

SESSION 2025

**CAPLP
CONCOURS EXTERNE ET CAFEP CORRESPONDANT
ET TROISIÈME CONCOURS**

Section : GÉNIE CIVIL

Option : ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES - ÉNERGIE

EPREUVE ECRITE DISCIPLINAIRE

Durée : 5 heures

Calculatrice autorisée selon les modalités de la circulaire du 17 juin 2021 publiée au BOEN du 29 juillet 2021.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Il appartient au candidat de vérifier qu'il a reçu un sujet complet et correspondant à l'épreuve à laquelle il se présente.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier. Le fait de rendre une copie blanche est éliminatoire.

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFE	3100J	101	9311

► **Concours externe du CAPLP de l'enseignement privé :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFF	3100J	101	9311

► **Troisième concours externe du CAPLP de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFV	3100J	101	9311

Dossier sujet

Afin de soigner un nombre supérieur de personnes, un nouvel espace santé du littoral doit être construit. Ce bâtiment sera construit selon le concept C2C, « Cradle to Cradle », signifiant « du berceau au berceau ». Cette démarche permet de dépasser les objectifs de labellisations traditionnelles de l'habitat ; elle se veut à objectif d'impact positif, c'est-à-dire que le bâtiment doit améliorer l'environnement immédiat.



Cette philosophie d'éco-conception ciblant l'économie circulaire démontre qu'il est possible d'avoir une empreinte positive sur la santé et l'environnement, à condition de mettre en adéquation le système de production et de consommation sur le modèle naturel selon quatre grands principes :

- tout déchet est nutriment, « rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme » ;
- utiliser les énergies renouvelables ;
- partir des spécificités du territoire ;
- penser les chaînes d'impacts selon une vision systémique.

Le bâtiment sera labellisé « Cradle to Cradle ». Avec ce label, la maîtrise de l'ouvrage est assurée :

- du contrôle optimisé d'exploitation et de maintenance ;
- du haut degré de confort des usagers, de la protection des nuisances du voisinage ;
- de l'absence de nocivité des matériaux utilisés (santé) ;
- du respect de l'environnement.

Le futur bâtiment fera la part belle aux filières bois et paille régionales pour la confection du bâtiment à proprement parler et permettra ainsi de valoriser les filières locales. Sa structure reposera sur une fondation en pieux vissés pour avoir le plus faible impact possible sur le site qui l'accueille.

Un mur végétal aura pour fonction l'épuration de l'air. Des plantes grimpantes seront mises en place à l'extérieur, accompagnées d'un jardin des pollens. Le système de purification des eaux usées se fera par bioréacteurs à base de micro-algues. Ce nouveau bâtiment se verra lui-même support de biodiversité avec la réalisation de nichoirs intégrés dans l'ossature du bâtiment et la réalisation de toitures végétalisées.



Le bâtiment sera labellisé « bâtiment à énergie positive » (BEPOS) Effinergie 2013, ce qui implique de maximiser l'utilisation des énergies renouvelables. Cet objectif pourra être atteint grâce à la réflexion menée sur la conception bioclimatique du bâtiment permettant de mettre à profit les conditions climatiques favorables du milieu tout en se protégeant de celles qui sont indésirables, ceci afin d'obtenir le meilleur confort thermique. Le recours à l'énergie disponible sous forme de lumière ou de chaleur permettra de consommer le moins d'énergie possible pour un confort équivalent.

En période froide, la construction favorisera les apports de chaleur naturels, diminuera les pertes de chaleur et assurera un renouvellement d'air suffisant garantissant le bien-être et la santé des usagers. En période chaude, la construction permettra de réduire les apports caloriques et favorisera le rafraîchissement ; le tout en conservant le meilleur confort hygrothermique de ses occupants.

PROBLÉMATIQUE : La ville de Grande-Synthe a publié un appel d'offres pour la construction d'une maison de santé. Le bureau d'études techniques (BET) Baggio souhaite répondre à cet appel d'offres. Le BET étudie le dossier de consultation des entreprises (DCE) et commence à se questionner. Cet appel d'offres mentionne un certain nombre d'éléments qui nécessitent des connaissances.

Partie n°1 : Le label C2C n'étant maîtrisé, le BET fait des recherches sur Internet pour définir ce label (DT1) et en profite pour lire deux extraits sur le décret tertiaire, la RE2020 (DT2) et le Building Information Modeling (BIM) dans l'industrie de la construction (DT3).

Partie n°1	Découverte du bâtiment	DT1 à DT5 et DT17	Temps conseillé 60 minutes
-------------------	-------------------------------	-------------------	----------------------------

- 1.1 Expliquer ce que signifie « BEPOS ».
- 1.2 Indiquer trois enjeux écologiques de la RE2020.
- 1.3 À l'aide de vos connaissances et du DT3, expliquer en quoi le BIM a modifié les habitudes de travail de la filière énergétique.
- 1.4 À partir des DT1 et DT2, expliquer comment cette démarche C2C est en phase avec la nouvelle réglementation environnementale RE2020.

À partir de la maquette numérique, le BET Baggio réalise une étude des performances thermique du bâtiment (RT), les résultats sont en DT4.

- 1.5 Expliquer ce qu'est la SHON RT.
- 1.6 Expliquer ce que représente le BBio.
- 1.7 Interpréter la valeur du Cep : $-8,5 \text{ kWhep.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$.
- 1.8 Indiquer quel est le poste le plus consommateur du bâtiment.
- 1.9 Expliquer l'utilité de la notion du Cep nr (consommation d'énergie primaire non renouvelable) partie prenante de la RE2020.
- 1.10 D'après les résultats du DT4, indiquer si le bâtiment répond aux objectifs de la RE2020 et justifier la réponse.
- 1.11 Après vérification des paramètres de l'étude, une paroi a été détectée comme étant mal renseignée. Elle présente un coefficient U de $5,04 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Indiquer ce que représente cette valeur et si elle est cohérente.
- 1.12 Le DT5 décrit la composition de cette paroi. La résistance thermique de la paille comprimée n'a pas été prise en compte pour le calcul du coefficient U. En utilisant le formulaire DT17 déterminer la valeur de Rth et en déduire le coefficient U de la paroi.
- 1.13 Sur cette composition de mur DT5, la dernière ligne du tableau n'est pas renseignée. Indiquer à quoi fait référence ce terme de « linéique » et proposer un exemple.

Partie n°2 : Pour la production d'eau chaude sanitaire, le BET a privilégié le recours à des ballons sous évier de faible capacité (15 litres). Néanmoins, la salle de sport est équipée de douches collectives et individuelles qui nécessitent la mise en place d'un équipement spécifique dont le schéma est disponible en DT6. L'apport de chaleur primaire eau chaude sanitaire (ECS) est assuré par la sous-station du bâtiment reliée au réseau de chaleur. Ce réseau de chaleur ne fonctionne pas en été.

Partie n°2	Production d'eau chaude sanitaire	DT6 à DT8	Temps conseillé 60 minutes
-------------------	--	-----------	----------------------------

- 2.1 Déterminer le type de production d'eau chaude sanitaire installé.
- 2.2 Expliquer les fonctions du bouclage d'eau chaude sanitaire.
- 2.3 Indiquer pour quelle raison il y a une résistance électrique.

Sachant que la résistance électrique ne chauffe que 50 % du volume du ballon, que le temps de chauffe ne doit pas dépasser 3 heures, que la température d'eau froide en été est de 15 °C, la température de stockage est de 65 °C et la chaleur massique de l'eau est de $4.185 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

- 2.4 Calculer la puissance thermique fournie par la résistance.
- 2.5 Le DT7 représente le couplage électrique de la résistance. Préciser s'il s'agit d'un branchement étoile ou triangle. Indiquer la conséquence d'une erreur de couplage.
- 2.6 À partir du schéma électrique DT8, indiquer le nom et la fonction des composants Q1, Q2, KM1 et S3.
- 2.7 À partir du même schéma, expliquer comment est réalisée la commande électrique des circulateurs.

Dans le cadre du suivi des installations de production ECS, il est prévu l'installation d'une supervision. L'automate devra reprendre, en plus des éléments nécessaires à la régulation, des informations de type télégestion, c'est-à-dire les états de marche, arrêt, normal et défaut des appareils ainsi que les comptages.

- 2.8 Expliquer le rôle d'une supervision.
- 2.9 À l'aide du schéma hydraulique en DT6, compléter le tableau des entrées/sorties en précisant le type de signal et définir les points de remontées gestion technique du bâtiment (GTB) en précisant (TA pour télé-alarme, TM pour télé-mesure, TC pour télé-commande et TR pour télé-relève).

Partie n°3 : Plusieurs installations seront mises en œuvre afin d'assurer le renouvellement d'air hygiénique et le traitement d'air des locaux. Dans cette partie, le traitement de l'air de l'amphithéâtre de 350 places est étudié. Une centrale de traitement d'air double flux avec un système thermodynamique intégré pour réchauffer ou refroidir l'air est installée.

Partie n°3	Traitement d'air	DT9 à DT11 et DT17	Temps conseillé 90 minutes
-------------------	-------------------------	--------------------	----------------------------

- 3.1 À l'aide du schéma de la centrale de traitement d'air et de la symbolisation des éléments DT10, compléter le schéma unifilaire de la centrale de traitement d'air.
- 3.2 À partir du schéma de principe et dans la configuration hiver, indiquer le nom et la fonction des éléments numérotés de 1 à 5.
- 3.3 Citer les différents types de filtres et leur fonction. Expliquer ce qui les différencie.

Par la suite, on étudie le cas hivernal, avec un fonctionnement en tout air neuf pour une capacité d'accueil de 350 places. La réglementation en vigueur impose un débit minimum d'air neuf de $18 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ par occupant afin répondre aux exigences du cahier des clauses techniques particulières (CCTP), DT9.

- 3.4 Placer sur le diagramme de l'air DR9 les points remarquables Air neuf « AN » ; Air local « AL » et compléter le tableau de leurs différentes caractéristiques.
- 3.5 Au regard du nombre d'occupants, calculer le débit volumique d'air neuf hygiénique en $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ et en déduire le débit massique en $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ dans les conditions du local.
- 3.6 À partir du relevé des charges en hiver DT9, calculer en kW les pertes sensibles H_s et les gains latents H_l . En déduire les charges totales et compléter le bilan des charges DR10.
- 3.7 Pour un débit massique de $2,1 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ déterminer la différence d'enthalpie entre l'air du local et l'air soufflé ainsi que la différence d'humidité spécifique. Puis placer le point de soufflage sur le diagramme de l'air DR9 et compléter ses caractéristiques sur le bilan des charges DR10.
- 3.8 Conclure sur le principe de diffusion d'air qui limite l'écart de soufflage à $9 \text{ }^\circ\text{C}$ en hiver.
- 3.9 Compléter le bilan des charges thermique du local DR10.
- 3.10 Les conditions en sortie du récupérateur sont de $16,5 \text{ }^\circ\text{C}$ pour une humidité relative (HR) de 50 %. Placer le point de sortie sur le diagramme de l'air DR9 et calculer l'efficacité de ce dernier. Répond-il aux exigences du CCTP, DT9 ?
- 3.11 Indiquer l'intérêt d'utiliser un récupérateur rotatif.
- 3.12 Le système thermodynamique mis en place permet de fournir une puissance de 9,7 kW à la batterie chaude. Déterminer l'enthalpie de sortie de cette dernière puis placer son point caractéristique sur le diagramme de l'air humide DR9. Indiquer ses caractéristiques.
- 3.13 Le point de soufflage a pour caractéristiques $T=29 \text{ }^\circ\text{C}$ et $\phi = 24 \text{ } \%$. Déterminer la puissance de l'élément terminal permettant d'atteindre les conditions de soufflage. Tracer son évolution sur le diagramme DR9.
- 3.14 Dans cette situation d'étude, la mise en place d'un humidificateur est-elle nécessaire ? Justifier la réponse.
- 3.15 En utilisant un débit volumique de $6300 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, tracer et sélectionner sur l'abaque DR11 les gaines rectangulaires de reprise et de soufflage sachant que la norme NR30 doit être respectée et que les contraintes de place imposent une hauteur maximale de 600 mm. Déterminer la vitesse de circulation de l'air.
- 3.16 Le service technique a reçu des plaintes relatives à un niveau sonore excessif au niveau de la première bouche de diffusion de l'amphithéâtre. Tracer sur le DR12 le spectre acoustique à partir du relevé sur site proposé sur le DT9. Établir un constat qui respecte la NR30.
- 3.17 Préconiser deux solutions permettant d'atténuer la propagation du bruit.
- 3.18 À partir du DT11, sélectionner le dispositif adapté qui engendrera le moins de perte de charge. Tracer sur le DR12 le nouveau spectre acoustique et compléter le tableau de relevés afin de conclure.

Partie n°4 : Il est prévu une installation de récupération des eaux pluviales destinée à l'alimentation des WC de l'amphithéâtre, des WC des locaux du personnel ainsi qu'à l'arrosage des espaces verts. Pour cela une station de gestion autonome est préconisée. Le BET Baggio doit vérifier que la gamme de maintenance du filtre à cloche permet d'éviter tous risques de cavitation à l'aspiration des pompes de la station de gestion autonome.

Partie n°4	Récupération d'eau de pluie	DT12 à DT17	Temps conseillé 90 minutes
-------------------	------------------------------------	-------------	----------------------------

- 4.1 Expliquer le phénomène de cavitation auquel les pompes sont exposées.
- 4.2 D'après le DT14, la station de gestion de récupération d'eaux pluviales est équipée de deux pompes SP404. Préciser comment les pompes sont raccordées hydrauliquement. Indiquer l'intérêt d'un tel dispositif.
- 4.3 Expliquer la différence entre la pression effective et la pression absolue.

Pour réaliser cette étude, les informations techniques du DT12 seront utilisées.

