

SESSION 2009

CONCOURS EXTERNE DE RECRUTEMENT DE PROFESSEURS AGRÉGÉS

Section : GÉNIE CIVIL
Option B : ÉQUIPEMENTS ET ÉNERGIES

ÉPREUVE PORTANT SUR L'INGÉNIERIE DE PROJET

Durée : 8 heures

Matériel usuel de dessin à l'encre autorisé.

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique - à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

Matériel autorisé :

- Décret 2000-1153 du 29 novembre 2000
- Arrêté du 29 novembre 2000 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles des bâtiments
- Arrêté du 22 décembre 2003 portant modification de l'arrêté du 29 novembre 2000, complété par l'arrêté du 9 novembre 2001, relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles des bâtiments.
- Arrêté du 22 janvier 2004 portant modification des méthodes de calcul annexées à l'arrêté du 1^{er} décembre 2000 portant approbation des méthodes de calcul Th-C et Th-E prévues aux articles 4 et 5 de l'arrêté du 29 novembre 2000 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles des bâtiments.
- Règles de calcul Th-C
- Règles de calcul Th-bât (Th-I, Th-S, Th-U)
- Règles de calcul Th-E
- NF EN 12831 mars 2004 : Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base
- NFP 52-612/CN février 2005 : Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base (complément national à la norme NF EN 12831 – valeurs par défaut pour les calculs des articles 6 à 9)
- Décret du 24 mai 2006 relatifs aux caractéristiques et performance énergétique des constructions et l'arrêté du 24 mai 2006 sur les caractéristiques thermiques des bâtiments et parties nouvelles des bâtiments définissant les niveaux de performance à atteindre (RT2005).
- Arrêté du 27 juillet 2006 : Contenu et conditions d'attribution du label « haute performance énergétique ».

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

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

RECOMMANDATIONS

- Chaque partie devra obligatoirement être traitée sur une copie distincte.
- Tous les calculs seront faits à partir de formules littérales écrites, en remplaçant les paramètres par les nombres permettant de trouver le résultat exprimé. Donner quand cela est possible les résultats sous forme de tableaux.
- L'évaluation des schémas, dessins ou plans portera non seulement sur l'exactitude des tracés, la cohérence technique mais aussi sur la qualité graphique et la propreté.
- Toutes les données manquantes sont laissées à votre libre choix et toutes les hypothèses seront soigneusement justifiées.

Liste des documents composant le dossier

Dossier sujet

- Présentation générale. (1 page)
- Plan du Rdc du bâtiment A. (1 page A3)
- Plan des façades du bâtiment A. (1 page A3)
- Parties 1 à 6. (2 pages)

Dossier annexes

- N°1 Extrait du CCTP. (7 pages)
- N°2 Caractéristiques des combustibles. (1 page)
- N°3 Données économiques. (1 page)
- N°4 Bilan Analyse de Cycle de Vie des filières Bois. (1 page)
- N°5 Documentation technique de la chaudière Bois. (2 pages)
- N°6 Documentation technique de la chaudière fioul. (1 page)
- N°7 Formulaire et tableaux de calcul des charges thermiques et hydriques. (2 pages)
- N°8 Documentation technique du système monobloc de déshumidification. (3 pages)
- N°9 Documentation technique VIESSMANN. (2 pages)
- N°10 Méthode de calcul simplifiée de la quantité d'énergie fournie par 1 m² de capteur solaire au réservoir de stockage (feuille de calcul). (2 pages)
- N°11 Documentation technique des panneaux SOLAR. (2 pages)
- N°12 Documentation technique des onduleurs SMA. (1 page)
- N°13 Extrait de la Réglementation Thermique 2005 - Méthode de calcul ThCE : Installations solaires photovoltaïques. (2 pages)

Documents réponses

- N° 1 Schéma de principe de la chaufferie A3
- N° 2 Feuille de calcul d'ECS solaire A4
- N° 3 Schéma de principe du local technique bassin A3
- N° 4 Plan d'implantation des capteurs photovoltaïques A3
- 4 Diagrammes de l'Air Humide A3

Présentation générale du projet

Les travaux du présent projet portent sur les installations de panneaux photovoltaïques, de chauffage, de ventilation et de traitement d'air à réaliser dans le cadre de la construction d'un foyer médicalisé en zone rurale, pour personnes autistes dans le département de la Côte-d'Or (21).

Ce projet de rénovation d'un site existant comporte deux phases :

- une première, avec la construction des bâtiments d'hébergement B/C/D et d'un bâtiment E, pour la chaufferie bois, le silo et les parkings,
- une seconde, qui va consister en la démolition du bâtiment principal existant et la construction d'un nouveau bâtiment A, pour les services généraux et les soins.

