Figure 4 :  
cellule végétalisée dans les parois



Figure 5 : bassin sportif

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page DT2 sur 18
V1-STI2D-PISC	Documentation Technique	

# Extrait du code de la santé publique

---

## Section 1 : Règles sanitaires applicables aux piscines

---

### Article D1332-1

Les normes définies dans la présente section s'appliquent aux piscines autres que celles réservées à l'usage personnel d'une famille.

Une piscine est un établissement ou une partie d'établissement qui comporte un ou plusieurs bassins artificiels utilisés pour les activités de bain ou de natation. Les piscines thermales et les piscines des établissements de santé autorisés à dispenser des soins de suite et de réadaptation, d'usage exclusivement médical, ne sont pas soumises aux dispositions de la présente section.

....

### Article D1332-7

L'assainissement des établissements doit être réalisé de manière à éviter tout risque de pollution des eaux de baignade.

...

### Article D1332-9

Les personnes autres que les baigneurs, notamment les spectateurs, visiteurs ou accompagnateurs, ne peuvent être admises dans l'établissement que si des espaces distincts des zones de bain et comportant un équipement sanitaire spécifique ont été prévus à cette fin.

### Article D1332-10

Dans les établissements où la superficie des bassins est supérieure ou égale à 240 mètres carrés, les accès aux plages en provenance des locaux de déshabillage comportent un ensemble sanitaire comprenant des cabinets d'aisance, des douches corporelles et des pédiluves ou des rampes d'aspersion pour pieds alimentées en eau désinfectante. Les autres accès aux plages comportent des pédiluves et, si nécessaire, des douches corporelles. Les pédiluves sont conçus de façon que les baigneurs ne puissent les éviter. Ils sont alimentés en eau courante et désinfectante non recyclée et vidangés quotidiennement.

...

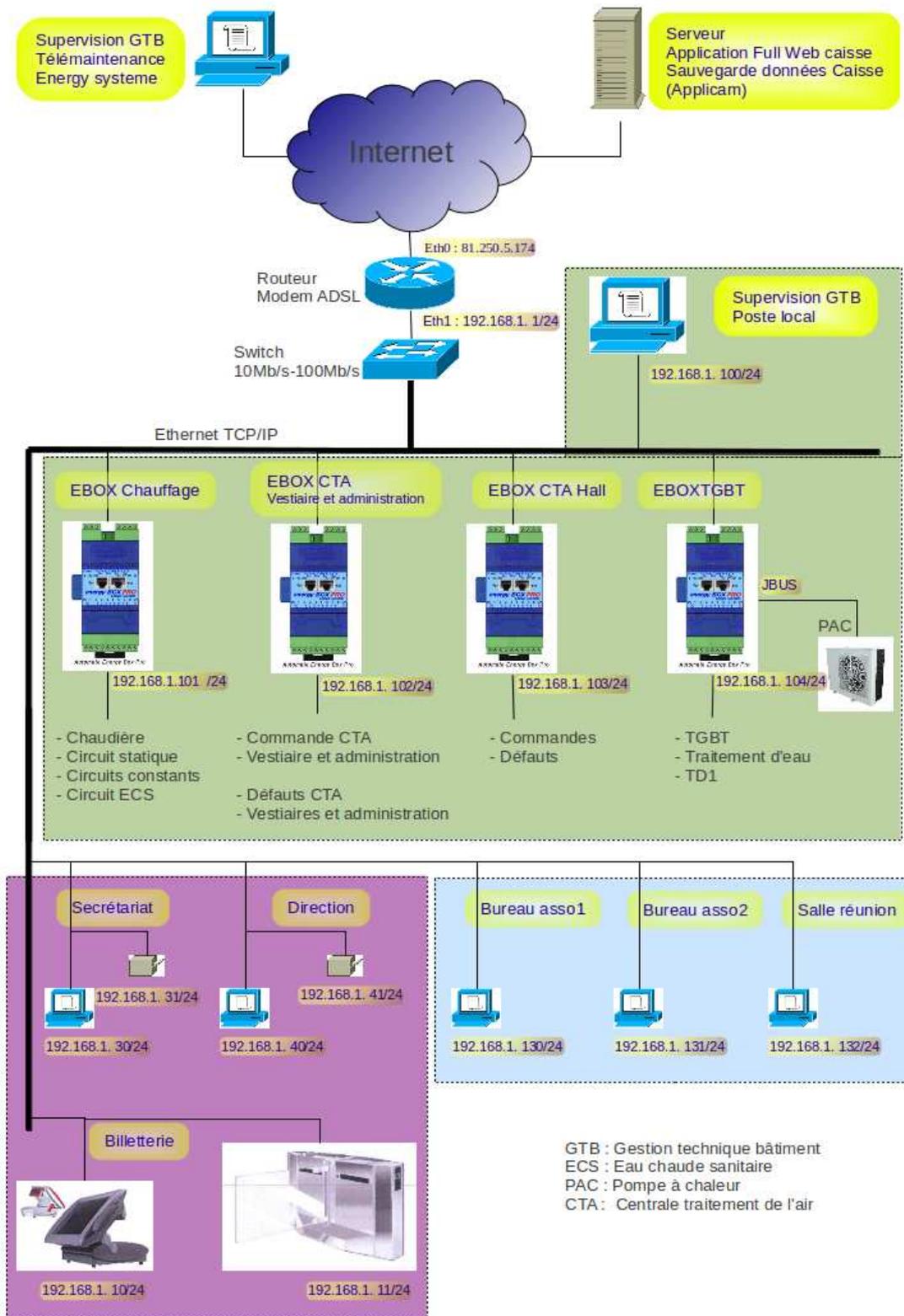
### Article D1332-13

Lorsque l'une au moins des normes de la présente section n'est pas respectée, le préfet, sur le rapport du directeur général de l'agence régionale de santé, peut interdire ou limiter l'utilisation de l'établissement ou de la partie concernée de celui-ci. L'interdiction ne peut être levée que lorsque le déclarant a fait la preuve que ces normes sont de nouveau respectées.

L'application des dispositions de la présente section ne peut avoir pour effet de dégrader directement ou indirectement la qualité des eaux des piscines.