- 4.4 À partir du débit volumique et de la section de canalisation, déterminer la vitesse de circulation d'eau dans le circuit d'aspiration.
- 4.5 À partir de la loi fondamentale de l'hydrostatique et du schéma de principe simplifié DT12, déterminer la pression absolue statique environnante au point « a' ».
- 4.6 En utilisant l'abaque de perte de charge DT13, déterminer le coefficient de pertes de charge linéique « j » puis calculer la perte de charge de la ligne d'aspiration « Δx » en Pascal.
- 4.7 Déterminer, en Pascal, la perte de charge de la vanne à boisseau sphérique DN32 sachant que son coefficient $K_v = 105 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.
- 4.8 Calculer les pertes de charge singulière « Δy » de la ligne d'aspiration en Pascal en complétant le tableau DR14.
- 4.9 Calculer les pertes de charge totale « ΔX » de la ligne d'aspiration en Pascal.
- 4.10 À partir de l'équation généralisée de la mécanique des fluides et des données ci-dessous, calculer en Pascal la pression statique absolue au point b « P_{st_b} ».

P_{sta}	$\Delta X_{a \rightarrow b}$	v_a	Z_a	$W_{a \rightarrow b}$	Z_b	v_b^2
105 100 Pa	36 650 Pa	$0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	Voir DT 12 et DT 17			$1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

- 4.11 À l'aide du DT17, déterminer la valeur du net positive suction head (NPSH) disponible en Pascal pour une pression d'aspiration de 38 350 Pa sachant que l'eau contenue dans la cuve est à 10 °C.
- 4.12 À partir des courbes de performance du DT15, déterminer le NPSH requis pour la pompe installée. Indiquer s'il y a un risque de cavitation.
- 4.13 Analyser le chronogramme n°1 du DT16 et déterminer la perte de charge du filtre à cloche lorsque le débit volumique passant dans ce dernier atteint $2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Prendre comme valeur de pression statique absolue ($P_{st a}$) à l'entrée du clapet crépine 105 070 Pa.
- 4.14 Comparer le NPSH disponible et le NPSH requis en date du 26 février. Indiquer s'il y a un risque de cavitation.
- 4.15 D'après le chronogramme n°2 du DT16, déterminer les conséquences d'une maintenance semestrielle non réalisée.
- 4.16 Proposer une solution technique qui permet de ne prendre aucun risque de cavitation sur les pompes d'aspiration au regard de l'installation.

DT1 Origine du label

CRADLE-TO-CRADLE

Cradle To Cradle est un label créé en 2010 pour les produits réutilisables. Ce label se retrouve sur un très grand nombre de produits et matériaux, dont le textile et les matériaux de construction. Vous ne pouvez pas le trouver sur des denrées alimentaires.

Le label garantit de bonnes conditions pour l'utilisation de matériaux, l'énergie, l'eau et la main-d'œuvre.

Le label applique des critères progressifs à cinq niveaux : « basic », « bronze », « silver », « gold » et « platinum ». Le produit atteint un niveau supérieur selon le nombre de critères auxquels il satisfait. La ligne de vêtements REVIVE de JBC est un exemple de produit « Basic ». Pour l'instant, seuls les panneaux fabriqués en écorces recyclées de Bark House se sont vus décerner la certification Platinum.

Le label est géré par le Cradle to Cradle Products Innovation Institute, ONG internationale qui promeut les produits réutilisables et sûrs pendant tout leur cycle de vie.

Le contrôle est effectué par des organismes désignés par l'Institut.

LE LABEL, GARANTI DE QUOI? ∨

CÔNTROLÉ PAR QUI? ∨

QUELS SONT LES PRODUITS PORTANT LE LABEL?

EN SAVOIR PLUS? ∨

Surfez sur: WWW.C2CCERTIFIED.ORG

WWW.C2CPLATFORM.BE



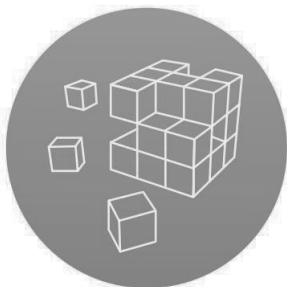
Cradle-to-cradle est un label pour produits non-alimentaires

Catégories

- Construction

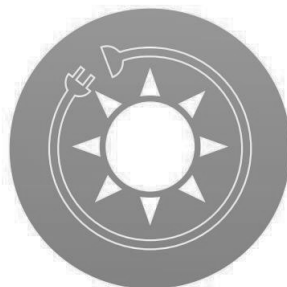
Téléchargez le logo

LABEL



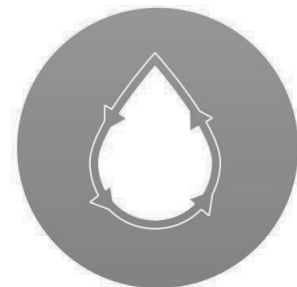
TECHNIQUES & MATÉRIAUX INTELLIGENTS

Matériaux sains capables de générer des cycles continus dans la technosphère, ou cycles en cascade dans la bio-sphère, matériaux bio-sourcés, locaux et cycles courts, préfabrication hors site avec réduction mesurable de déchets de chantier construction modulaire et flexible, capacité de former une banque de matériaux pour l'avenir.



CASCADE DE L'ÉNERGIE

Production d'énergie renouvelable, utilisation de la chaleur en cascade, BIPV, éolien, biomasse et biogaz, Smartgrid, utilisation de courants continus et alternatif sans transformation, stockage géothermique, boucles tièdes, puits de mine.



CASCADE DE L'EAU

Eaux usées différenciées, eaux de pluie, filtres (biologique, végétaux, techniques...), utilisation comme stockage de chaleur, comme fluide transporteur de nutriments biologiques, irrigation, infiltration dans la nappe, nettoyage, redistribution, revente.

Le secteur du bâtiment, c'est 25 % des émissions carbone françaises. Assez logiquement, le gouvernement se penche sur la problématique. Plus question d'émettre autant de gaz à effet de serre dans la construction ! Au programme : Décret tertiaire et RE2020. Deux textes destinés à réduire l'impact des bureaux, habitats et autres locaux sur le climat. Quelles sont les obligations ? Qui est concerné ? Comment se mettre en conformité, sans exploser les investissements ? Décryptage des mesures pour réduire le bilan carbone des bâtiments !

Deux textes, un objectif : la baisse du bilan carbone des bâtiments

Décret tertiaire et RE2020 s'inscrivent dans une même dynamique : la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Plus précisément, dans le secteur du bâtiment.

Pourquoi ? Car ce dernier représente 44 % de la consommation d'énergie et près de 25 % des émissions de gaz à effet de serre, en France.

Plusieurs réglementations sont mises en place autour des années 2020. En particulier...

- Le Décret tertiaire, dans le cadre de la Loi Elan : qui fixe des objectifs ambitieux de réduction des dépenses énergétiques pour les bâtiments à usage tertiaire, déjà existant.
- La RE2020, qui guidera plus largement vers des bâtiments plus performants énergétiquement, moins émetteurs de GES et mieux adaptés aux futures conditions climatiques... Mais seulement pour les constructions neuves.

Quels sont les obligations et délais du décret tertiaire ?

Ce décret fixe 3 objectifs pour les acteurs économiques, à 3 échéances de temps différentes.

- Diminuer de 40 % les consommations d'énergie d'ici à 2030.
- Diminuer de 50 % d'ici à 2040.
- Diminuer de 60 % d'ici à 2050.

Les réductions s'entendent par rapport à une année de référence choisie après 2010.

Quelles sont les obligations et délai de cette loi ?

La réglementation environnementale de 2020 vise à améliorer le confort des constructions, tout en diminuant leur empreinte carbone et leur consommation énergétique. On distingue 3 axes :

- La performance énergétique des bâtiments neufs. L'accent est mis sur l'isolation, mais également sur l'utilisation de chaleur bas-carbone.
- La diminution du bilan carbone des bâtiments neufs, sur l'ensemble de leur cycle de vie. Cela passera par l'utilisation de matériaux biosourcés, stockeurs de carbone.
- L'anticipation des futures conditions climatiques, destinée à assurer le confort des occupants lors des épisodes de canicule.

Référence : www.sami.eco

Le BIM et la technique du bâtiment

Le BIM est un acronyme anglo-saxon pour *Building Information Modeling*.

C'est une méthode de travail améliorant la collaboration en s'appuyant sur une ou des maquette(s) numérique(s) renseignées représentant un ouvrage en trois dimensions.

Toute personne impliquée dans la construction a accès à la base de données numériques.

Le BIM permet de créer de nouvelles façons de concevoir et de travailler à chaque étape du cycle de vie d'un bâtiment.

Il repose sur trois piliers : **la collaboration, le conseil et le partage de l'information.**

Au fur et à mesure que la méthodologie BIM progresse à travers le monde, les professionnels du BTP sont de plus en plus conscients de la valeur apportée par un **processus de travail interactif** qui modifie la façon dont les bâtiments sont conçus, construits et gérés.

Le BIM a de plus en plus d'influence sur l'aspect et le fonctionnement des bâtiments et sur la manière dont différentes personnes participent à leur planification et exécution.

Quels avantages apporte le BIM ?

- ▶ Meilleure planification du processus de construction ;
- ▶ Les erreurs de construction peuvent être détectées plus tôt ;
- ▶ Disponibilité quasi immédiate de toutes les données actuelles et pertinentes ;
- ▶ Une meilleure transparence et fiabilité de la planification ;
- ▶ Une meilleure coopération et communication ;
- ▶ Une exécution plus rapide ;
- ▶ Prise en compte de l'intégralité du cycle de vie du bâtiment.

DT4 Extrait de l'étude thermique

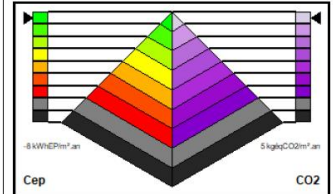
Résultats RT

bâtiment sans amphi

Dép. : NORD Altitude : 17 m Site : Grande Synthe Bbio : 113.00 points Cep : -8.50 kWhep/(m².an)
 Date PC : 04-01-2017 Num PC : en cours Bbiomax : 156.00 points Cep nr : 85,7 kWhep/(m².an)
 At : 3572 m² AtBat : 2282 m² SHON RT : 1694.00 m² Cep nr max : 80 kWhep/(m².an)

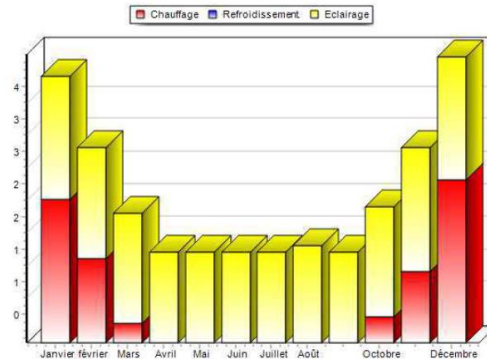
Bâtiment réglementaire

Synthèse Bbio		Synthèse Th-C			Conformité
Bbio chauffage	7.60 points	Cep chauffage	25.00 kWhep/m²	GES : 2.75	Bbio = Bbiomax - 27.56 % Cep = Cepmax - 105.23 % Aepnr : 110.90 kWhep/m² DH réglementaire Moyens : conforme Ratio psi : 0.06 W/(m².K) Psi 9 moyen : 0.10 W/(ml.K)
Bbio refroid.	0.00 points	Cep refroid.	0.00 kWhep/m²	GES : 0.00	
Bbio éclairage	19.50 points	Cep ECS	4.70 kWhep/m²	GES : 0.15	
Bbio chauffage x 2	15.20 points	Cep éclairage	27.40 kWhep/m²	GES : 0.89	
Bbio refroid. x 2	0.00 points	Cep auxiliaires	28.50 kWhep/m²	GES : 0.93	
Bbio éclairage x 5	97.50 points	Prod. photovoltaïque	94.10 kWhep/m²		
		Prod. cogénération	0.00 kWhep/m²	Total GES : 4.72	



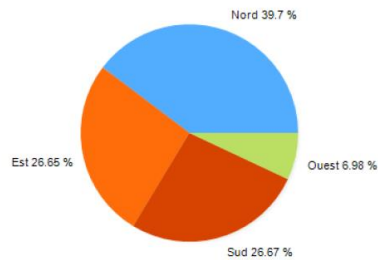
Bbio mensuel par poste (points)

	Chauffage	Refroid.	Éclairage	Bbio
Janvier	2.20	0.00	1.90	14.00
Février	1.30	0.00	1.70	10.80
Mars	0.30	0.00	1.70	9.00
Avril	0.00	0.00	1.40	7.10
Mai	0.00	0.00	1.40	7.10
Juin	0.00	0.00	1.40	7.20
Juillet	0.00	0.00	1.40	7.10
Août	0.00	0.00	1.50	7.70
Septembre	0.00	0.00	1.40	7.10
Octobre	0.40	0.00	1.70	9.40
Novembre	1.10	0.00	1.90	11.80
Décembre	2.50	0.00	1.90	14.60
Total	7.60	0.00	19.50	113.00



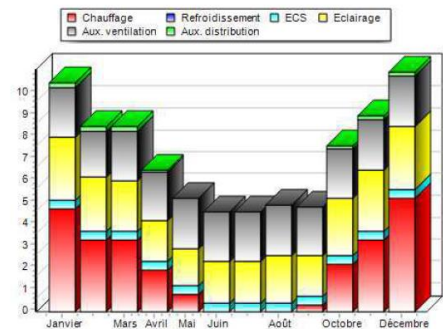
Données géométriques et ratio d'orientation des baies vitrées

	Valeurs	Ratio / SHONRT
SHONRT	1694.0 m²	1.00
SHAB ou SURT	1540.0 m²	0.91
Toitures	1290.0 m²	0.76
Murs	625.5 m²	0.37
Baies vitrées	366.0 m²	0.22
Planchers bas	1290.0 m²	0.76
Total des parois déperditives	3571.5 m²	2.11
Total des parois ext. hors planchers bas	2281.5 m²	1.35
Ponts thermiques	832 m	0.49



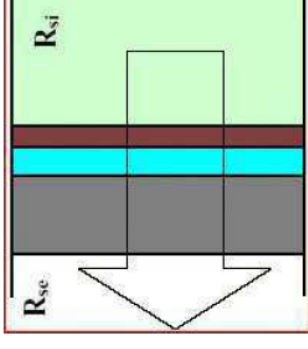
Consommation mensuelle par poste en énergie primaire (kwhep/m²)