La particularité de ce projet repose sur l'utilisation des énergies renouvelables. Une chaufferie centrale au bois énergie, alimente directement les bâtiments A et E, ainsi que deux sous-stations situées dans le bâtiment C, pour le chauffage et la production d'ECS des unités de vie (bâtiments B, C, D).

D'autre part, l'utilisation de l'énergie solaire est présente pour la production d'ECS des unités de vie, ainsi que pour la production d'électricité, grâce à un champ de capteurs implanté en terrasse du bâtiment A.

Le bâtiment A comprend un bassin avec traitement d'eau et système de déshumidification pour les personnes du foyer médicalisé.

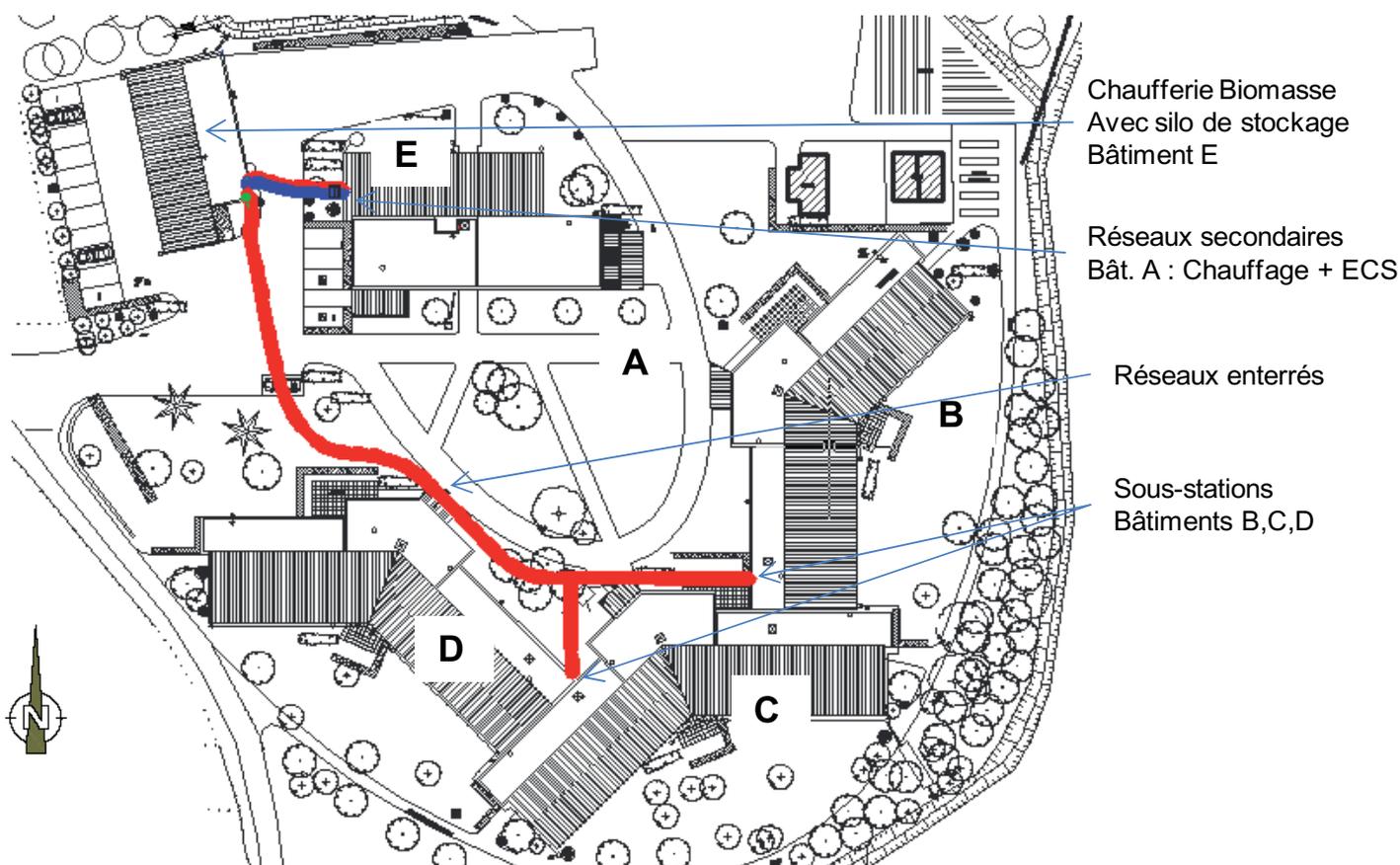
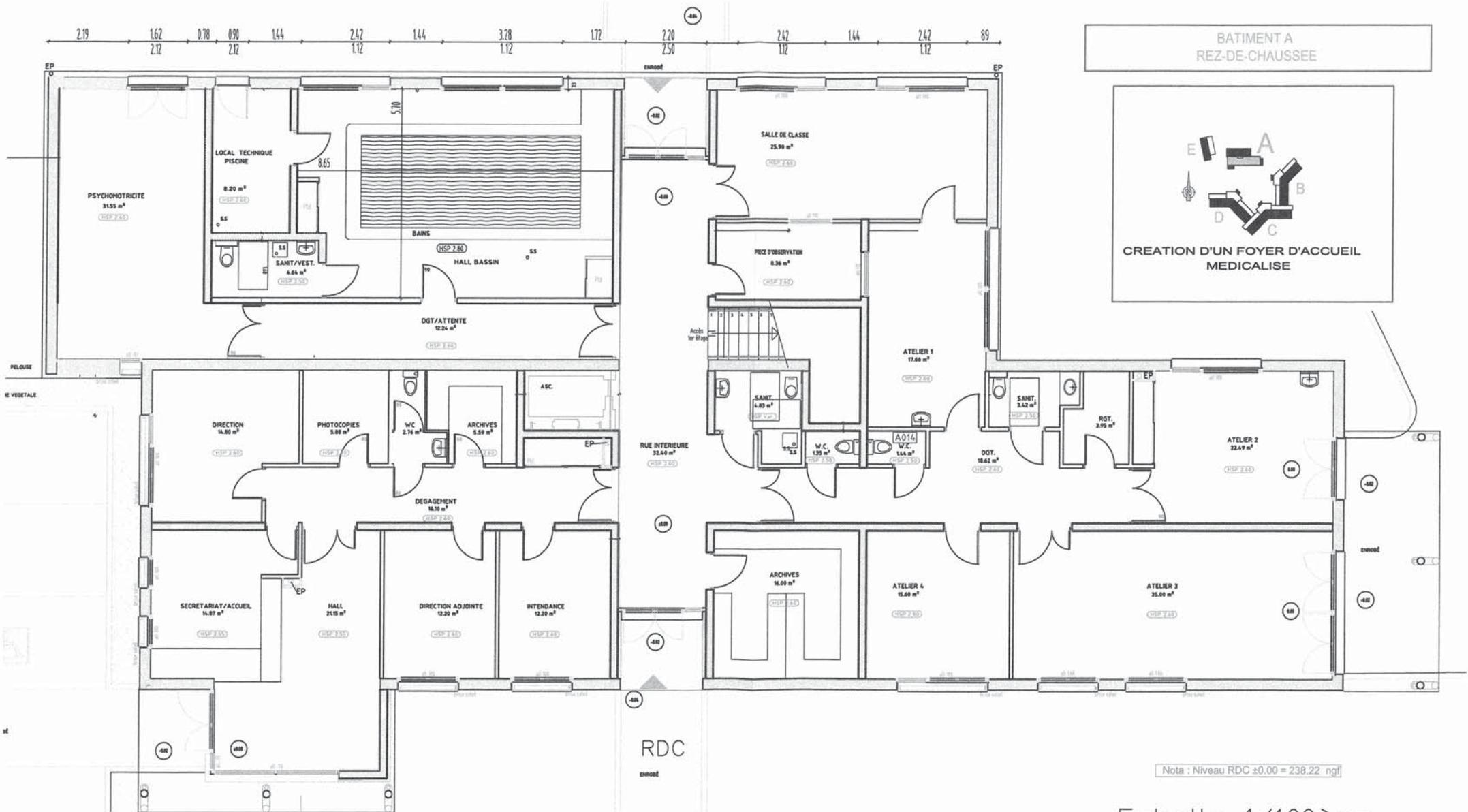
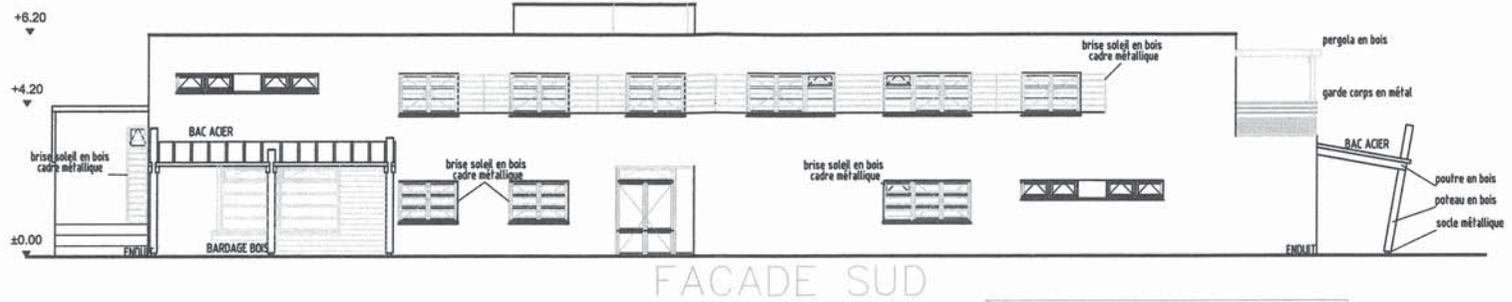
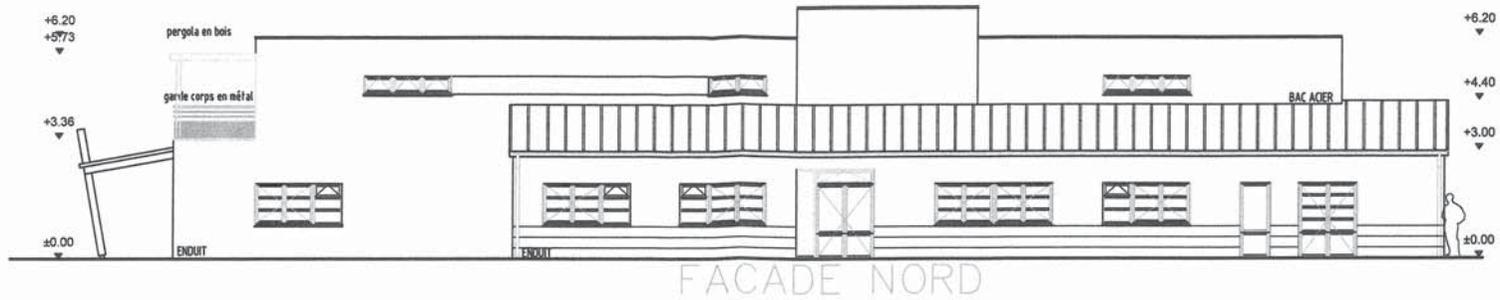