<b>Baccalauréat Technologique</b> <b>Sujet 0</b>	<b>Enseignements technologiques transversaux</b>	<b>Page DT3 sur 18</b>
<b>V1-STI2D-PISC</b>	<b>Documentation Technique</b>	

# Structure du réseau informatique



# Perspective de la structure porteuse

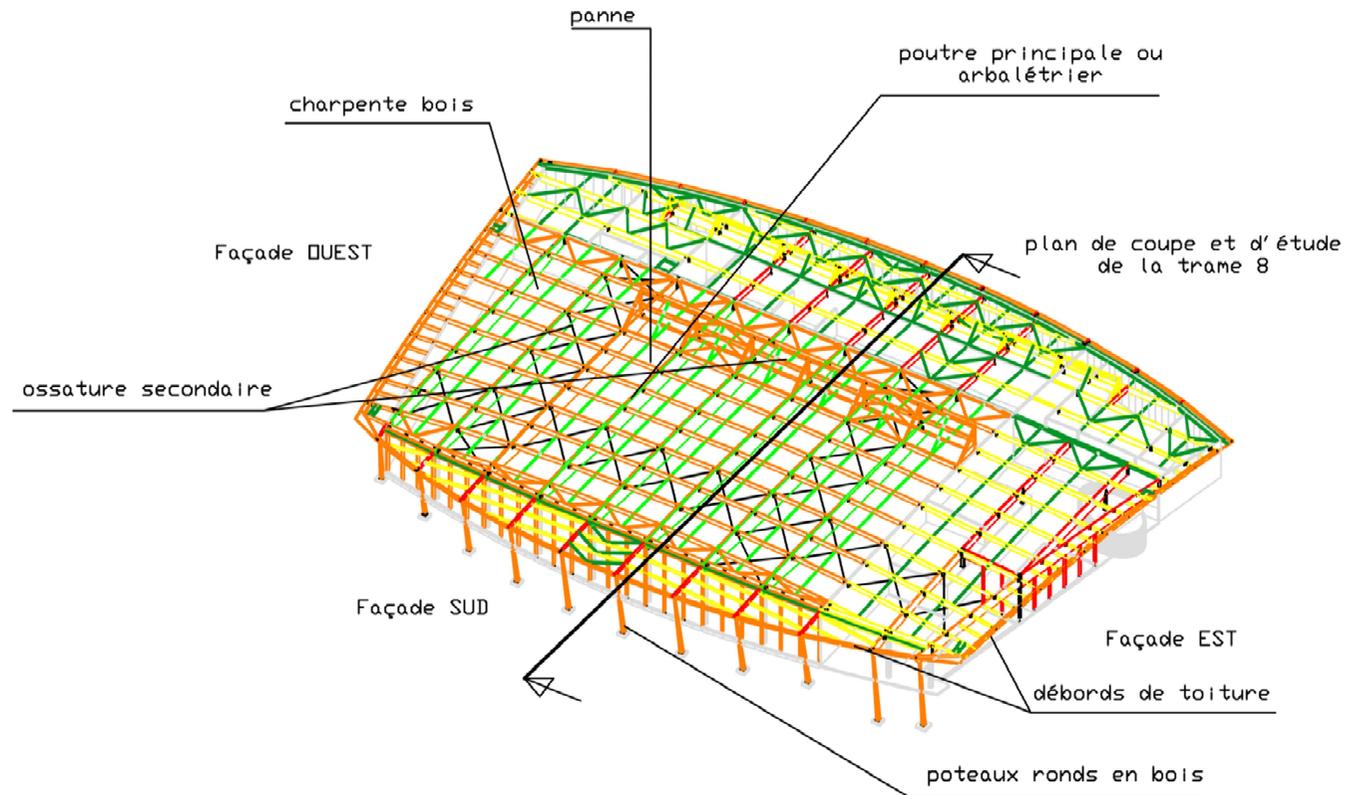
La charpente se compose :

- de poutres principales ou arbalétriers posées sur la structure verticale (poteaux ou murs),
- de pannes encastrées dans les arbalétriers (hauteur minimale : 30 cm).

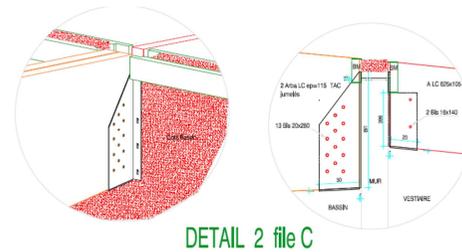
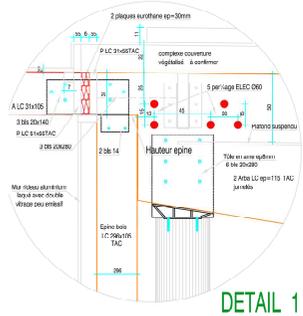
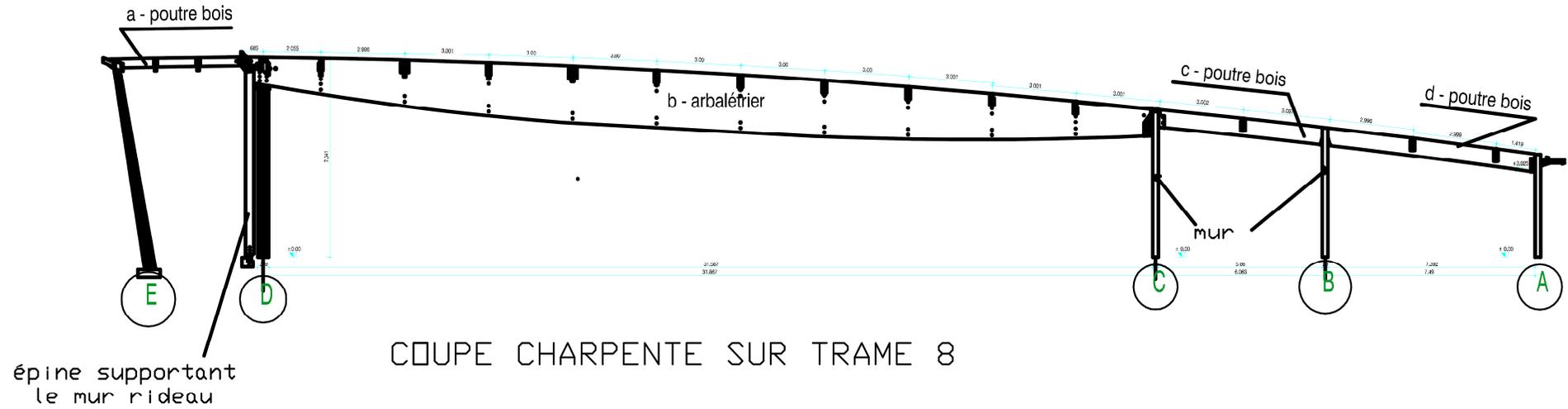
Une ossature secondaire en bois massif est prévue pour reporter les charges de vent et les charges des panneaux solaires sur l'ossature principale.

Dans le reste de l'étude, on ne tiendra pas compte de cette ossature secondaire.

Sur les façades est, sud et ouest, un débord de toit est prévu formant un auvent. Il s'agit d'une structure de toit de type KERTO (panneaux plaqués et collés de 30 mm d'épaisseur) prenant appui sur des poteaux en bois ronds articulés en pied sur la façade sud et en porte à faux sur les autres façades.