	Chauffage	Refroid.	ECS	Éclairage	Aux. vent.	Aux. dist.	Cep
Janvier	4.70	0.00	0.40	2.90	2.30	0.20	10.50
Février	3.30	0.00	0.40	2.50	2.10	0.20	8.50
Mars	3.30	0.00	0.40	2.30	2.30	0.20	8.50
Avril	1.90	0.00	0.40	1.90	2.20	0.10	6.50
Mai	0.80	0.00	0.40	1.70	2.30	0.00	5.20
Juin	0.00	0.00	0.40	1.90	2.30	0.00	4.60
Juillet	0.00	0.00	0.40	1.90	2.30	0.00	4.60
Août	0.00	0.00	0.40	2.20	2.30	0.00	4.90
Septembre	0.30	0.00	0.40	1.90	2.20	0.00	4.80
Octobre	2.20	0.00	0.40	2.60	2.30	0.10	7.60
Novembre	3.30	0.00	0.40	2.80	2.30	0.20	9.00
Décembre	5.20	0.00	0.40	2.90	2.30	0.20	11.00
Total	25.00	0.00	4.70	27.40	27.30	1.20	-8.50

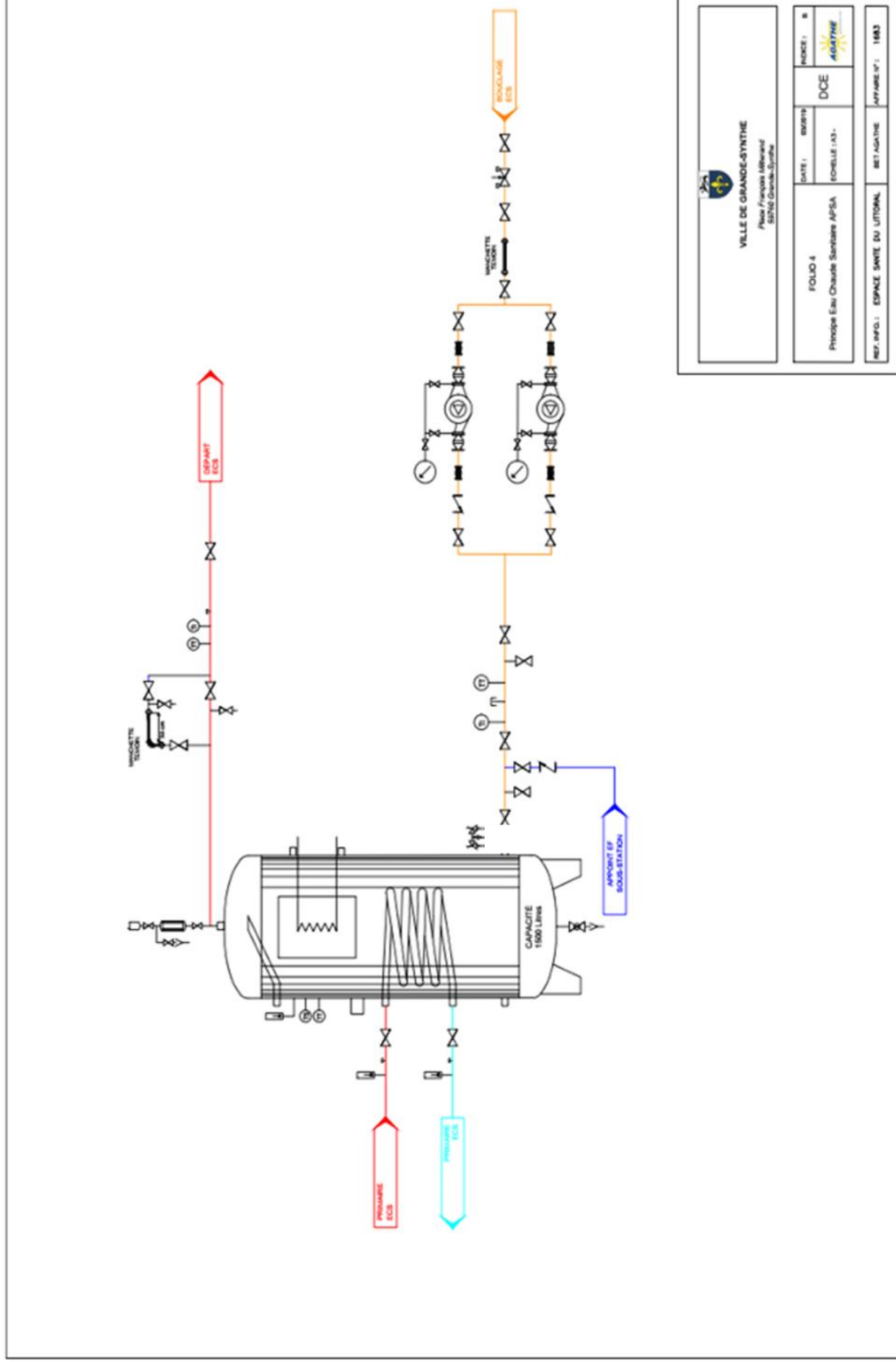


CARACTÉRISTIQUES DÉTAILLÉES DES PAROIS

Caractéristiques générales		Caractéristiques détaillées		Valeurs calculées		Schéma			
Nom		Paroi chauffante		Sété					
Inclinaison	mur en pailles	Paroi chauffante	Non chauffante	Rsi	0.003				
Méthode	Paroi verticale ou angle > 60°	Surf. tot.	1.00 m ²	Rse	0.130 m ² .K/W				
Contact	Détaillée	Gr. Ashrae mur	Groupe F	Uété	0.040 m ² .K/W				
Uhiver	L'extérieur	Réf CTS	26	UAshrae	5.04 W/(m ² .K)				
Épaisseur	5.04 W/(m ² .K)	Couleur	Moyen	Rparoi	5.04 W/(m ² .K)				
Masse	0.521 m	Alpha	0.60	Rtotale	0.028 m ² .K/W				
Etat	160.500 kg/m ²	Brise-soleil	Absent	Uc	0.198 m ² .K/W				
	-			Up	5.04 W/(m ² .K)				
Nature	Désignation	Certif.		Ep. m	Lambd. W/m.K	Résist. m ² .K/W	Masse kg/m ³	Mu	Cp J/(kg.K)
Plâtre	Plâtre "gâché serré" ou "très serré" (masse moyenn			0.013	0.250	0.052	750	10	1000
Isolant	laine de bois			0.050	nc	1.190	55	1	1030
Végétal	Panneaux à lamelles longues et orientées	02/015/039		0.018	0.130	0.138	600	40	0
Végétal	Paille comprimée			0.360	0.052	nc	350	1	1400
Isolant	fibre de bois			0.080	0.044	1.818	140	3	2100
Linéique									



DT6 Schéma hydraulique eau chaude sanitaire




VILLE DE GRANDE-SYNTNE
 Place François Labourd
 8212 Grande-Syntne

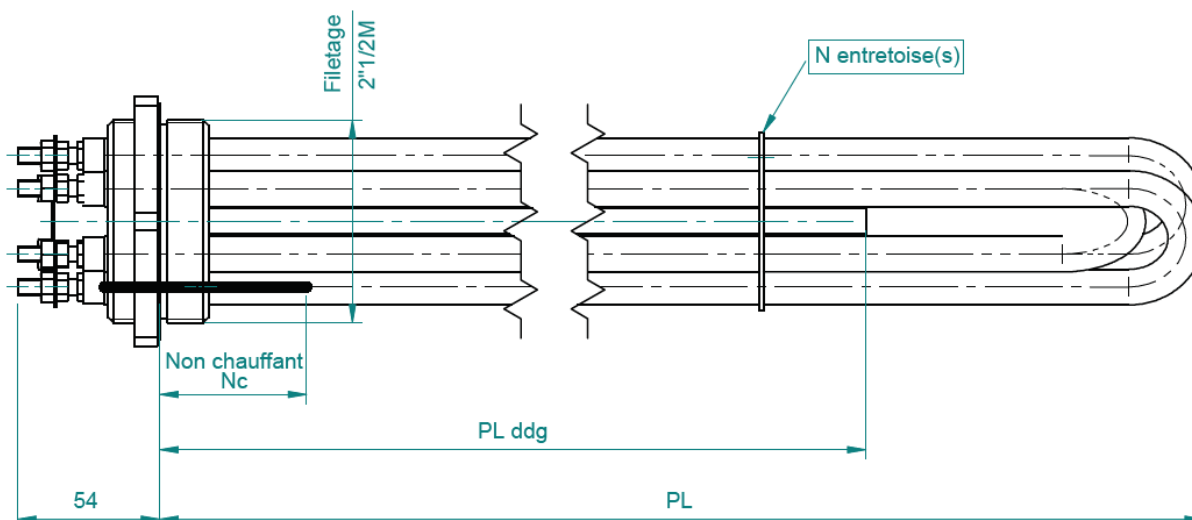
FOLIO 4	DATE: 08/01/18	INDEX: B
Principe Eau Chaude Sanitaire APSA	EDUCHELE 1A3-	DCE
REF. PROJ: ESPACE SANTE DU UTOMAL	SET AGATINE	APPAREIL: 1083



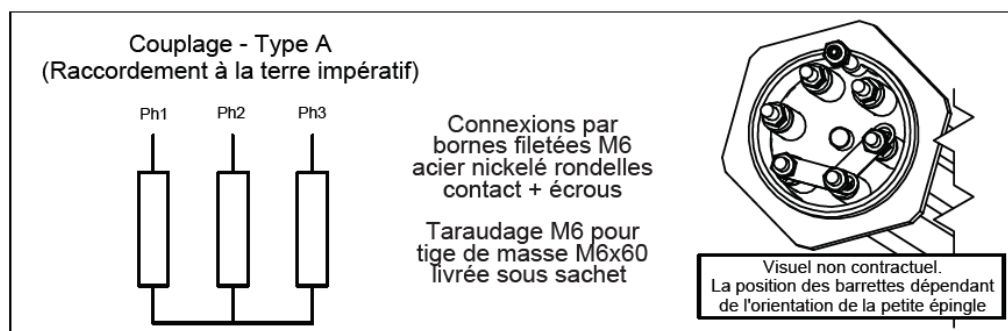
Ref. : FT RES-
Date : Juillet 2023
Pages : 3/4

RESISTANCES ELECTRIQUES D'APPOINT (GROSSE PUISSANCE)

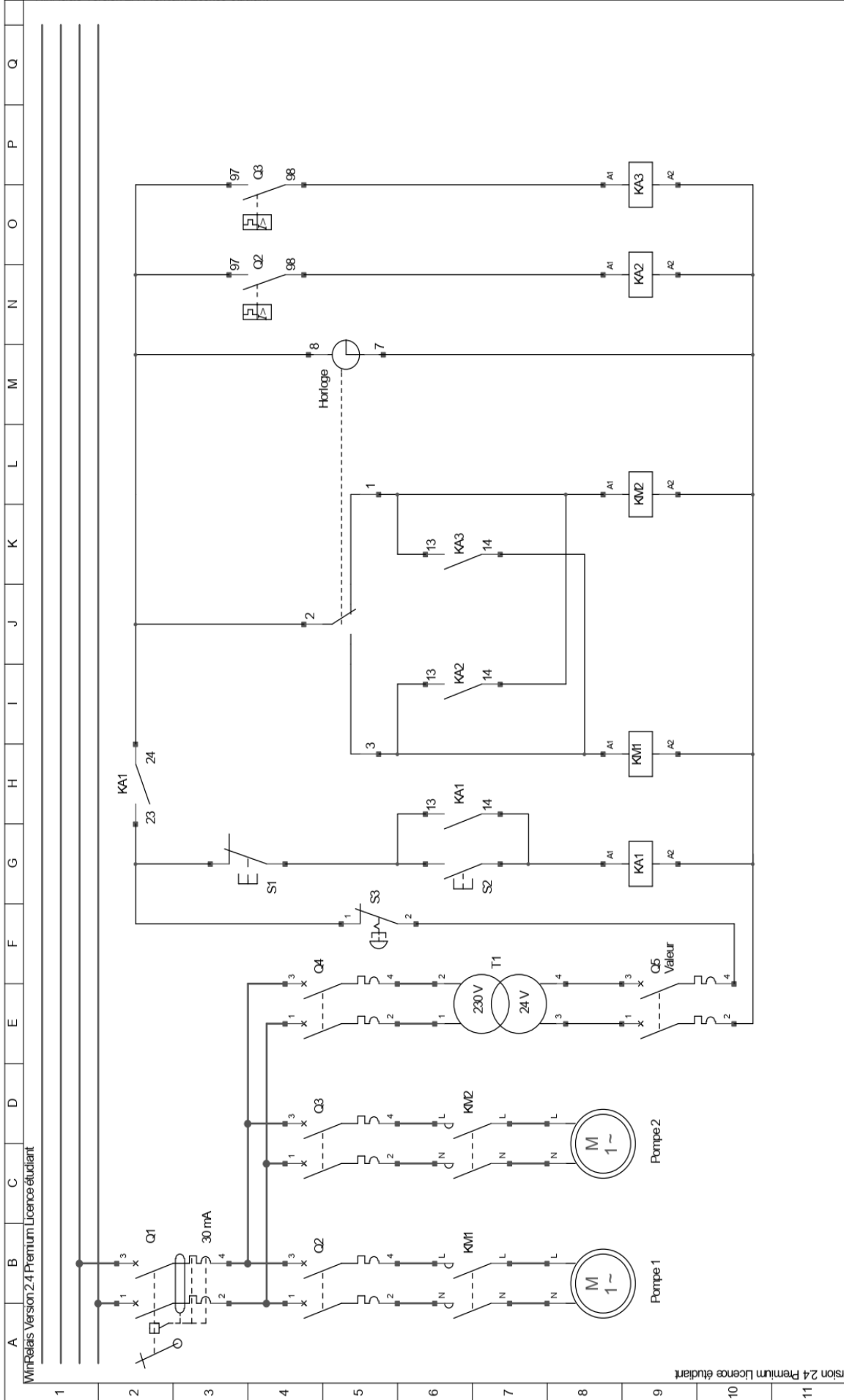
Dimension thermoplongeur référence:
RES12000TT, RES15000TT, REST18000TT et RES20000TT



Puissance (kW)	Tension (V)	Nc (mm)	PL (mm)	PL ddg (mm)	Cs (W/cm ²)	N entretoise(s)	Couplage
12	400	100	545	220	11	1	A
15	400	100	675	500	10,5	1	A
18	400	100	810	500	10,2	1	A
20	400	100	880	500	10,3	1	A



DT8 Schéma électrique eau chaude sanitaire



WinRelais Version 2.4 Premium Licence étudiant

WinRelais Version 2.4 Premium Licence étudiant

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
Bureau d'étude Baggio Lille													Production Sanitaire Fonctionnement circulateur			Desiné le : Modifié le : Par WinRelais Version 2.4 Premium Licence étudiant	2024 2024 01

DT9 Extrait du cahier des clauses techniques particulières (CCTP)

La centrale de traitement d'air située dans l'amphithéâtre sera également équipée en :

- filtrations (filtres à poches classe G4, filtres dièdres classe F7 au soufflage et filtres à poches classe M5) ;
- batterie de chauffage et refroidissement à détente directe, batterie d'eau chaude complémentaire alimentée par un circuit hydraulique en débit constant, batterie de récupération d'énergie à détente directe ;
- module de recyclage avec registres motorisés, prise et rejet d'air, ventilateurs à faible consommation d'énergie et pièges à sons.