Figure 1 : Plan de masse du foyer d'accueil médicalisé

Dossier plans

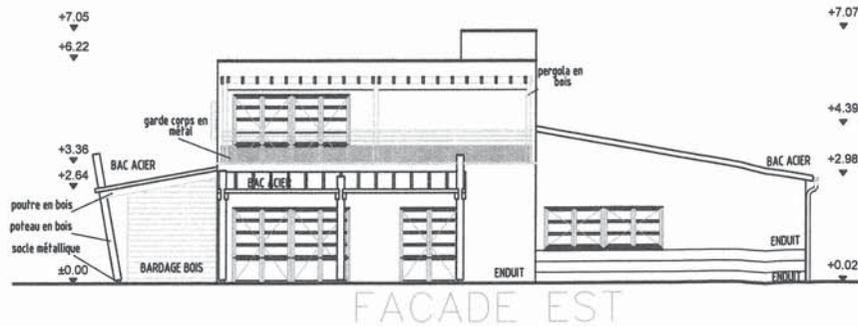
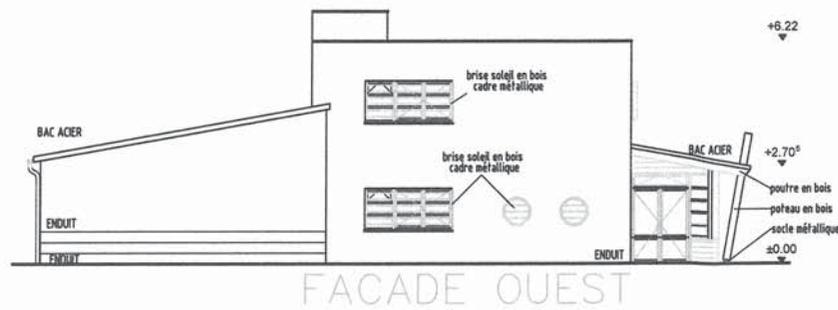
- Plan du Rdc du bâtiment A,
- Plan des façades du bâtiment A.