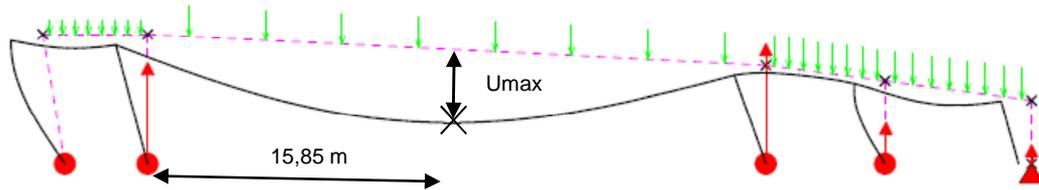
# Coupe sur structure porteuse



<p>Baccalauréat Technologique Sujet 0 V1-STI2D-PISC</p>	<p>Enseignements technologiques transversaux Documentation Technique</p>	<p>Page DT6 sur 18</p>
---	--	------------------------

# Formulaire

## Déformation maximale de l'arbalétrier



Sous l'action de ce chargement, la déformation maximale, appelée aussi flèche et notée  $U_{\max}$ , située à 15,85 m du nœud 4, est donnée par la relation

$$U_{\max} = 1.62 \times 10^{-2} \times \left( \frac{P2 \times L^4}{E \times I} \right)$$

Avec :

E : module de Young du matériau constitutif de la poutre (b), en MPa

Bois Lamellé collé : E = 10 000 MPa

Acier de construction : E = 210 000 MPa

I : moment quadratique (inertie) de la section de la poutre (b), en m<sup>4</sup>

Rappel :  $I = \frac{b \cdot h^3}{12}$

b et h étant respectivement la largeur et la hauteur de la poutre

P2 : charge appliquée dans la poutre (b), en N/m

L : portée de la poutre (b), en m

$U_{\max}$  : flèche maximale de la poutre (b) en m

## Critère de flèche :

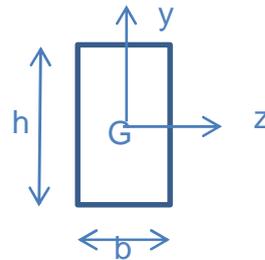
Les règlements de la construction imposent une valeur limite à cette flèche :

- cas du bois lamellé collé :  $U_{\max} \leq L/250$
- cas de l'acier de construction :  $U_{\max} \leq L/200$   
(L est la distance entre appuis de la poutre).

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page DT7 sur 18
V1-STI2D-PISC	Documentation Technique	

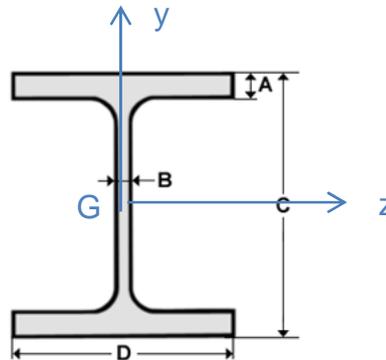
# Catalogue de matériaux:

- poutre en bois lamellé collé :



Poutre	b (en mm)	h (en mm)	$I_{Gz}$ (en cm <sup>4</sup> )
LC 60*100	60	100	500
LC 80*200	80	200	5333
LC 100*400	100	400	53 333
LC 150*800	150	800	640 000
LC 150*1200	150	1200	2 160 000
LC 200*1500	200	1500	5 625 000
LC 230*2000	230	2000	15 333 333

- poutre en acier :



Poutre HEA	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	$I_{Gz}$ (cm <sup>4</sup> )
HEA 400	19	11	390	300	45 069
HEA 500	23	12	490	300	86 975
HEA 600	25	13	590	300	141 208
HEA 700	27	14,5	690	300	215 301
HEA 800	28	15	790	300	303 442
HEA 900	30	16	890	300	422 075

## Analyse des matériaux

	Moment quadratique (Inertie) satisfaisant le critère de flèche (en cm <sup>4</sup> )	Section poutre (en cm <sup>2</sup> )	Esthétique (rendu visuel)	Energie grise(*)
Lamellé collé 230 mm x 2000 mm	<b>15 333 333</b>	<b>4600</b>	<b>++</b>	2 200 kwh/m <sup>3</sup>
Acier HEA 900	<b>422 075</b>	<b>320.5</b>	<b>+</b>	60 000 kwh/m <sup>3</sup>

(\*) Il s'agit d'une énergie moyenne nécessaire à la fabrication de ces matériaux de construction. (Rappel : 10 kWh = 1 litre de mazout)

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page DT8 sur 18
V1-STI2D-PISC	Documentation Technique	

# Bassin de nage inox – modélisation logicielle RDM

Bassin de nage inox.  
Modélisation logicielle.  
Résultats des calculs

Figure 1 : composantes des actions s'exerçant sur les platines de fixation.

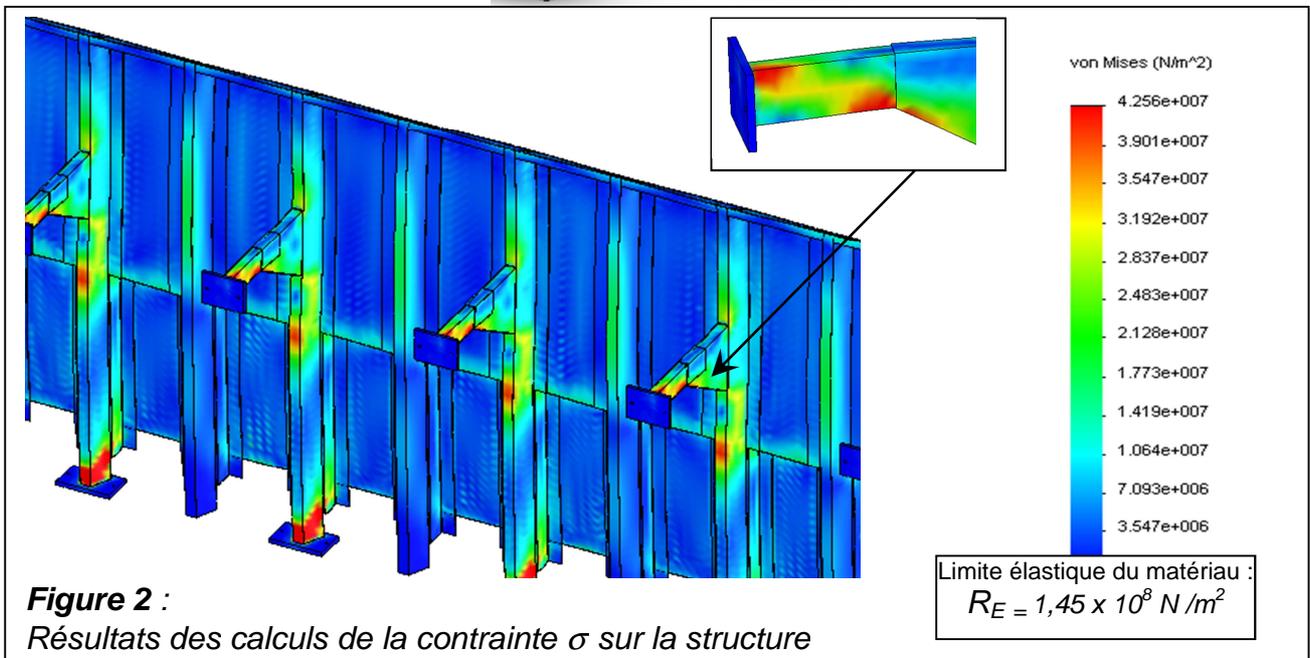
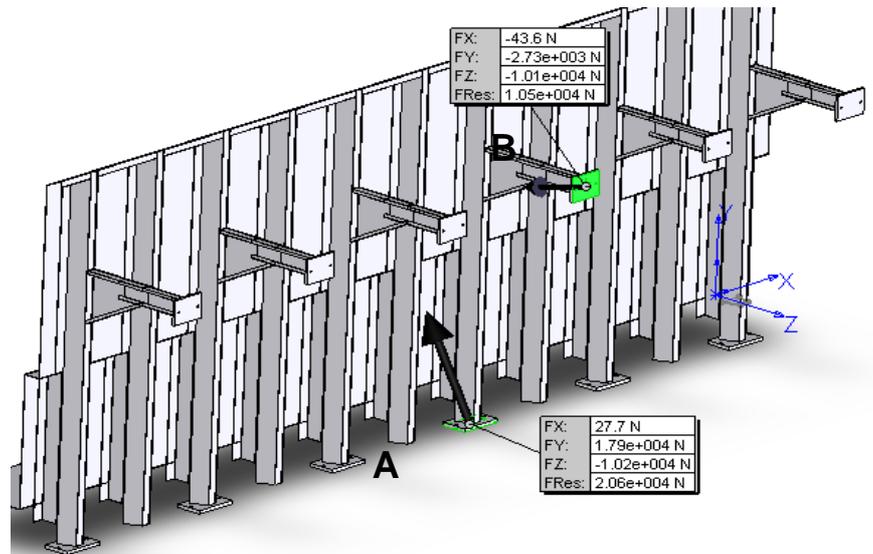