- Les conditions extérieures de base sont les suivantes :

Été	Température d'air $\theta_E = 32\text{ °C}$ Hygrométrie $\phi_E = 40\%$	Hiver	Température d'air $\theta_H = -9\text{ °C}$ Hygrométrie $\phi_H = 90\%$
-----	--	-------	--

- Les conditions intérieures souhaitées dans le local sont les suivantes :

Été	Température d'air $\theta_E = 26\text{ °C}$ Hygrométrie $\phi_E = 50\%$	Hiver	Température d'air $\theta_H = 21\text{ °C}$ Hygrométrie $\phi_H = 50\%$
-----	--	-------	--

- Le bilan des charges en hiver est le suivant :

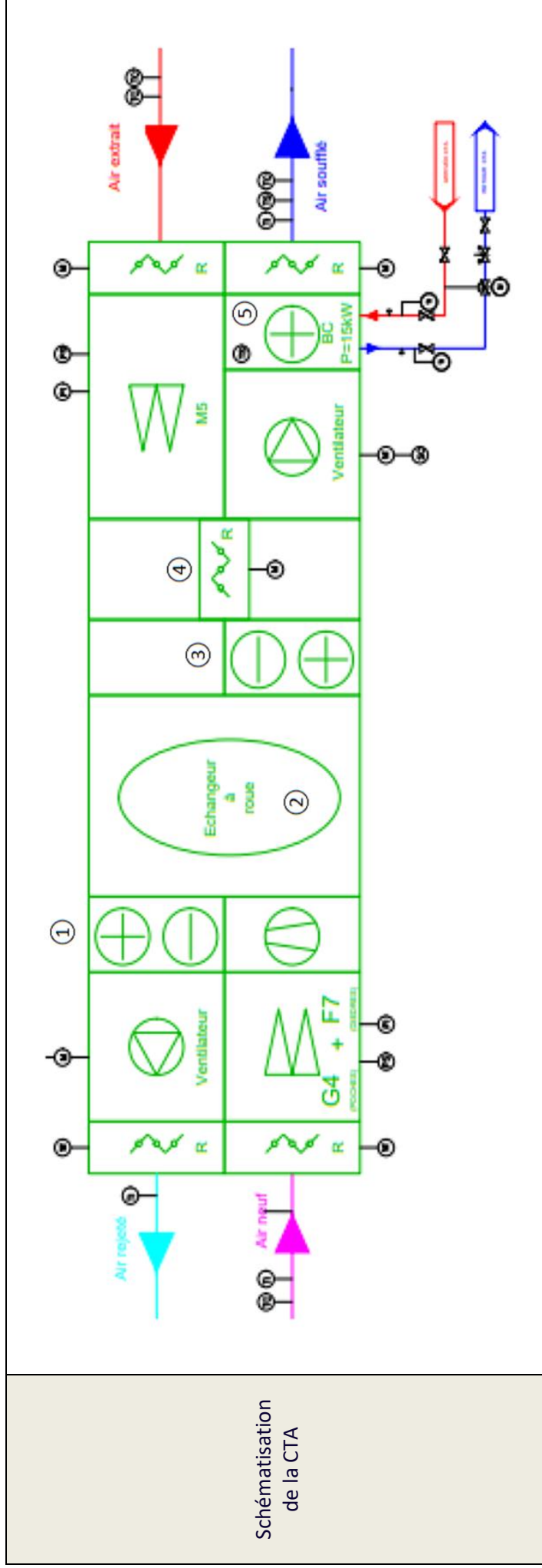
Charges	Sensibles	Hydriques
Occupants	29 kW	$4,15 \cdot 10^{-3}\text{ kg}_{\text{eau}} \cdot \text{s}^{-1}$
Transmission par les parois	-44,75 kW	$0\text{ kg}_{\text{eau}} \cdot \text{s}^{-1}$

- Le module de récupération à roue devra avoir une efficacité minimum de 79 %, avec by-pass été.
- La sélection des gaines de distribution et de récupération d'air devra s'appuyer sur la norme NR 30.
- La capacité d'accueil est de 350 places.

Relevé sur site de la première bouche de diffusion de l'amphithéâtre à 2 m de la source

	Fréquence en Hz						
F Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000
Lp dB	56	48	45	38	28	27	18

DT10 Schématisation de la centrale de traitement d'air (CTA) de l'amphithéâtre et symbolisation des éléments



Symbolisation des éléments

Symboles	Filtre G4	Filtre F7	Batterie chaude	Echangeur	Ventilateur	Evaporateur	Condenseur	Détendeur	Compresseur	Registre	Extracteur

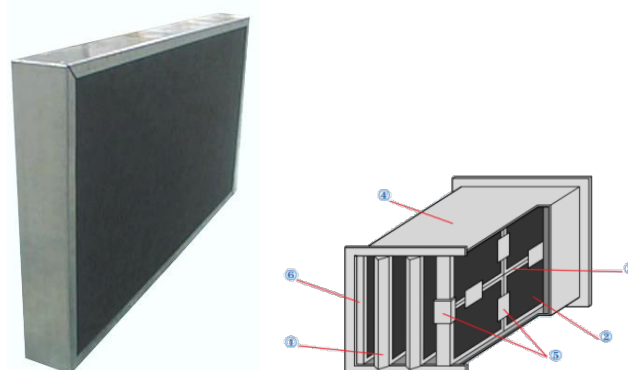
PRESENTATION

Les ECTA 100 sont des baffles destinés au montage dans les réseaux rectangulaires des systèmes de ventilation et de traitement d'air.

DOMAINE D'APPLICATION

Les ECTA 100 atténuent les bruits de ventilateurs propagés dans les réseaux. Ils sont adaptés au traitement des moyennes et hautes fréquences.

Ces baffles sont conçus pour des vitesses de passage d'air entre 2 éléments limitée à 15 m/s.



ATTENUATION

Perte d'insertion statique en dB, mesurée selon la norme ISO 7235 (voir page 27).

Longueur = 500 mm

Ecart. en mm	Fréquence centrale de la bande d'octave (Hz)							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
50	2	4	8	14	23	22	17	12
100	1	2	5	10	16	16	12	8
150	1	2	4	7	12	12	9	6
200	0	1	2	5	9	9	7	4

Longueur = 1000 mm

Ecart. en mm	Fréquence centrale de la bande d'octave (Hz)							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
50	3	7	16	27	45	42	32	23
100	2	4	10	19	31	30	22	15
150	1	3	7	14	22	23	17	11
200	1	2	5	10	16	18	13	8

PERTE DE CHARGE

Perte de pression totale en Pa, mesurée selon la norme ISO 7235 (voir page 27).

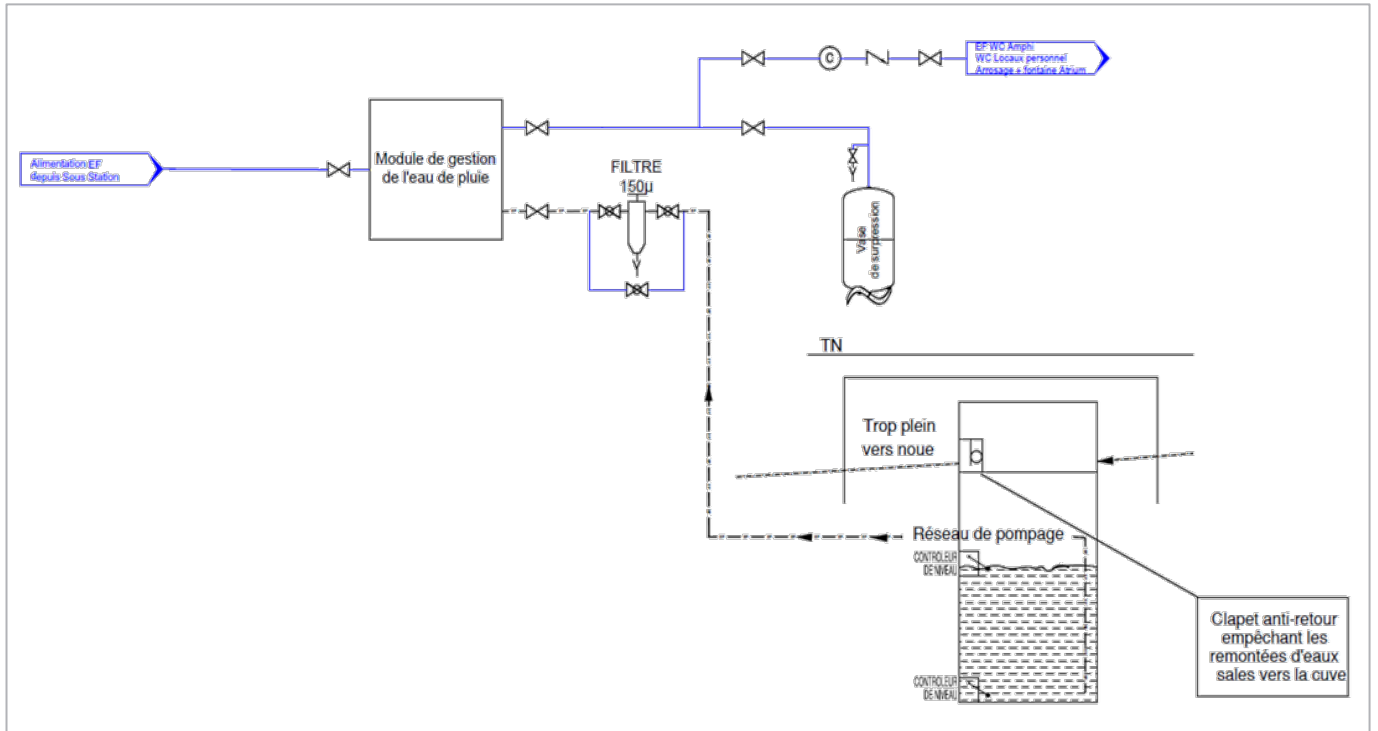
Longueur = 500 mm

Ecart en mm	Vitesse entre les voies d'air en m/s				
	2	4	6	8	10
50	< 10	11	25	45	69
100	< 10	< 10	17	30	45
150	< 10	< 10	12	22	34
200	< 10	< 10	10	18	27

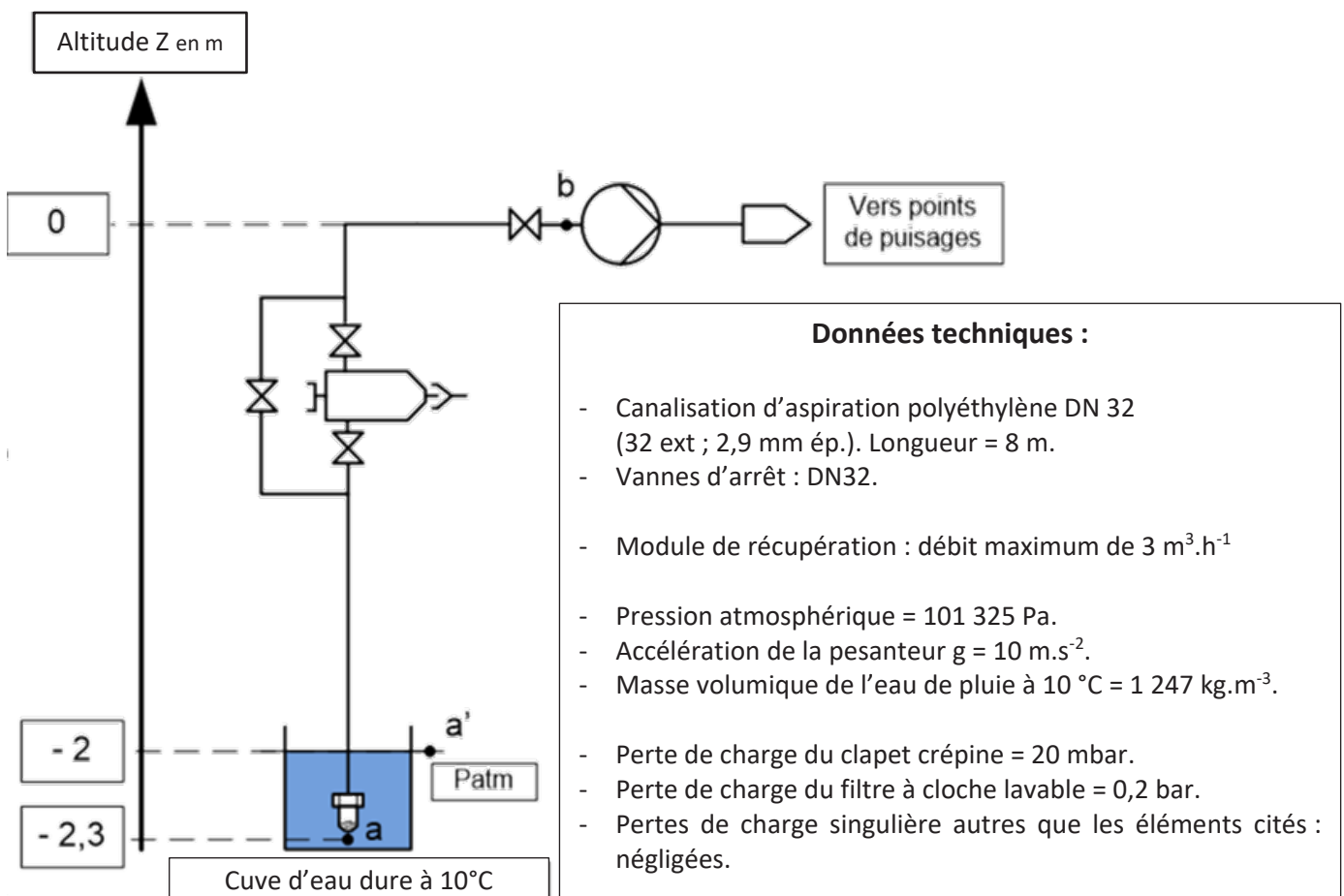
Longueur = 1000 mm

Ecart en mm	Vitesse entre les voies d'air en m/s				
	2	4	6	8	10
50	< 10	13	29	53	82
100	< 10	< 10	19	34	51
150	< 10	< 10	14	24	38
200	< 10	< 10	11	19	30