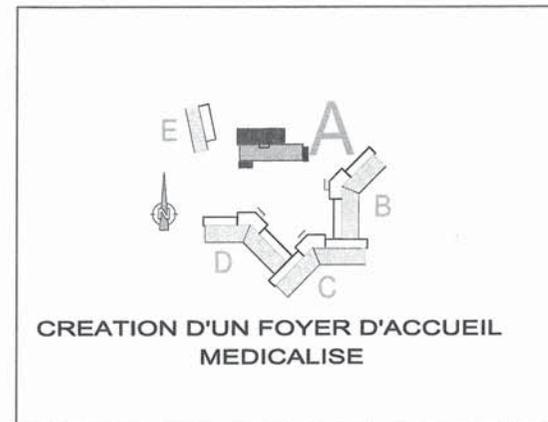


Nota : Niveau RDC ±0.00 = 238.22 ngf

Echelle 1/150ème



BATIMENT A-façades



1^{ère} partie : Etude économique et environnementale de la chaufferie mixte

1. Déterminer la consommation énergétique globale annuelle du projet (chauffage + ECS), en définissant la part couverte par la chaudière biomasse et celle couverte par la chaudière fioul. Cette estimation ne prendra pas en compte les apports solaires pour la production d'ECS des bâtiments B, C, et D.
2. Les besoins utiles (sortie chaufferie) couverts par la chaudière biomasse et la chaudière fioul domestique sont estimés respectivement à 270 MWh/an et 30 MWh/an. Développez un argumentaire avec des données chiffrées justifiant le choix de la solution retenue, d'une chaudière biomasse, par rapport à une chaufferie fioul classique. L'approche sera menée sur le plan économique et environnemental (quantités de CO₂ et SO₂ évitées, bilan ACV...).
3. En vous aidant du CCTP et de l'étude précédente, définissez la fréquence des livraisons en combustible biomasse et fioul, ainsi que la quantité de cendres à enlever annuellement.

2^{ème} partie: Conception de la chaufferie

1. Elaborer un schéma de principe de la chaufferie (document de travail N°1) comprenant :
 - le réseau primaire,
 - les réseaux secondaires de chauffage des bâtiments A et E,
 - la production d'ECS pour le bâtiment A,
 - le réseau d'alimentation des sous-stations des bâtiments B, C, D.

Devront apparaître les éléments suivants :

- l'alimentation en combustible de la chaudière fioul,
- le circuit de remplissage,
- les sécurités,
- les boucles de régulation de chaque circuit (capteurs, régulateurs, actionneurs),
- les éléments de sécurité et de contrôle, ainsi que tous les équipements nécessaires au bon fonctionnement des installations.

Dans un souci de clarté, l'emploi de couleurs différentes est vivement recommandé, afin de différencier les équipements fonctionnels.

2. Régulation de la cascade de chaudières : décrire de manière chronologique, les différentes étapes de la mise en service de chaque chaudière. Lors d'une température extérieure basse (Text = 10°C), réaliser les chronogrammes de démarrage de la chaudière utilisée.

3^{ème} partie : Etude la combustion et pollution atmosphérique

1. Evaluer le débit d'air nécessaire à la combustion de chaque générateur.
2. Déterminer les débits de fumées de chaque générateur.
3. Lister les polluants présents dans les fumées à la sortie de cette chaufferie mixte. Indiquer pour chacun des polluants identifiés, ses effets sur la santé et son impact sur l'environnement.

4^{ème} partie : Production d'E.C.S solaire pour les bâtiments d'hébergement

1. A partir du matériel défini dans le CCTP, déterminer la part d'énergie couverte par les panneaux solaires du bâtiment B. Vous utiliserez le document de travail N°2.
2. D'après les résultats obtenus à la question précédente, développer un argumentaire sur le choix des surfaces de panneaux solaires.

5^{ème} partie : Traitement bassin

1. A partir des données du CCTP et des plans, déterminer les charges thermiques (enthalpiques et hydriques) du local bassin en hiver (avec et sans occupation) et en été :
 - vous fournirez une note de calcul détaillée, avec la sélection du déshumidificateur adapté au local bassin,
 - vous tracerez les évolutions de l'air sur le diagramme de l'air humide, correspondant aux 4 cycles de fonctionnement du système monobloc de déshumidification, donné en annexe N°8.
2. Réaliser le schéma de principe (document de travail N°3), du système de traitement d'air, et de chauffage de l'eau du bassin, en intégrant les boucles de régulation nécessaires au chauffage de l'eau, et au contrôle d'ambiance du local. Les circuits aérauliques, hydrauliques et frigorifiques seront représentés.

6^{ème} partie : Solaire Photovoltaïque

1. Implanter les capteurs photovoltaïques, conformément au CCTP (document de travail N°4). Représenter, sur un schéma complémentaire, l'installation des modules photovoltaïques sur les châssis.
2. Estimer l'énergie produite par le champ de capteurs photovoltaïques, en s'appuyant sur l'extrait RT 2005 TH-CE fourni, en annexe N°13. En déduire l'impact sur le coefficient Cep du Bâtiment A.
3. Déterminer le couplage de l'onduleur au champ de modules photovoltaïques, en respectant les règles mentionnées dans le CCTP.