Figure 2 : Résultats des calculs de la contrainte  $\sigma$  sur la structure

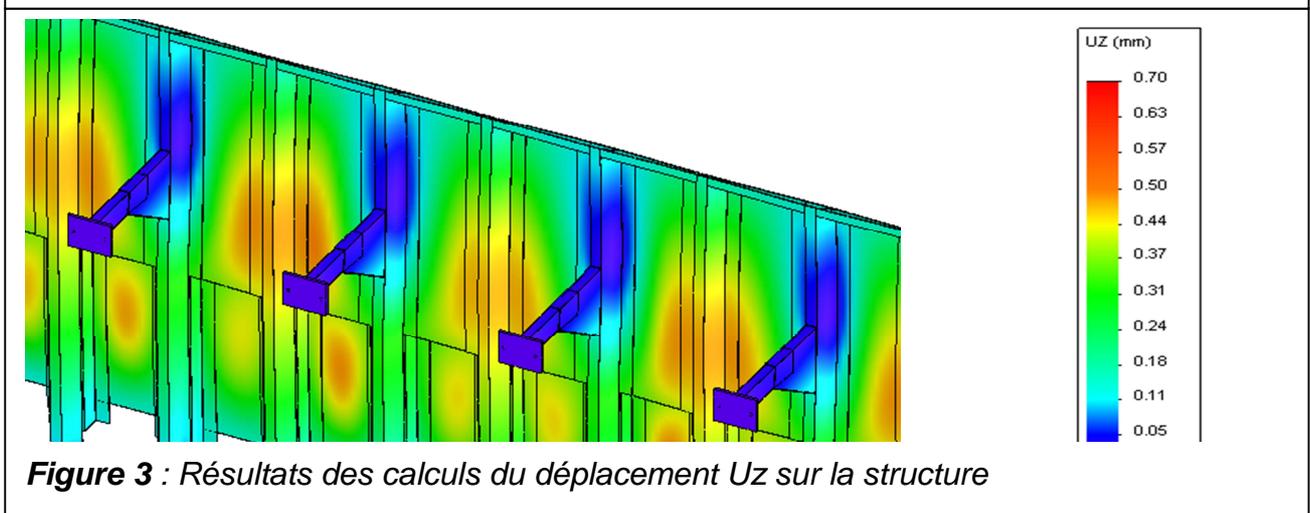


Figure 3 : Résultats des calculs du déplacement  $U_z$  sur la structure

# Extrait du CCTP du bassin de nage

Le bassin de nage couvre une surface de 510 m<sup>2</sup>. Sa profondeur (2 m) est constante sur toute sa surface. La température de l'eau du bassin est maintenue entre 28 et 30 °C.

## Traitement de l'eau du bassin de nage :

L'eau du bassin de nage est assainie par filtration complétée par un traitement chimique.

En mode filtrage, l'eau du bassin de nage suit le cheminement suivant :

- l'eau recueillie par les goulottes positionnées sur la périphérie du bassin représente 70 % du débit d'eau filtré,
- l'eau collectée par des grilles de fond constitue le complément (30 % du débit),
- l'eau est filtrée grossièrement dans un pré-filtre,
- un flocculant est additionné à l'eau pour coaguler les impuretés,
- l'eau est filtrée finement par 2 filtres à sable fonctionnant simultanément,
- l'eau est réchauffée,
- l'eau traitée est ensuite réinjectée dans le bassin par les bouches de refoulement implantées dans les parois verticales de bassins.

La circulation de l'eau est réalisée par deux pompes montées en parallèle qui assurent 50 % du débit chacune.

Les pompes sont équipées de variateur de fréquence pour fonctionner à débit fixe quelle que soit la valeur des pertes de charge du filtre.

## Lavage des filtres à sable :

Une alarme technique est générée lorsque la pression en amont des filtres dépasse la valeur fixée. C'est le signe que le filtre est encrassé et qu'un lavage est nécessaire.

L'opération est réalisée en agissant manuellement sur la position des différentes vannes du filtre à sable.

En premier lieu, un compresseur envoie de l'air sous pression à contre-courant dans le filtre pour décrocher les impuretés et réduire le temps de lavage.

Le lavage des filtres est obtenu par circulation inversée d'eau à grande vitesse à travers le filtre.

L'eau de lavage est rejetée dans une bêche tampon. Avant d'être évacuée vers le réseau des eaux usées, une pompe à chaleur eau/eau prélève ses calories qui seront utilisées pour réchauffer l'eau introduite en appoint dans le bassin.

Les filtres sont nettoyés l'un après l'autre mais les 2 pompes de recyclage fonctionnent simultanément pour accroître la vitesse de circulation de l'eau dans le filtre en cours de nettoyage.

## Rinçage des filtres à sable :

Avant de repasser en mode filtrage, on évacue les premières eaux éventuellement chargées de résidus vers la bêche tampon des eaux des contre-lavages.

## Vidange de l'eau du bassin :

La vidange des eaux du bassin est réalisée en utilisant les pompes de recyclage de façon à diriger l'eau vidangée vers la bêche tampon des eaux des contre-lavages.