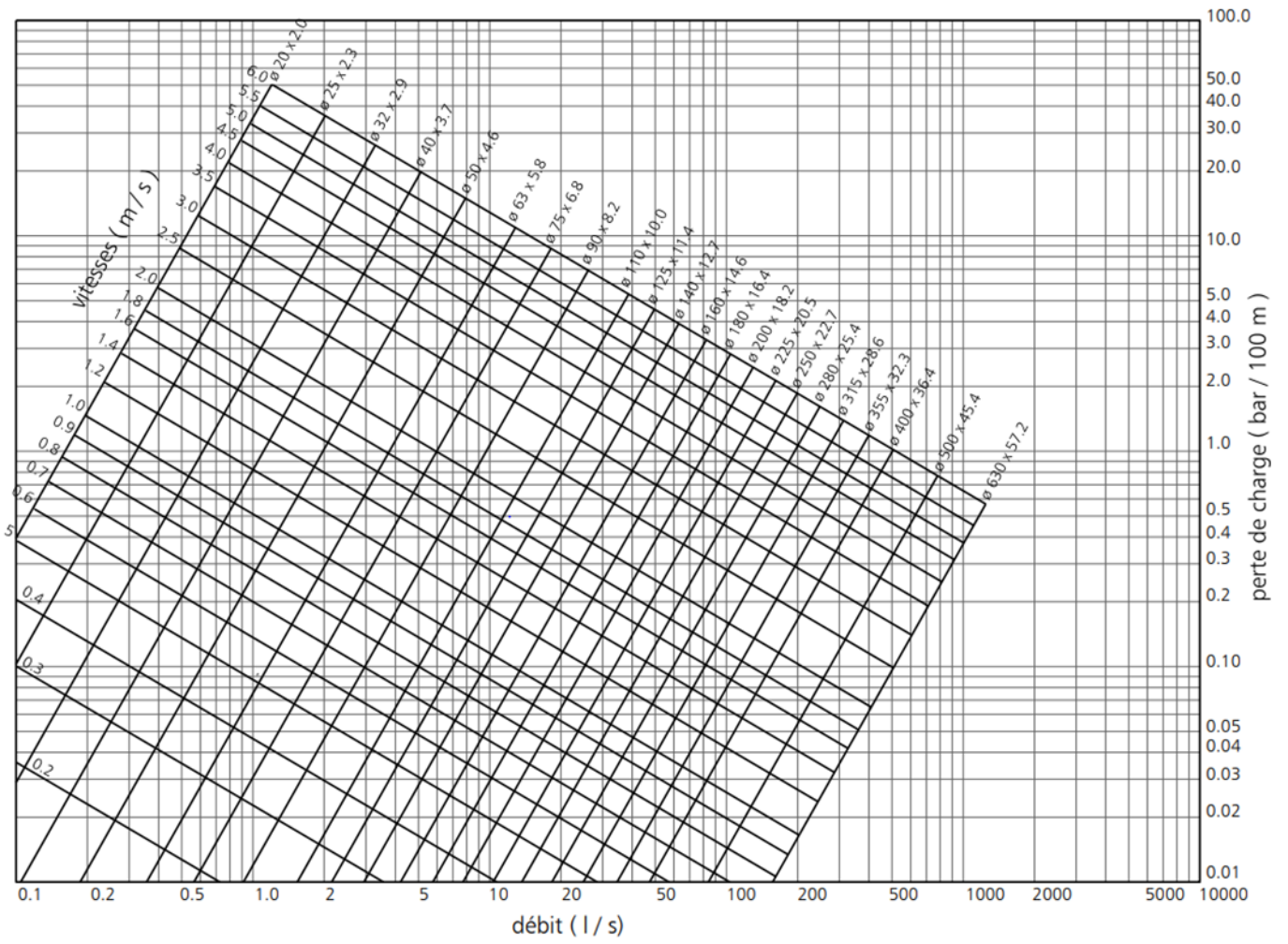
DT12 Schéma de principe de l'installation de récupération



Focus sur la partie récupération d'eau



DT13 Abaque de perte de charge canalisation en polyéthylène (PE)



CONCEPTION

RECUPEO MASTER L

Tous les composants électriques et hydrauliques sont raccordés et montés sur un châssis compact en acier laqué, traité contre la corrosion.

- Automatisme RCP «Rain Control Pro», muni de toute l'électronique nécessaire : électrovannes, capteur de pression 4 - 20 mA, protection manque d'eau, sonde de niveau avec câble de 20 mètres pour l'affichage du niveau d'eau dans la citerne.
- 2 pompes de surface auto-amorçantes SPRINGSON, insensibles à la corrosion, disposant d'un fonctionnement silencieux.
- Collecteur en inox 304 avec réservoir à vessie de 8 litres et son raccord de maintenance facile et manomètre 0 – 10 bar(s).
- Réservoir tampon pour eau de ville d'une capacité de 150 litres, étanche aux UV avec son capot et équipé d'un robinet à flotteur réglable.
- Alimentation électrique : 1~230V – 50Hz

Attention :

Le gestionnaire d'eau de pluie doit être installé à un niveau supérieur à la hauteur maximale de l'eau de pluie dans la citerne pour éviter tout disfonctionnement.

Pour chacune des pompes du Récupéo Master L, une conduite d'aspiration séparée doit être installée dans la citerne et doit être reliée aux connexions d'aspiration des

pompes G1¼ . La conduite d'aspiration doit être étanche à l'air. Le diamètre d'aspiration sera d'au moins 1¼" en fonction de la puissance des pompes et de la longueur des conduites.

Pas de col de cygne à l'aspiration.

Si le site d'installation ne permet pas de respecter ces conditions prendre contact avec le service commercial Salmson.

CONSTRUCTION DE BASE

Pièces principales	Matériau
Collecteurs	Inox AISI 304
Réservoir tampon	Polyéthylène MD
Corps de pompe	Inox AISI 304
Lanterne support moteur	Aluminium
Roues	Noryl*
Cellules d'aspiration	Noryl
Arbre rotor	Inox AISI 420
Garniture mécanique	Carbone imprégné

*chargé de 30% de fibre de verre

IDENTIFICATION

RECUPEO MASTER L SP204 M

Gestionnaire d'eau de pluie. _____

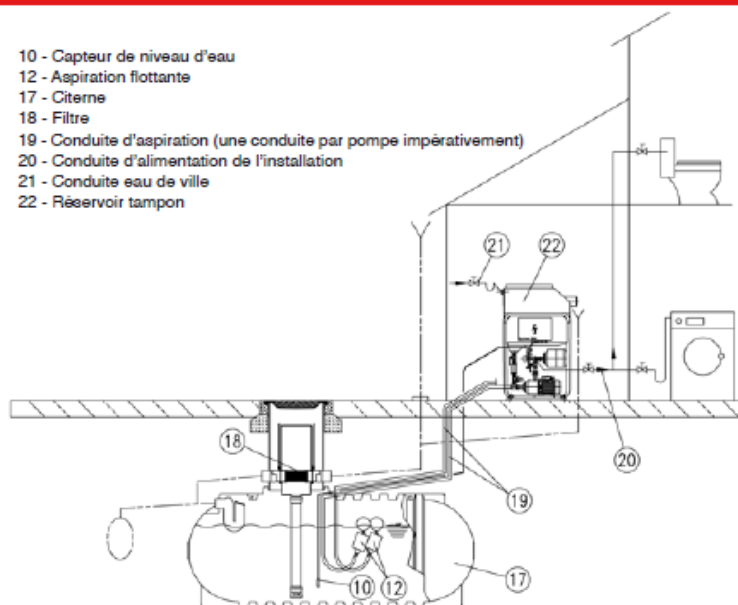
Installations Collectives _____

Modèle _____

Type de pompes : SPRINGSON 204 M _____

SCHÉMA D'INSTALLATION RÉCUPÉO MASTER L

- 10 - Capteur de niveau d'eau
- 12 - Aspiration flottante
- 17 - Citerne
- 18 - Filtre
- 19 - Conduite d'aspiration (une conduite par pompe impérativement)
- 20 - Conduite d'alimentation de l'installation
- 21 - Conduite eau de ville
- 22 - Réservoir tampon



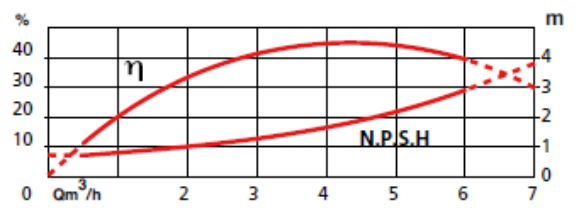
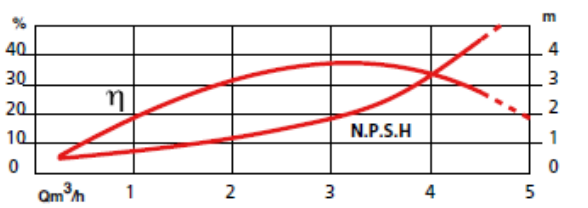
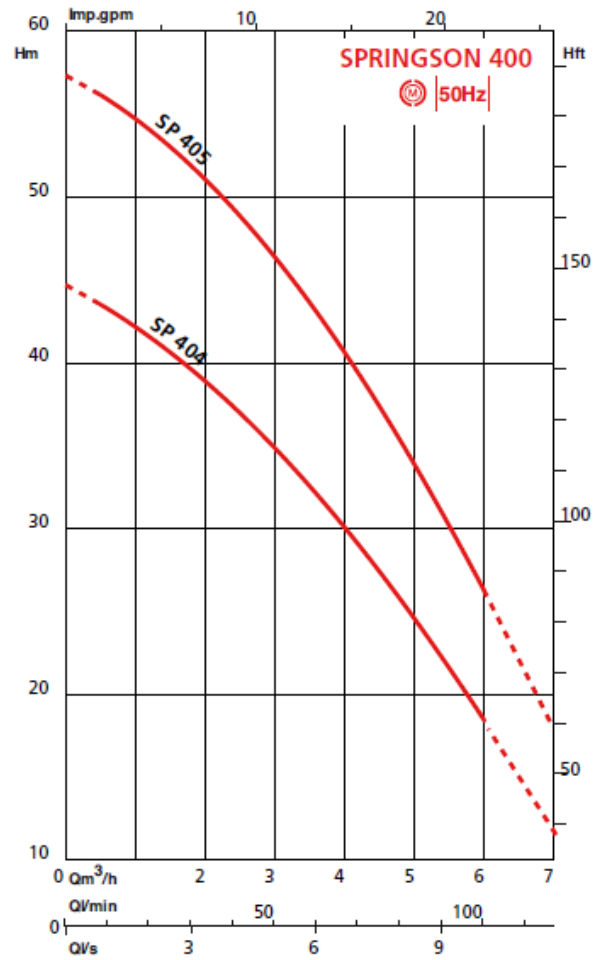
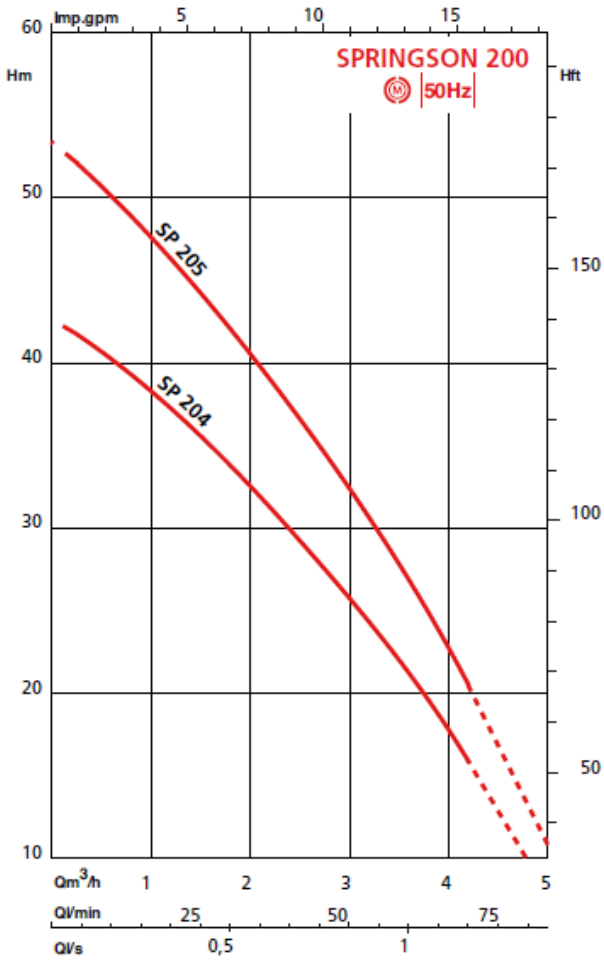
FONCTIONNEMENT

RECUPEO MASTER L

- Système d'alimentation en eau de pluie et de ville, équipé de deux pompes, prêt à être raccordé au réseau et conçu comme une unité compacte pour subvenir aux besoins d'immeubles collectifs et de bâtiments publics.
- Utilisé dans le cadre de l'approvisionnement entièrement automatique en eau de pluie depuis une cuve enterrée ou un réservoir de stockage des eaux de pluie.
- Une conduite d'aspiration (flottante) distincte par pompe est nécessaire.
- Le réservoir tampon de 150 litres permet un approvisionnement optimal en eau potable en fonction des besoins de l'utilisateur, lorsque les cuves d'eau de pluie ne sont plus remplies. Il assure également la parfaite disconnexion (type AB) au réseau d'eau de ville en accord avec la norme EN1717.
- Une connexion est prévue pour une alarme anti-retour.
- Réservoir à vessie anti-corrosion pour la réduction des cycles et l'optimisation de la régulation.
- Permutation cyclique des pompes et mise en route automatique durant les longues périodes d'inactivité.