Dossier Annexes

Annexe N°1 : Extrait du Cahier des Clauses Techniques Particulières

1. Données Générales

Conditions extérieures de base

Site de Dijon :

- Latitude :47° 0' N
- Altitude : 235 m
- Température hivernale extérieure : – 11°C
- Humidité relative hiver : 90 %
- Température été extérieure : 31°C
- Humidité relative été : 40 %
- Degrés Jours Unifiés : 2 669 DJU
- Histogramme des températures :

T _{ext}	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Nb Jours	1	3	3	3	3	5	6	8	12	13	13	14	14	15	15	15	16	15	14	12	9	8	5	4	2

Conditions intérieures

Les valeurs des températures (à ±1 °C) et hygrométries à maintenir dans les locaux à traiter, lors des phases d'occupation seront :

Locaux administration / soins – bâtiment A

- Bureaux, salles de réunions : 20 °C
- Psychomotricité : 21 °C
- Kiné : 22 °C
- Bains Détente :
 - température sèche : 27 °C
 - Hygrométrie : 65 %
- Sanitaires bains détente :
 - température : 24 °C
 - Hygrométrie : NC

Unités de vie – bâtiments B/C/D

- Entrée/Vestiaire : 20 °C
- Bureaux, Séjours, Salle à Manger : 20 °C
- Cuisine : 18 °C

Ralenti de nuit de 22 h à 6 h

- Facteur d'intermittence : 0,85

Renouvellement d'air du bassin, suivant règlement sanitaire départemental : 22 m³/h.pers

Apports par l'éclairage du bassin :20 W/m²

Caractéristiques des parois

Murs extérieurs type Monomur

- Brique Monomur terre cuite : Up = 0,26 W/m².K

Plancher bas sur terre-plein bâtiment A-B-C-D

- isolant polystyrène expansé type Unimat : Ue = 0,29 W/m².K

Plancher haut sous toiture bac acier et sous combles

- Isolant Laine de verre : Up = 0,15 W/m².K

Vitrages courants châssis PVC du local bassin, sans volets roulants

- vitrage isolant peu émissif argon, 4/16/4 : Uw = 1,70 W/m².K
- facteur solaire des vitrages : 0,6

Porte Isolée

- Ame pleine isolante : U = 2 W/m².K

Ponts thermiques :

- Plancher haut : ψ = 0,50 W/m.K
- Plancher bas : ψ = 0,40 W/m.K

Déperditions par transmission et renouvellement d'air

Bâtiment A :	39,9 kW
Bâtiment B :	29,9 kW
Bâtiment C :	37,5 kW
Bâtiment D :	3,6 kW
Bâtiment E :	3 kW
Global Bâtiment :	113,9 kW
Surpuissance de relance du chauffage :	1,20

Production d'ECS des bâtiments

Production ECS bâtiment A :

- Consommation journalière :300 litres
- Puissance primaire : 25 kW

Production ECS bâtiments B/C/D (hébergement), par bâtiment :

- Base de consommation journalière :700 litres
- Capacité ballon préparateur :500 l
- Entrée primaire : 80 °C
- Température EF moyenne : 10 °C
- Stockage ECS :60 °C
- puissance primaire : 35 kW

Récapitulatif des besoins :

- Réchauffage ECS (25+3x35) 130 kW
(Pertes et surpuissance incluses dans puissance ponctuelle dédiée ECS)

Caractéristiques de la production d'énergie

La chaudière d'appoint et secours, existante récupérée, fonctionnant au fioul domestique, permettra également d'assurer la couverture des besoins en cas de défaut de la chaudière biomasse.

Les puissances à installer seront :

- Chaudière bois : 180 kW
- Chaudière fioul existante récupérée : 225 kW

Les régimes de température des réseaux de chauffage aux conditions extérieures de base sont :

- Chaudière bois, production principale : 85 / 70 °C
avec retour mini 68°C.
- Boucle secondaire principale à température constante : 80 / 60 °C
- Réseau régulé radiateurs, panneaux rayonnants bât A : 65 / 55 °C
- Réseau régulé plancher chauffant : 45 / 38 °C
- Production d'eau chaude sanitaire : primaire ballons mixtes 80 / 60 °C

2. Description des installations de chauffage

Chaudière biomasse :

Le combustible utilisé pour la partie biomasse sera du bois déchiqueté (plaquette forestière de granulométrie moyenne) :

- Granulométrie moyenne40 x 20 x 10 mm
- Humidité sur masse brute 30 %
- Masse volumique 275 kg/MAP*

* Unité de mesure : les combustibles bois se présentent toujours sous forme de morceaux plus ou moins gros et plus ou moins bien empilés, entre lesquels les vides sont remplis par l'air. On parle alors de masse volumique apparente, c'est-à-dire la masse d'un m³ apparent de combustible. Elle s'exprime en kg/m³ apparent. Pour les plaquettes forestières, le m³ apparent est appelé MAP (en m³ apparent plaquettes).

Le combustible sera stocké dans un silo d'alimentation équipé d'extracteurs à pousoirs. Depuis les échelles d'extraction du silo, il sera mis en place des équipements de transfert du combustible qui comprendront :

- Dans le local centrale hydraulique, par une vis transversale de collecte du combustible
- Entre le local centrale hydraulique, et la chaufferie par une vis de dosage du combustible
- Au droit de la chaudière dans la chaufferie, par une vis d'alimentation dans un tube acier avec brides de raccordement, entraînée par moteur électrique avec réducteur.