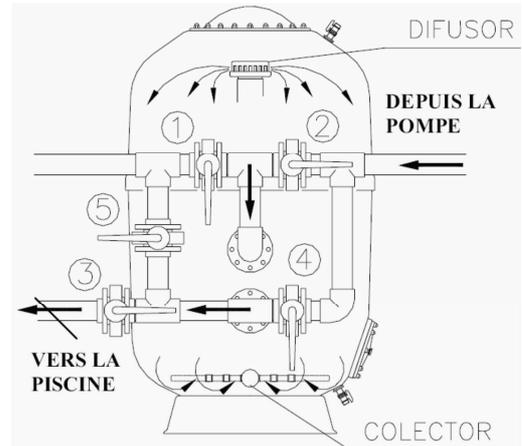
Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page DT10 sur 18
V1-STI2D-PISC	Documentation Technique	

# Extrait de la documentation du filtre à sable

Mode de fonctionnement	Position vanne 1	Position vanne 2	Position vanne 3	Position vanne 4	Position vanne 5
Filtrage	Fermée	Ouverte	Ouverte	Fermée	Fermée
Lavage	Ouverte	Fermée	Fermée	Ouverte	Fermée
Rinçage	Fermée	Ouverte	Fermée	Fermée	Ouverte
Vidange	Ouverte	Ouverte	Fermée	Fermée	Fermée

## Mode filtrage de l'eau du bassin :

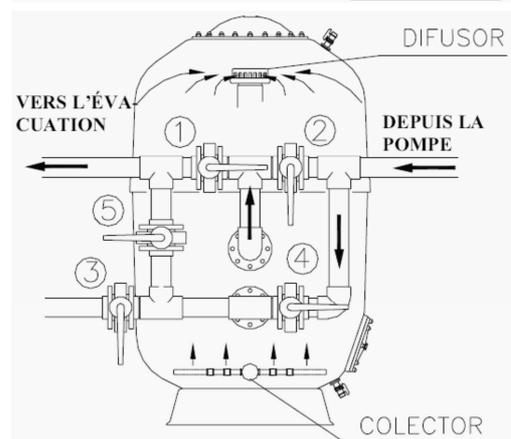
Le lit filtrant à sable forme des milliers de canaux qui laissent passer l'eau des bassins mais retiennent les impuretés et les résidus solides.



## Mode lavage du filtre :

Progressivement, le filtre s'encrasse et il est nécessaire de le laver régulièrement en envoyant les résidus vers l'évacuation.

Conformément à la norme DIN 19643, la durée de lavage doit être de 7 minutes à une vitesse approximative de 50 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>.



## Mode rinçage :

Le rinçage expulse vers l'évacuation les restes de résidus pouvant avoir pénétré dans les collecteurs pendant le lavage du filtre. Cette opération doit être effectuée par intervalle de 3 minutes (norme DIN 19643) et évite la présence d'eau trouble dans la piscine.

## Mode vidange :

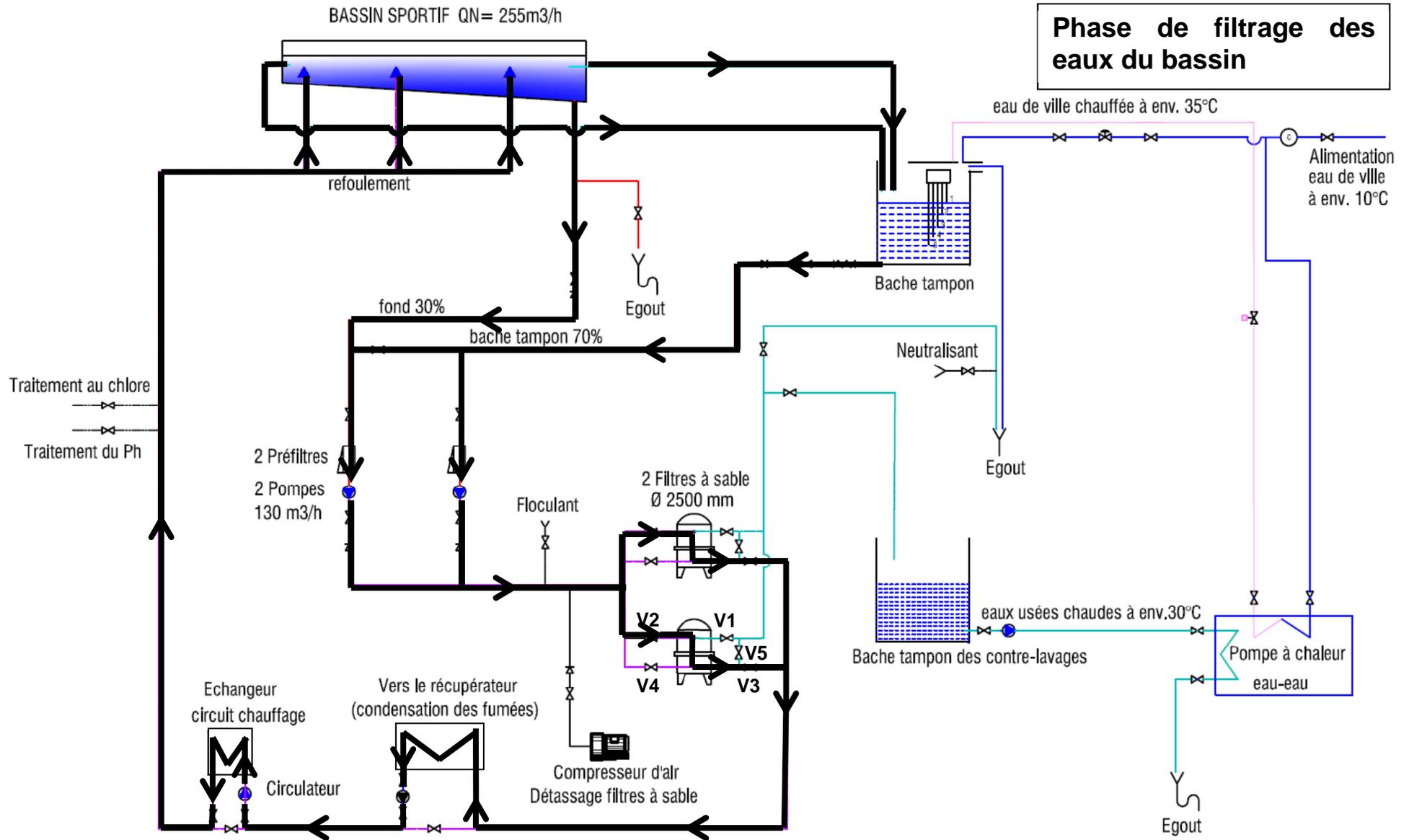
L'eau du bassin est vidangée en faisant fonctionner les pompes de recyclage.

Donnée technique : Chaque filtre à sable installé a un diamètre de 2,5 m.

## Recommandations :

En mode filtration, il est déconseillé de dépasser une vitesse d'eau égale à 30 m/h. Au contraire, lors des phases de lavage des filtres, la vitesse idéale de circulation de l'eau à contre-courant dans le filtre est d'environ 50 m/h.

Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page DT11 sur 18
V1-STI2D-PISC	Documentation Technique	



# Isolation des parois - Modélisation

Extrait de la revue Info Ciment :

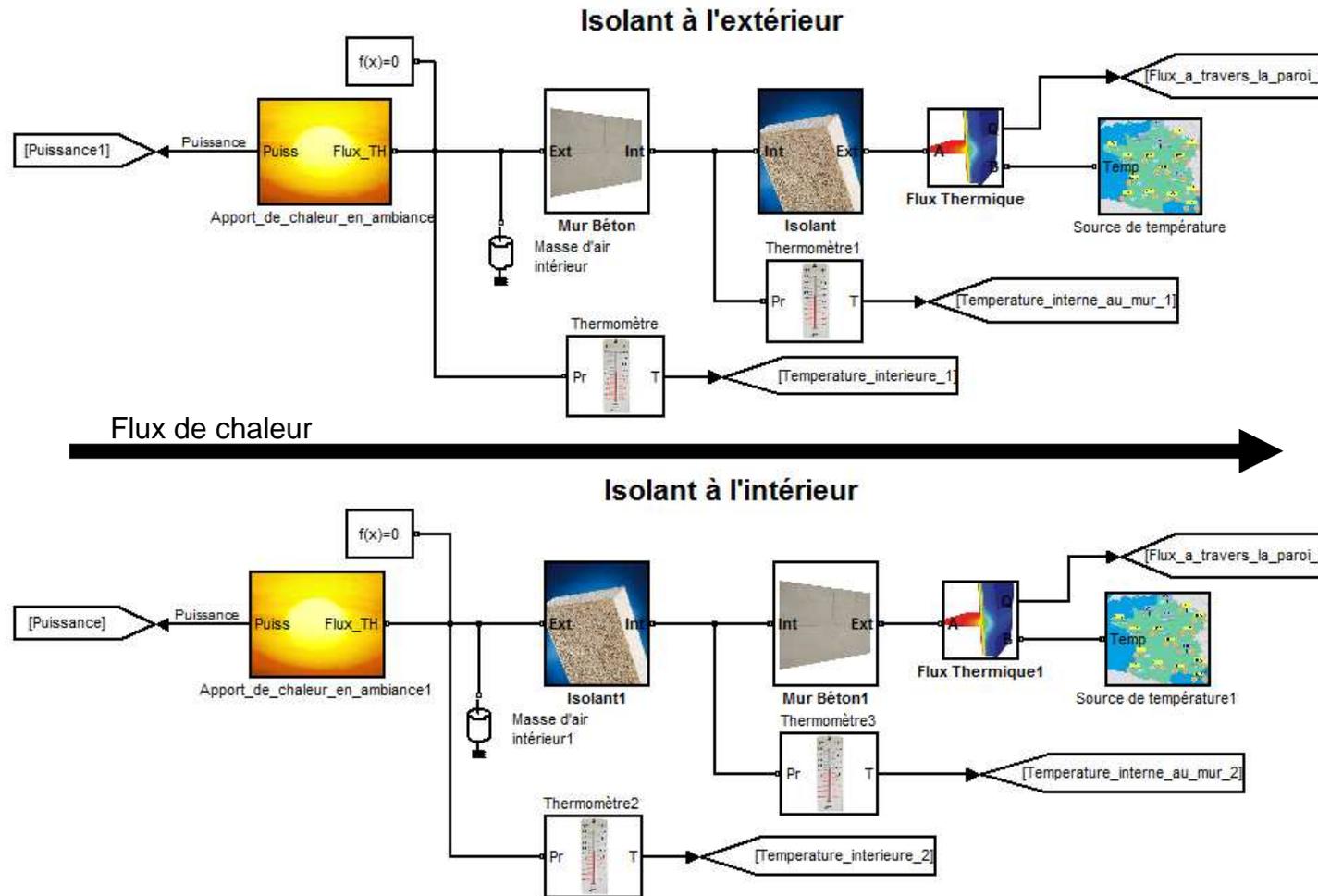
« L'inertie thermique d'un bâtiment est sa capacité à stocker de la chaleur ou de la fraîcheur dans ses murs et ses planchers.

Une des préoccupations majeure d'un concepteur est d'offrir un bâtiment bien isolé assurant au moindre coût le confort de son utilisateur aussi bien en hiver qu'en été. L'isolation thermique n'apporte cependant pas seule tout le confort espéré, un autre facteur entre en ligne de compte : l'inertie thermique de la construction, qui joue à la fois un rôle de stockage et de régulation. En effet, plus l'inertie d'un bâtiment est forte, plus il se réchauffe et se refroidit lentement.

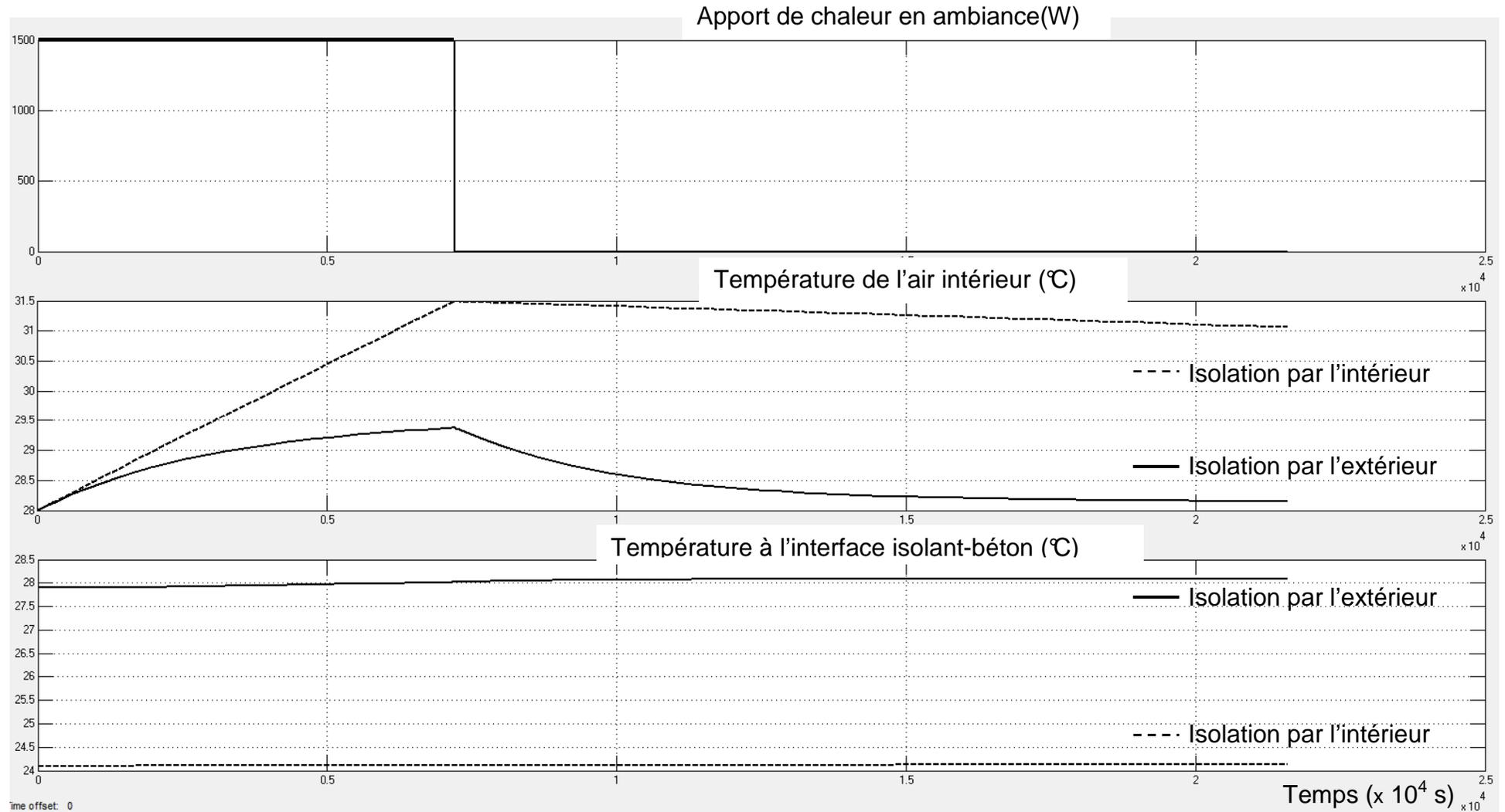
Des expérimentations ont montré que plus les murs sont épais et les matériaux sont lourds, plus l'inertie est grande. Avec le béton, l'habitation bénéficie d'un maximum d'inertie thermique.