- Commutation sur l'autre pompe en cas de défaut d'une des pompes et possibilité de fonctionnement en parallèle pour répondre aux pics de consommation.
- L'approvisionnement en eau potable est effectué de manière entièrement automatique par le robinet à flotteur.
- Fonction automatique de renouvellement de l'eau contenu dans le réservoir tampon lors des longues périodes d'inactivité pour des conditions sanitaires optimales.
- Le RECUPEO Master L est équipé d'une protection électronique intégrée au moteur, d'une protection contre les surcharges et manque d'eau.
- La signalisation s'affiche au niveau du coffret de commande, report de défaut disponible.
- Fonctionnement et configuration du coffret de commande RCP par le biais de touches de fonctions à menu déroulant. Ecran LCD pour une visualisation permanente du niveau de remplissage (en pourcentage) de la cuve, de la pression et de l'état de fonctionnement de l'installation.
- Commutation sur l'autre pompe en cas de défaut d'une des pompes et possibilité de fonctionnement en parallèle pour répondre aux pics de consommation.

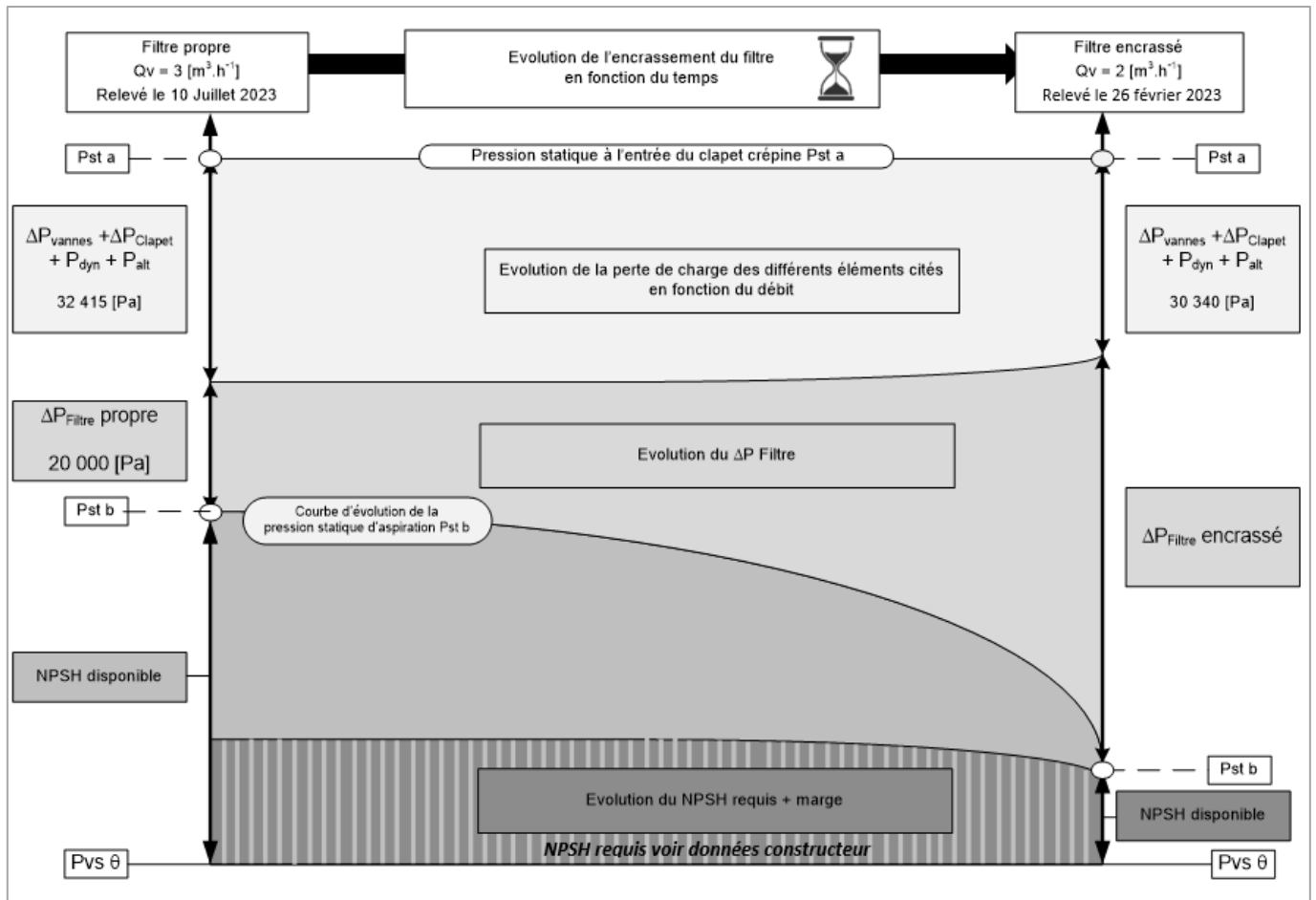
PERFORMANCES HYDRAULIQUES



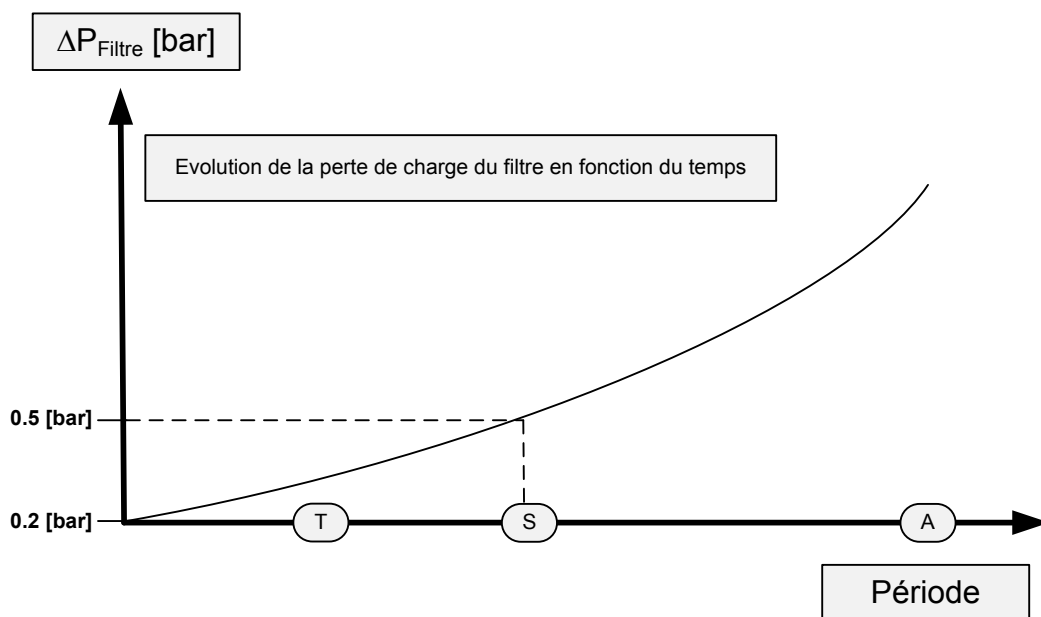
EconomO.fr

DT16 Évolution des pertes de charge

- Chronogramme n°1



- Chronogramme n°2



DT17 Formulaire

Formulaire partie 1 : Découverte du bâtiment

Résistance thermique	$R_{th} = \frac{e}{\lambda}$	R_{th} = Résistance thermique du matériau en m ² .K.W ⁻¹ e = Epaisseur du matériau traversé par le flux de chaleur en m λ = Conductivité thermique en W.m ⁻² .K ⁻¹
Coefficient de transmission surfacique	$U = \frac{1}{\sum R_{th} + (R_{si} + R_{se})}$	U = Coefficient de transmission surfacique W.m ⁻² .K ⁻¹ R_{si} = Résistance thermique superficielle intérieure en m ² .K.W ⁻¹ R_{se} = Résistance thermique superficielle extérieure en m ² .K.W ⁻¹

Formulaire partie 3 : Traitement d'air

Charges totales	$H_T = Q_{m_{as}} \times \Delta h$	H_T = Charges totales en kW Q_{m_{as}} = Débit massique d'air sec en kg _{as} .s ⁻¹ Δh = Différence d'enthalpie entre l'air du local et l'air soufflé en kJ.kg _{as} ⁻¹
Charges hydriques	$H_L = M \times L_v$	H_L = Charges hydriques en kW M = Dégagement d'humidité en kg _{H2O} .s ⁻¹ L_v = Chaleur latente de vaporisation en kJ.kg _{as} ⁻¹
Dégagement d'humidité	$M = Q_{m_{as}} \times \Delta r$	Δr = Différence d'humidité spécifique entre l'air du local et l'air soufflé en kJ.kg _{as} ⁻¹
Chaleur latente de vaporisation	$L_v = 2490 + (1,96 \times \theta_s)$	L_v = Chaleur latente de vaporisation en kJ.kg _{as} ⁻¹ θ_s = Température sèche de l'air ambiant en °C
Efficacité	$E = \frac{h_s - h_E}{h_L - h_E}$	E = Efficacité du récupérateur en % h_s = Enthalpie de sortie du récupérateur en kJ.kg _{as} ⁻¹ h_E = Enthalpie de entrée du récupérateur en kJ.kg _{as} ⁻¹ h_L = Enthalpie du local kJ.kg _{as} ⁻¹

Formulaire partie 4 : Récupération d'eau de pluie

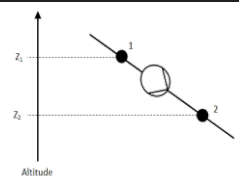
Loi fondamentale de l'hydrostatique	$\Delta P_{1-2} = \rho \times g \times \Delta Z_{1-2}$	ΔP₁₋₂ = Différence de pression en 1 et 2 Pa ρ = Masse volumique en kg.m ⁻³ g = Accélération de la pesanteur g = 10 m.s ⁻² ΔZ₁₋₂ = Différence d'altitude en 1 et 2 en m	
--	--	---	--

Perte de charge vanne	$Q_v = K_v \times \sqrt{\Delta P_v}$	Q_v = débit volumique en m ³ .h ⁻¹ K_v = Coefficient K _v m ³ .h ⁻¹ ΔP_v = Pdc de la vanne en bar	
------------------------------	--------------------------------------	--	--

Equation généralisée de la mécanique des fluides

$$P_{st1} + \left(\frac{1}{2} \times \rho \times v_1^2\right) + (\rho \times g \times Z_1) + W_{1 \rightarrow 2} - (\Delta X_{1 \rightarrow 2}) = P_{st2} + \left(\frac{1}{2} \times \rho \times v_2^2\right) + (\rho \times g \times Z_2)$$

Sans présence de machine (pompe) sur le tronçon la valeur de **W_{1→2}** sera nulle



Net Positive Suction Head « NPSH »

NPSH_{disponible} = P_{aspiration pompe} - P_{vsθ}	P_{vsθ} = Pression de vapeur saturante à la température du fluide	
Valeur de NPSH_{requis}	Absence de cavitation si :	
Voir documentation constructeur	NPSH_{disponible} ≥ (NPSH_{requis} + 5 000 Pa)	

Pression absolue de vapeur saturante	Température °C	Pression Pa	Température °C	Pression Pa	Température °C	Pression Pa
	0	610	15	1 710	30	4 250
	5	872	20	2 330	35	5 620
	10	1 228	25	3 170	40	7 380

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR – Dossier réponses

Partie n°1	Découverte du bâtiment	DT1 à DT5 et DT17	Temps conseillé 60 minutes
-------------------	-------------------------------	-------------------	----------------------------

1.1 Expliquer ce que signifie « BEPOS ».

1.2 Indiquer trois enjeux écologiques de la RE2020.

1.3 À l'aide de vos connaissances et du DT3, expliquer en quoi le BIM a modifié les habitudes de travail de la filière énergétique.

1.4 À partir des DT1 et DT2, expliquer comment cette démarche C2C est en phase avec la nouvelle réglementation environnementale RE2020.

À partir de la maquette numérique, le BET Baggio réalise une étude des performances thermique du bâtiment (RT), les résultats sont en DT4.

1.5 Expliquer ce qu'est la SHON RT.

1.6 Expliquer ce que représente le BBio.

--

1.7 Interpréter la valeur du Cep : $-8,5 \text{ kWhep.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$.

--

1.8 Indiquer quel est le poste le plus consommateur du bâtiment.

--

1.9 Expliquer l'utilité de la notion de Cep nr (consommation d'énergie primaire non renouvelable) partie prenante de la RE2020.