L'ensemble silo d'alimentation et local centrale hydraulique a pour dimensions (largeur x longueur x hauteur) : 5,8 x 10,20 x 4,85 m, avec :

- Silo d'alimentation (la x lo x h) 5,8 x 8 x 3* m
*hauteur utile d'ensilage
- Local centrale hydraulique (la x lo x h) 5,8 x 2 x 3 m

Le décentrage pour la grille de combustion sera assuré automatiquement. L'évacuation des produits de combustion se fera depuis la sortie du dépoussiéreur multi-cyclones dans un conduit métallique double peau isolé en inox 316 L de diamètre intérieur 200 mm. Le conduit vertical sera couronné en tête par un cône d'éjection. Il débouchera à la hauteur minimale réglementaire par rapport au niveau du sol environnant de la chaufferie (obstacles compris).

La chaudière bois comprendra :

- un corps de chauffe en acier soudé,
- un foyer avec voûte de rayonnement,
- un circuit d'air primaire avec ventilateur, clapets de réglage motorisés, mesure du débit,
- un circuit d'air secondaire avec ventilateur, clapets de réglage motorisés, mesure du débit,
- un filtre dépoussiéreur multi-cyclones avec raccordement pour décentrage automatique,
- un extracteur des gaz de combustion à variation de fréquence.

La chaudière sera équipée en compléments d' :

- une sécurité thermique en cas d'élévation de température,
- une installation d'allumage automatique électrique.

La gestion sera assurée par un automate programmable permettant la régulation :

- de la modulation de puissance progressive de 30 à 100 %,
- de la dépression dans le foyer avec capteur de pression et variation du débit d'extraction,
- de l'air de combustion avec mesures des débits primaires et secondaire,
- d'optimisation de la combustion avec une sonde lambda.

La chaîne de sécurité comprendra les éléments suivants : les thermostats, défauts moteurs, sondes anti-bourrage, contrôle température des gaz de combustion, sécurité incendie.

La chaudière sera équipée d'une pompe de charge montée sur le retour et sera raccordée hydrauliquement sur la bouteille de découplage générale de la chaufferie mixte.

Sur le retour chaudière, il sera installé un contrôleur de débit d'eau, une vanne trois voies motorisée à soupape et une sonde de température limite basse, calée à 68°C, agissant respectivement via la régulation sur :

- l'autorisation de mise en marche de la chaudière,
- la fermeture progressive de la voie de retour de la boucle hydraulique provenant de la bouteille de découplage primaire-secondaire, pour rehausser la température de retour.

Chaudière Fioul :

Cette chaudière, de marque Viessmann type Paromat Triplex RN, peut fonctionner sans contrôle de la température de retour, ni débit minimal. Le brûleur est de type bas Nox, à air soufflé et 2 allures de fonctionnement. L'évacuation des produits de combustion s'effectuera par un conduit de fumée double peau indépendant.

La boucle primaire sera équipée sur le retour, d'une pompe de charge et, sera raccordée sur la bouteille de découplage hydraulique commune de la chaufferie.

L'alimentation en combustible se fera depuis une cuve fioul enterrée à l'extérieur de 5 000 litres, munie d'un évent. Cette cuve sera de type double paroi réglementaire. L'espace entre les deux parois sera rempli à l'aide d'un fluide composé d'eau et d'antigel utilisé pour la détection de fuites pouvant survenir par l'intérieur ou par l'extérieur. La vérification de l'étanchéité s'effectuera par contrôle du niveau d'eau glycolée entre les deux enveloppes.

Le circuit d'alimentation du brûleur sera de type bitube, en aspiration. Il sera prévu un tube d'aspiration, et un de refoulement. La sécurité sera assurée par une vanne police disposée sur l'alimentation fioul commandée depuis un coffret situé à l'extérieur. Un limiteur de remplissage évitera le débordement lors du remplissage en assurant la fermeture automatique dès que le niveau maximum est atteint.

Expansion - Remplissage :

La dilatation de l'eau des circuits de chauffage sera absorbée dans deux vases d'expansion, à membrane sous pression d'azote.

Le remplissage définitif de l'installation sera réalisé en ajoutant un produit de traitement contre l'entartrage et la corrosion. Le TH devra être inférieur à 10°F, par la mise en place d'un traitement d'eau approprié.

Boucles hydrauliques en chaufferie :

Il sera prévu, à partir de la bouteille de découplage commune côté secondaire :

- une panoplie à température constante assurant le réchauffage primaire de la production d'eau chaude sanitaire du bâtiment A,
- une panoplie de distribution et régulation pour les circuits radiateurs des bâtiments A et E,
- une panoplie de distribution et régulation pour le circuit plancher chauffant du bâtiment A,
- une panoplie de distribution à température constante distribuant l'eau de chauffage vers les 2 sous stations des unités de vie localisées dans le bâtiment C, par un réseau enterré.