En plus des économies d'énergie réalisées, les parois lourdes participent au confort d'hiver comme d'été en écrétant les pointes de température. En hiver, le béton absorbe la chaleur de la journée et la restitue la nuit, par conduction.

Pendant l'été, le béton accumule la fraîcheur de la nuit et peut ainsi faire baisser la température de 3 à 4 degrés. La maison béton reste fraîche et agréable pour ses occupants en évitant les surchauffes pendant la journée. »



# Isolation des parois - Simulation



# Cheminement des fluides - système Héliopac

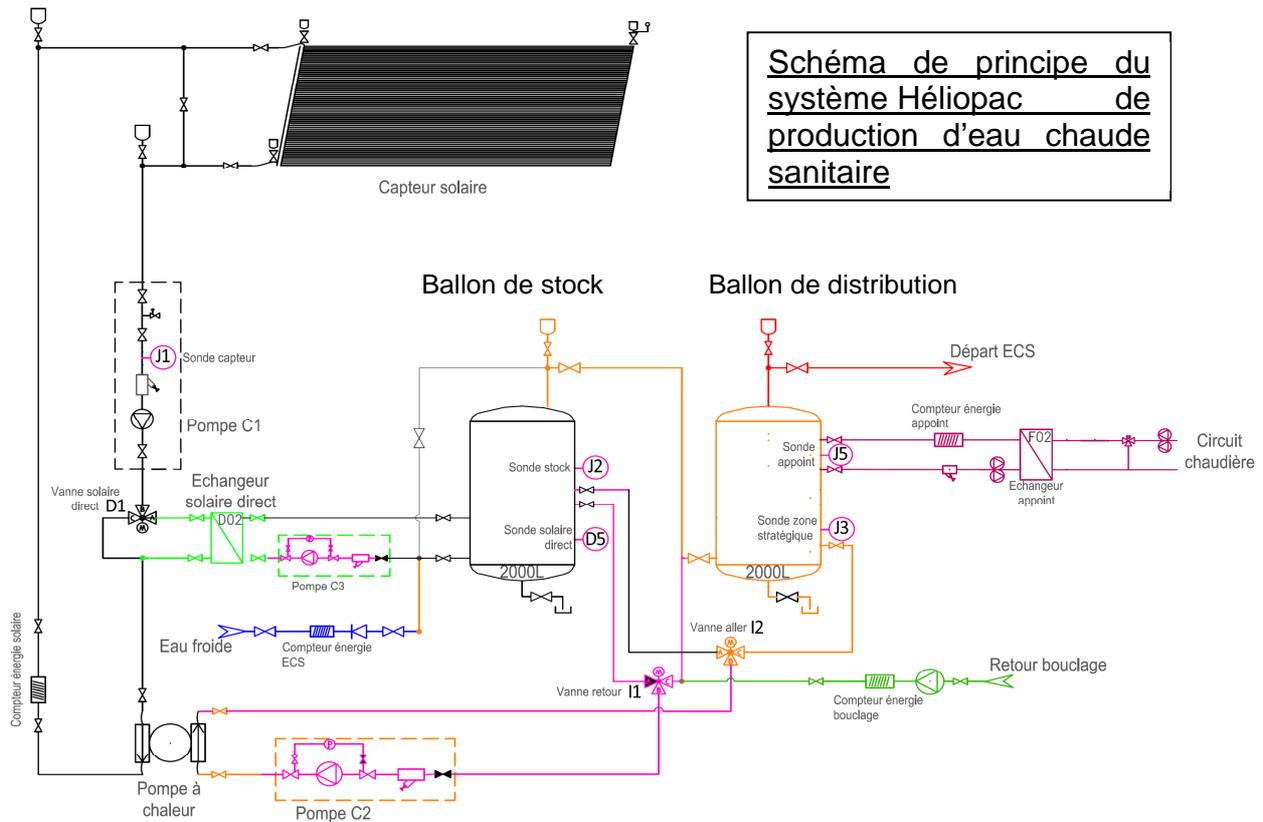
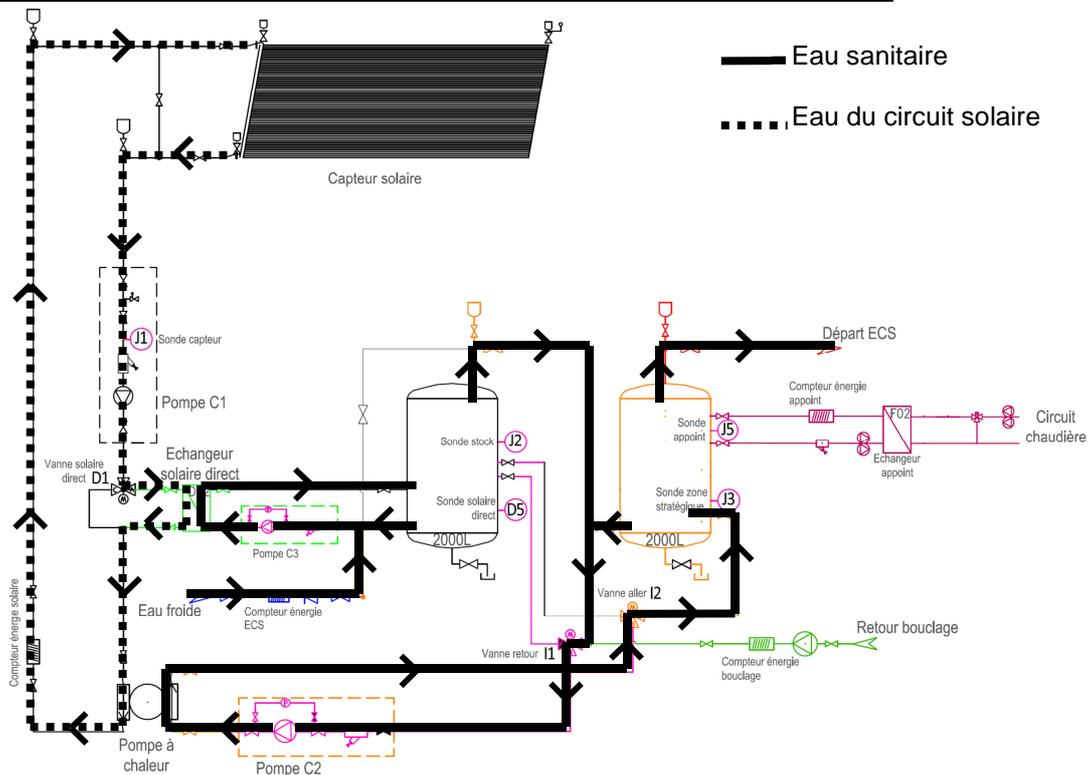


Schéma de principe du système Héliopac de production d'eau chaude sanitaire

Chauffage du ballon de stock par l'échangeur solaire direct et chauffage du ballon de distribution par la pompe à chaleur (prioritaire sur le ballon de stock) :



— Eau sanitaire  
 - - - Eau du circuit solaire

# Extrait de la documentation technique du système Héliopac®



## Le captage de l'énergie

Le système Héliopac® est un système performant de production d'eau chaude sanitaire.