--

1.10 D'après les résultats du DT4, indiquer si le bâtiment répond aux objectifs de la RE2020 et justifier la réponse.

--

1.11 Après vérification des paramètres de l'étude, une paroi a été détectée comme étant mal renseignée. Elle présente un coefficient U de $5,04 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$. Indiquer ce que représente cette valeur et si elle est cohérente.

--

1.12 Le DT5 décrit la composition de cette paroi. La résistance thermique de la paille comprimée n'a pas été prise en compte pour le calcul du coefficient U. En utilisant le formulaire DT17 déterminer la valeur de Rth et en déduire le coefficient U de la paroi.

Rth	
U	

1.13 Sur cette composition de mur DT5, la dernière ligne du tableau n'est pas renseignée. Indiquer à quoi fait référence ce terme de « linéique » et proposer un exemple.

--

Partie n°2	Production d'eau chaude sanitaire	DT6 à DT8	Temps conseillé 60 minutes
-------------------	--	-----------	----------------------------

2.1 Déterminer le type de production d'eau chaude sanitaire installé.

2.2 Expliquer les fonctions du bouclage d'eau chaude sanitaire.

2.3 Indiquer pour quelle raison il y a une résistance électrique.

Sachant que la résistance électrique ne chauffe que 50 % du volume du ballon, que le temps de chauffe ne doit pas dépasser 3 heures, que la température d'eau froide en été est de 15 °C, la température de stockage est de 65 °C et la chaleur massique de l'eau est de $4.185 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

2.4 Calculer la puissance thermique fournie par la résistance.

2.5 Le DT7 représente le couplage électrique de la résistance. Préciser s'il s'agit d'un branchement étoile ou triangle. Indiquer la conséquence d'une erreur de couplage.

2.6 À partir du schéma électrique DT8, indiquer le nom et la fonction des composants Q1, Q2, KM1 et S3.

Désignation		Fonction
Q1		
Q2		
KM1		
S3		

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

2.7 À partir du schéma électrique DT8, expliquer comment est réalisée la commande électrique des circulateurs.

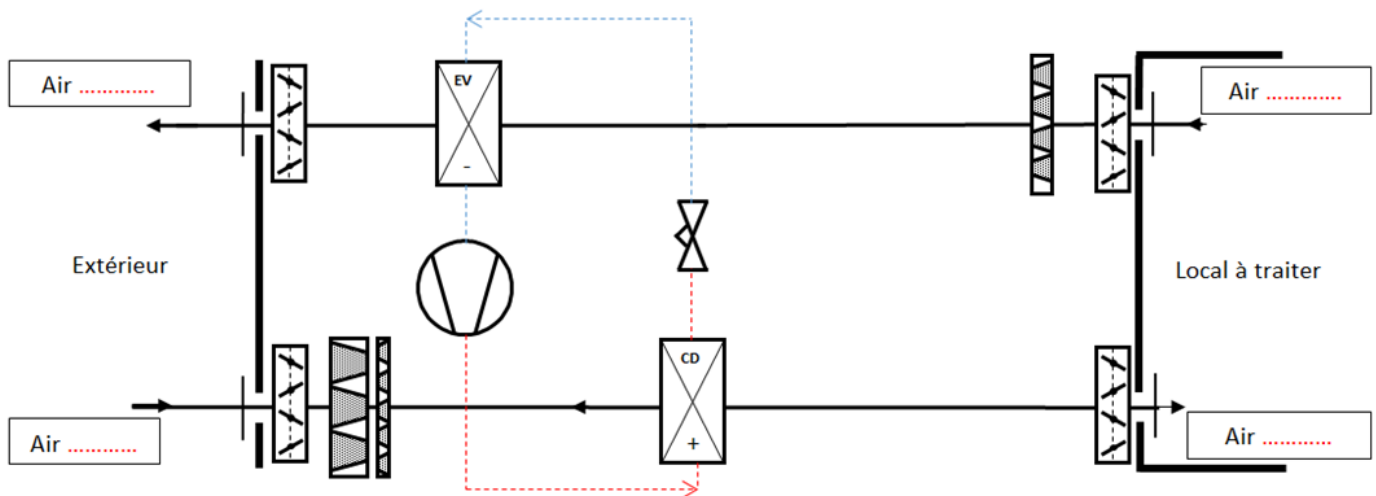
Dans le cadre du suivi des installations de production ECS, il est prévu l'installation d'une supervision de marque Trend. L'automate devra reprendre, en plus des éléments nécessaires à la régulation, des informations de type télégestion, c'est-à-dire les états de marche, arrêt, normal et défaut des appareils ainsi que les comptages.

2.8 Expliquer le rôle d'une supervision.

2.9 À l'aide du schéma hydraulique en DT6, compléter le tableau des entrées/sorties en précisant le type de signal et définir les points de remontées gestion technique du bâtiment (GTB) en précisant (TA pour télé-alarmer, TM pour télé-mesure, TC pour télé-commande et TR pour télé-relève).

Éléments	Type de Signal				Points de remontées GTB
	AI	AO	DI	DO	

3.1 À l'aide du schéma de la centrale de traitement d'air et de la symbolisation des éléments DT10, compléter le schéma unifilaire de la centrale de traitement d'air.



3.2 À partir du schéma de principe et dans la configuration hiver, indiquer le nom et la fonction des éléments numérotés de 1 à 5.

Numéro	Nom	Fonction
①		
②		
③		
④		
⑤		

3.3 Citer les différents types de filtres et leur fonction. Expliquer ce qui les différencie.

Types de filtres	Fonction
Différence	

Par la suite, on étudie le cas hivernal avec un fonctionnement en tout air neuf pour une capacité d'accueil de 350 places. La réglementation en vigueur impose un débit minimum d'air neuf de $18 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ par occupant afin de répondre aux exigences du CCTP DT9.

3.4 Placer sur le diagramme de l'air DR9 les points remarquables air neuf (AN) ; air local (AL) et compléter le tableau de leurs différentes caractéristiques.

Points	$\theta_s \text{ }^\circ\text{C}$	$\phi \%$	$h \text{ kJ} \cdot \text{kg}_{\text{as}}^{-1}$	$r \text{ kg}_{\text{eau}} \cdot \text{kg}_{\text{as}}^{-1}$	$v \text{ en } \text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$
AN					
AL					

3.5 Au regard du nombre d'occupants, calculer le débit volumique d'air neuf hygiénique en $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ et en déduire le débit massique en $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ dans les conditions du local.

--

3.6 À partir du relevé des charges en hiver DT9, calculer en kW les pertes sensibles H_s et les gains latents H_l . En déduire les charges totales et compléter le bilan des charges DR10.

Pertes sensibles	
Gains latents	
Charges totales	

3.7 Pour un débit massique de $2,1 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ déterminer la différence d'enthalpie entre l'air du local et l'air soufflé ainsi que la différence d'humidité spécifique. Puis placer le point de soufflage sur le diagramme de l'air DR9 et compléter ses caractéristiques sur le bilan des charges DR10.

Différence d'enthalpie	
Différence d'humidité	

3.8 Conclure sur le principe de diffusion d'air qui limite l'écart de soufflage à $9 \text{ }^\circ\text{C}$ en hiver.

--

3.9 Compléter le bilan des charges thermique du local DR10.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

3.10 Les conditions en sortie du récupérateur sont de 16,5 °C pour une humidité relative (HR) de 50 %. Placer le point de sortie sur le diagramme de l'air DR9 et calculer l'efficacité de ce dernier. Répond-il aux exigences du CCTP, DT9 ?

Efficacité	
Conclusion	

3.11 Indiquer l'intérêt d'utiliser un récupérateur rotatif.

3.12 Le système thermodynamique mis en place permet de fournir une puissance de 9,7 kW à la batterie chaude. Déterminer l'enthalpie de sortie de cette dernière puis placer son point caractéristique sur le diagramme de l'air humide DR9. Indiquer ses caractéristiques.

Enthalpie de sortie				
Points	θ_s °C	ϕ %	h kJ.kg _{as} ⁻¹	r kg _{eau} .kg _{as} ⁻¹
Air sortie				

3.13 Le point de soufflage a pour caractéristiques $T=29$ °C et $\phi=24$ %. Déterminer la puissance de l'élément terminal permettant d'atteindre les conditions de soufflage. Tracer son évolution sur le diagramme DR9.

3.14 Dans cette situation d'étude, la mise en place d'un humidificateur est-elle nécessaire ? Justifier la réponse.

3.15 En utilisant un débit volumique de $6\,300\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$, tracer et sélectionner sur l'abaque DR11 les gaines rectangulaires de reprise et de soufflage sachant que la norme NR30 doit être respectée et que les contraintes de place imposent une hauteur maximale de 600 mm. Déterminer la vitesse de circulation de l'air.

Dimension des gaines	
Vitesse de circulation d'air	

3.16 Le service technique a reçu des plaintes relatives à un niveau sonore excessif au niveau de la première bouche de diffusion de l'amphithéâtre. Tracer sur le DR12 le spectre acoustique à partir du relevé sur site proposé sur le DT9. Établir un constat qui respecte la NR30.

Constat	
---------	--

3.17 Préconiser deux solutions permettant d'atténuer la propagation du bruit.

--

3.18 À partir du DT11, sélectionner le dispositif adapté qui engendrera le moins de perte de charge. Tracer sur le DR12 le nouveau spectre acoustique et compléter le tableau de relevés afin de conclure.

Longueur et écart de l'élément choisi :	
---	--

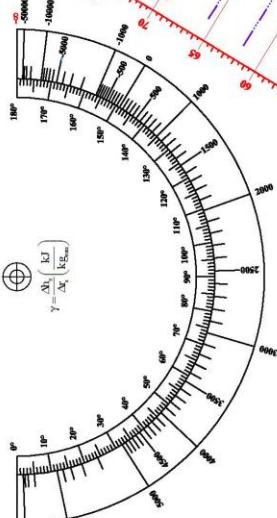
Relevé réel	F Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000
	Lp dB	56	48	45	38	28	27	18
Atténuation	Lp dB							
Résultat	Lp dB							

Conclusion	
-------------------	--



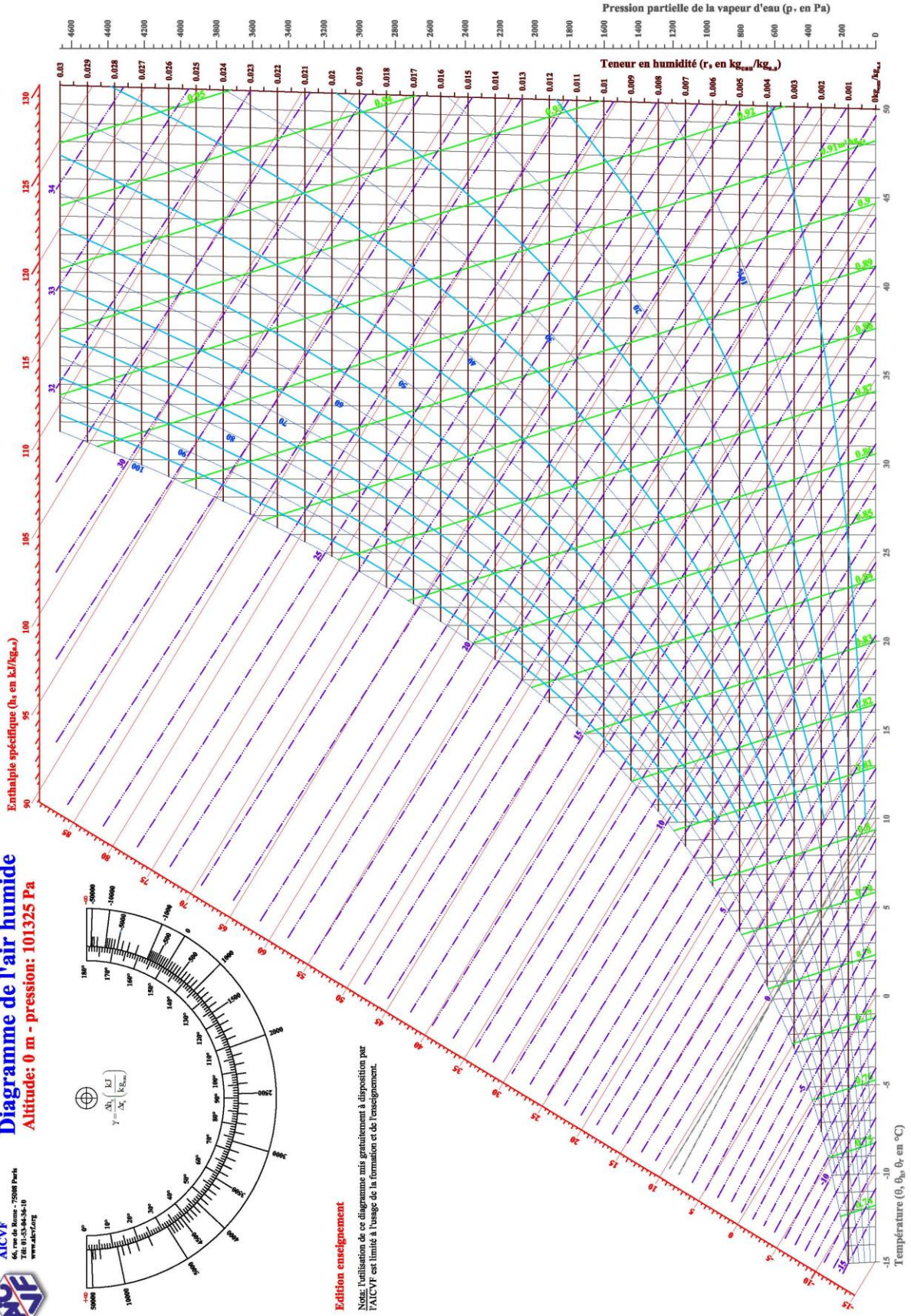
AICVF
64, rue de Rome - 75008 Paris
Tél. 01-53-84-54-10
www.aicvf.org

Diagramme de l'air humide
Altitude: 0 m - pression: 101325 Pa



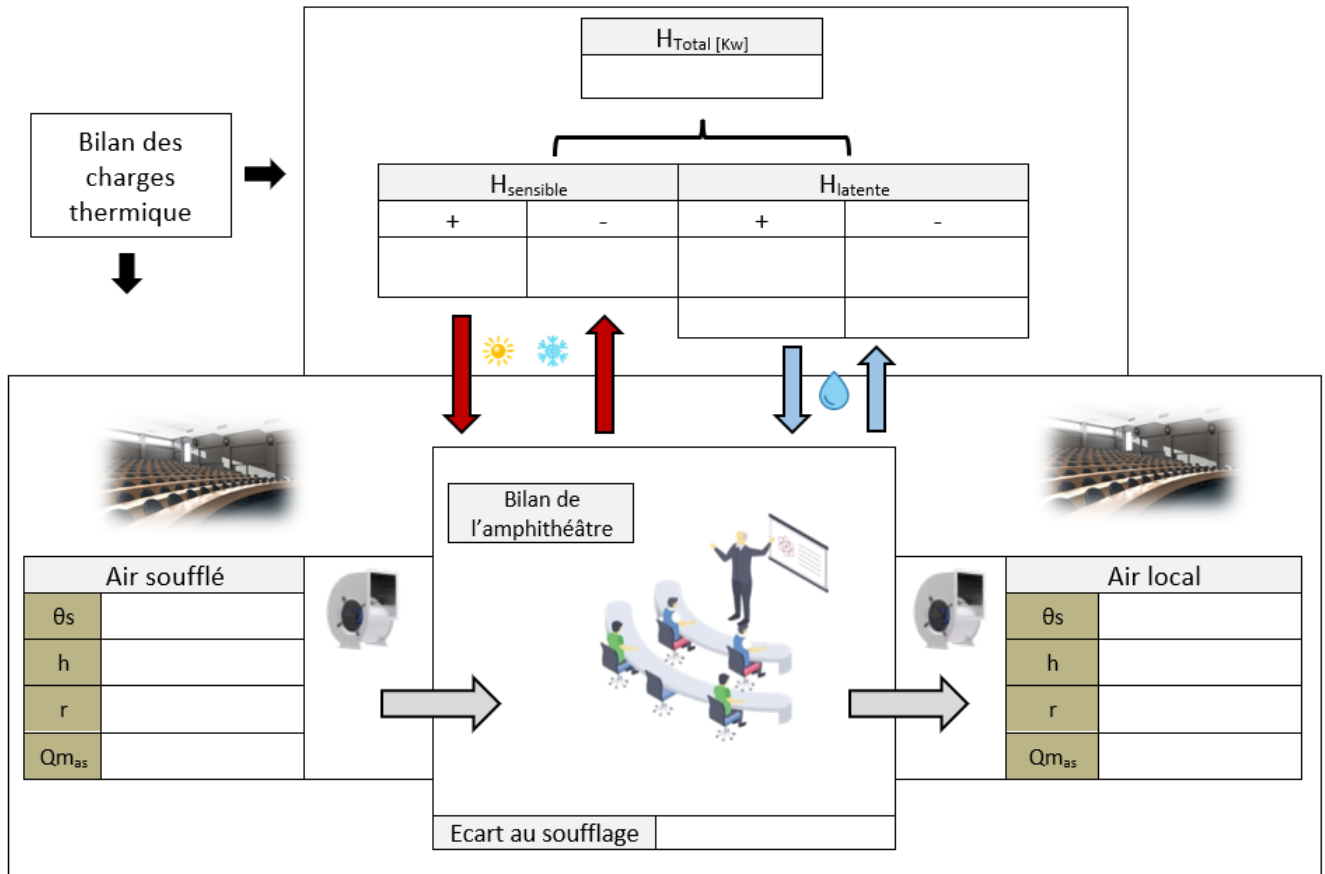
Edition enseignement:

Nota: l'utilisation de ce diagramme est gratuitement à disposition par l'AICVF est limité à l'usage de la formation et de l'enseignement.

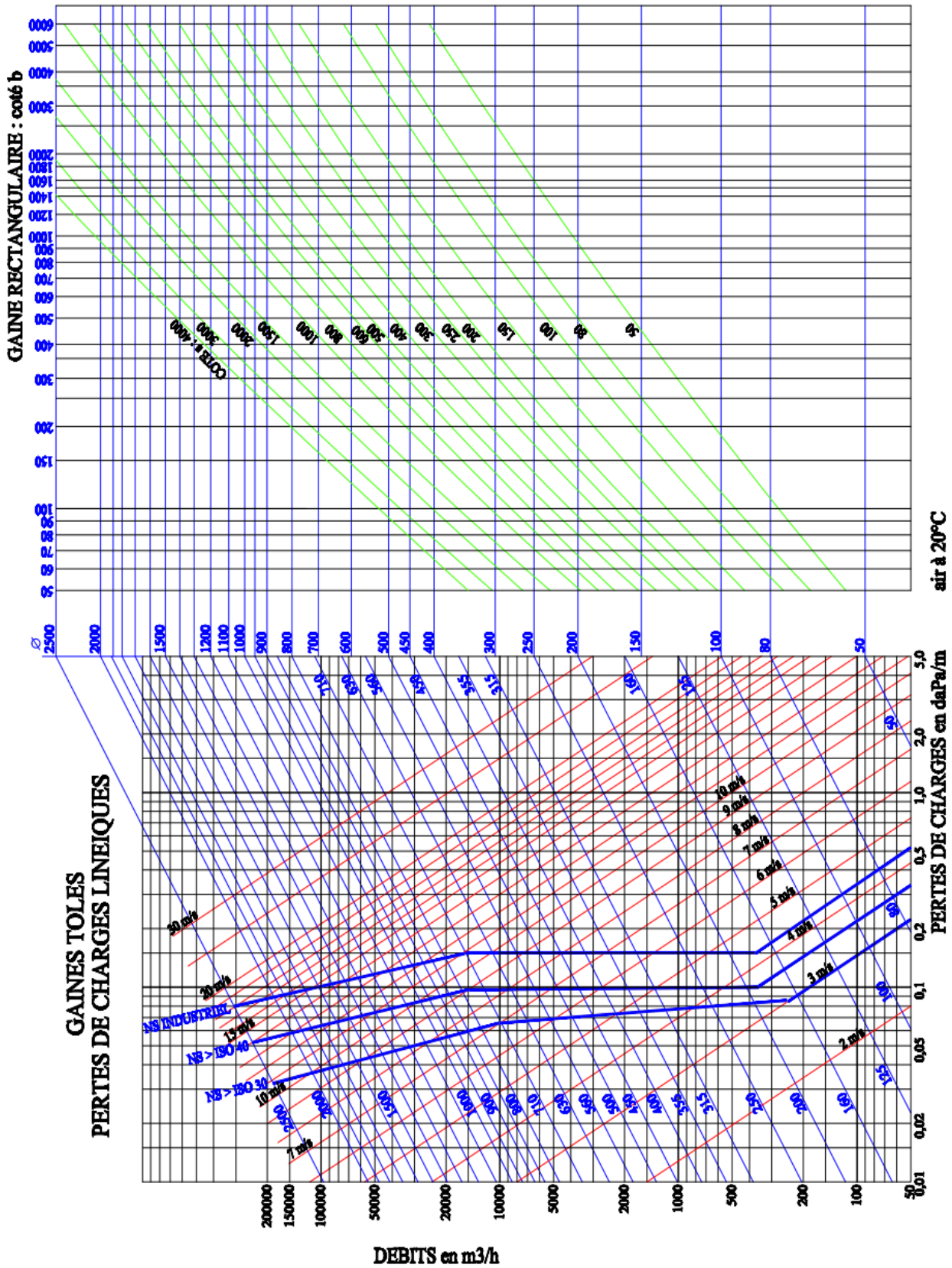


NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

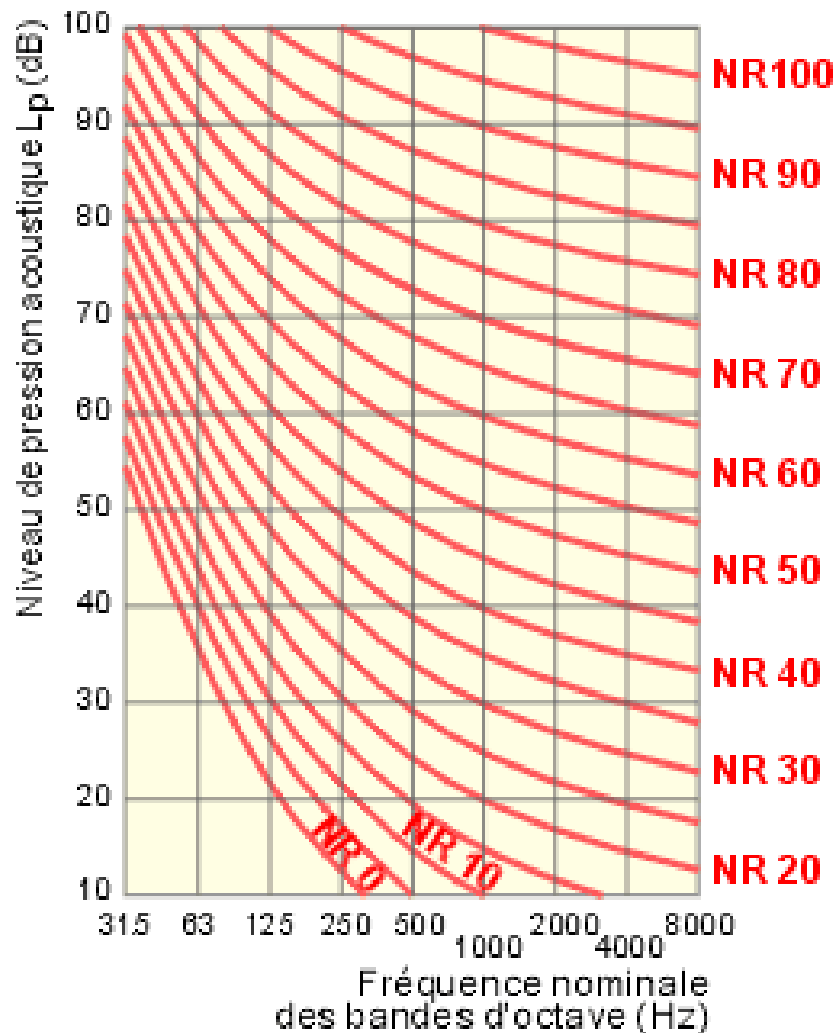
DR10 Bilan des charges du local



Diamètre équivalent : même perte de charge pour un même débit.



Les courbes de niveaux sonores NR (Noise Rating) correspondent à un degré de confort acoustique standard, précisé pour chaque bande d'octave. La courbe de NR 40 par exemple donne pour chaque fréquence acoustique une courbe acoustique. Pour que le projet respecte NR 40, il faudra alors que le niveau de bruit mesuré se situe pour chaque fréquence en dessous de la courbe de référence.



NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Partie n°4	Récupération d'eau de pluie	DT12 à DT17	Temps conseillé 90 minutes
-------------------	------------------------------------	-------------	----------------------------

4.1 Expliquer le phénomène de cavitation auquel les pompes sont exposées.

4.2 D'après le DT14, la station de gestion de récupération d'eaux pluviales est équipée de deux pompes. Préciser comment les pompes sont raccordées hydrauliquement. Indiquer l'intérêt d'un tel dispositif.

4.3 Expliquer la différence entre la pression effective et la pression absolue.

Pour réaliser cette étude, les informations techniques du DT12 seront utilisées.

4.4 À partir du débit volumique et de la section de canalisation, déterminer la vitesse de circulation d'eau dans le circuit d'aspiration.

4.5 À partir de la loi fondamentale de l'hydrostatique et du schéma de principe simplifié DT12, déterminer la pression absolue statique environnante au point « a' ».

4.6 En utilisant l'abaque de perte de charge DT13, déterminer le coefficient de pertes de charge linéique « j » puis calculer la perte de charge de la ligne d'aspiration « Δx » en Pascal.

4.7 Déterminer, en Pascal, la perte de charge de la vanne à boisseau sphérique DN32 sachant que son coefficient $K_v = 105 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

4.8 Calculer les pertes de charge singulière « Δy » de la ligne d'aspiration en Pascal en complétant le tableau DR14.

Tableau DR14 : Parcours du fluide à travers les éléments générant une perte de charge singulière						
a	ΔP clapet Pa	ΔP vanne Pa	ΔP filtre à cloche Pa	ΔP vanne Pa	ΔP vanne Pa	b
		82		82	82	
$\Delta y =$ Sommes des pertes de charge en Pa						

4.9 Calculer les pertes de charge totale « ΔX » de la ligne d'aspiration en Pascal.

4.10 À partir de l'équation généralisée de la mécanique des fluides et des données ci-dessous, calculer en Pascal la pression statique absolue au point b « P_{st_b} ».

P_{sta}	$\Delta X_{a \rightarrow b}$	v_a	Z_a	$W_{a \rightarrow b}$	Z_b	v_b^2
105 100 Pa	36 650 Pa	$0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	Voir DT 12 et DT 17			$1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

4.11 À l'aide du DT17, déterminer la valeur du net positive suction head (NPSH) disponible en Pascal pour une pression d'aspiration de 38 350 Pa sachant que l'eau contenue dans la cuve est à 10°C .

4.12 À partir des courbes de performance du DT15, déterminer le NPSH requis pour la pompe installée. Indiquer s'il y a un risque de cavitation.

4.13 Analyser le chronogramme n°1 du DT16 et déterminer la perte de charge du filtre à cloche lorsque le débit volumique passant dans ce dernier atteint $2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Prendre comme valeur de pression statique absolue (Pst a) à l'entrée du clapet crépine 105 070 Pa.

4.14 Comparer le NPSH disponible et le NPSH requis en date du 26 février. Indiquer s'il y a un risque de cavitation.

4.15 D'après le chronogramme n°2 du DT16, déterminer les conséquences d'une maintenance semestrielle non réalisée.

4.16 Proposer une solution technique qui permet de ne prendre aucun risque de cavitation sur les pompes d'aspiration au regard de l'installation.