En associant un capteur solaire non vitré à une pompe à chaleur eau/eau, ce système limite efficacement les consommations d'énergie et les rejets de CO2.

Le capteur solaire non vitré couvre une surface de **50 m<sup>2</sup>** en toiture. Il capte l'énergie rayonnée par le soleil et la transmet à l'eau chaude sanitaire à travers un échangeur à plaque.

La pompe à chaleur eau-eau récupère de la chaleur sur le circuit solaire tant que la température de l'eau dans le capteur solaire est supérieure à -5°C. L'énergie gratuite continue à être exploitée en l'absence d'ensoleillement et même la nuit !

## Le stockage de l'énergie :

L'eau chaude sanitaire est stockée dans 2 ballons de 2 000 litres raccordés en série.

Un jeu de vannes trois voies motorisées (I1 et I2) permet de faire travailler en priorité les pompes à chaleur sur le ballon de distribution (celui qui est en aval) jusqu'à ce que ce ballon atteigne 55°C (mesurée par la sonde J3) avant de venir réchauffer le ballon de stock (celui qui est en amont).

La régulation porte régulièrement le volume d'eau stockée à une température de 60°C à titre de traitement antibactérien.

## L'appoint en énergie :

L'appoint est réalisé par une chaudière gaz à travers un échangeur à plaques travaillant sur le haut du ballon de distribution.

Le système d'appoint est réglé sur une consigne maximale de 55°C.

## La régulation de l'Héliopac® :

Le choix entre les scénarii de fonctionnement dépend des différentes températures. La logique de fonctionnement est décrite par l'organigramme du document **DT17**.

## Liste des sondes de température de l'Héliopac® :

J1	Sortie capteur solaire
J2	Sonde en partie supérieure du ballon de stock
J3	Sonde en partie basse du ballon de distribution
J5	Sonde en partie supérieure du ballon de distribution
D5	Sonde en partie basse du ballon de stock

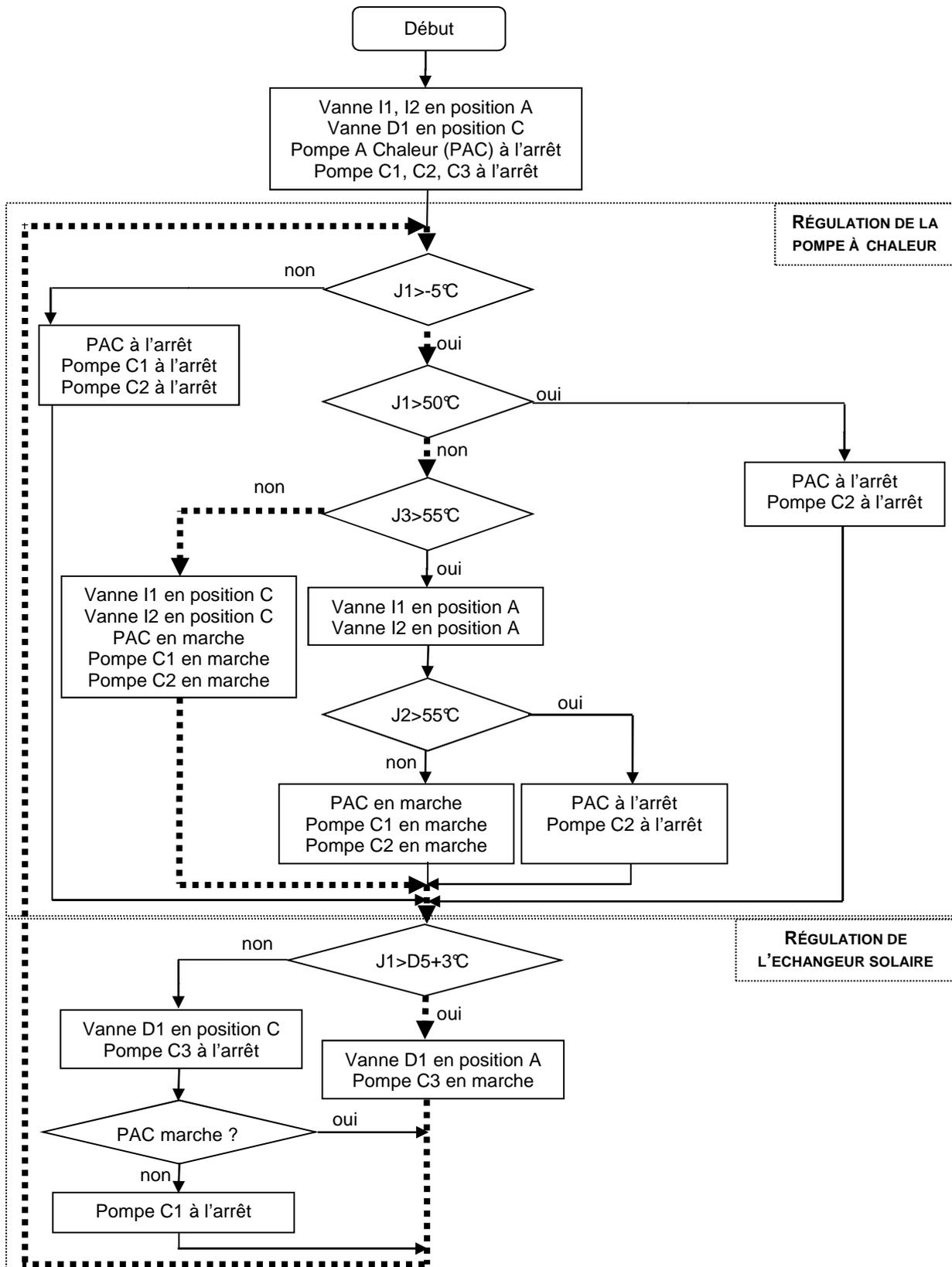
## Zoom sur les vannes de commutation :



Baccalauréat Technologique Sujet 0	Enseignements technologiques transversaux	Page DT16 sur 18
V1-STI2D-PISC	Documentation Technique	

# Organigramme de fonctionnement de l'Héliopac

Le cas de fonctionnement mis en évidence sur cet organigramme correspond au cheminement des fluides tracé sur le **DT15**.



# Capteur solaire Héliopac - Simulation