L'installation de chauffage commune aux bâtiments totalisant une surface supérieure à 400 m², sera équipée d'un dispositif de comptage d'énergie thermique.

La production d'ECS des bâtiments A et E, sera assurée par un ballon préparateur à semi-accumulation Viessmann type Verticell de 500 l de capacité. Le maintien en température de la distribution d'eau chaude du bâtiment A, s'effectuera à une valeur minimale de 50 °C, par un circuit de bouclage.

Régulation primaire :

La régulation de cascade des chaudières bois et appoint fioul sera assurée par :

- une unité locale de traitement spécifique (ULT) assurant les fonctions de mise en service des chaudières bois et/ou fioul, de gestion de la température de retour mini de la chaudière bois, de pilotage de la pompe de charge de la boucle hydraulique primaire de chaque chaudière,
- une sonde de température sur le retour commun,
- une sonde extérieure commune,
- une barre bus déportée de l'ULT, placée dans l'armoire électrique de la chaudière bois,

Le fonctionnement sera le suivant :

- mise en service manuelle ou par automate de la chaudière fioul :
 - en début et fin de saison de chauffe, si température extérieure $\geq 14^{\circ}\text{C}$ et $< 18^{\circ}\text{C}$, principalement d'octobre à mi-novembre, et aux mois d'avril et mai,
- mise en service manuelle ou par automate de la chaudière bois :
 - prioritaire, si température extérieure $< 14^{\circ}\text{C}$ avec :
 - appoint chaudière fioul si chaudière bois à 100% de la puissance,
 - secours chaudière fioul si chaudière bois en défaut.

La commande de priorité de la chaudière fioul sera réalisée par commande manuelle à aménager en façade de l'armoire électrique principale.

3. Eau chaude solaire du bâtiment B

La production d'eau chaude sanitaire, sera de type collective et sera composée, des équipements suivants :

- un ensemble de capteurs solaires plans vitrés en toiture du bâtiment B,
- un kit hydraulique solaire (ou station solaire),
- un ballon de préparation d'eau chaude solaire mixte, raccordé sur le circuit solaire et le circuit primaire E.C., fonctionnant en priorité sur l'énergie solaire puis sur l'appoint hydraulique primaire chauffage (chaufferie principale) ou sur résistance électrique additionnelle en été.

L'inclinaison des versants de toitures étant inférieure à 25° (pente de toit 10°), le montage des capteurs se fera donc en surélévation de toiture. Leurs caractéristiques seront les suivantes :

- capteurs plans vitrés d'une surface de 12,5 [m²], placés en série de 5 panneaux, en montage horizontal
- inclinaison capteurs : 30°,
- orientation des capteurs : sud.

En sortie de station solaire, les liaisons alimenteront un préparateur ECS indépendant à hautes performances. Le ballon aura pour caractéristiques :

- Capacité mini : 500 litres
- Entrée primaire : 80 °C
- Stockage ECS : 60 °C
- Puissance échangeur appoint (avec primaire 80°C) : 35 kW
- Puissance appoint électrique (été) : 4,5 kW

4. Panneaux photovoltaïques

Mise en place d'un système photovoltaïque raccordé sur le réseau EDF. Ce système sera composé de panneaux photovoltaïques couplés ensemble pour produire de l'électricité (courant continu). Cette énergie sera convertie en courant alternatif, fréquence 50 Hz, par l'intermédiaire d'un onduleur coupleur, et revendue à EDF.

Les panneaux photovoltaïques seront montés sur châssis sur la toiture terrasse du bâtiment A (orientation Sud).

Caractéristiques techniques du champ photovoltaïque	
Surface Spv	45,3 m ²
Orientation du bâtiment	0°
Inclinaison des modules photovoltaïques sur châssis	30°
Marque des modules photovoltaïques	BP SOLAR
Type de module	BP 3160
Taille du module	1 593 x 790 mm
Nombre de module	36
Watt crête	160 W c

L'onduleur, le coffret de protection et de couplage seront installés au RDC. Le couplage des modules photovoltaïques à l'onduleur se fera en vérifiant la compatibilité des caractéristiques des modules photovoltaïques sur la plage de température normalisée de -10 à 70 °C, avec celles de l'onduleur sélectionné.

Raccordement EDF : Fourniture et pose d'un coffret de branchement équipé d'une platine pour 2 compteurs d'énergie électrique et d'un boîtier de téléreport en façade. Les compteurs et le disjoncteur de branchement seront fournis et posés par EDF.

Liaison entre le coffret AC et le compteur électronique se fera en câble U1000R02V 3G 10 mm² sous fourreaux TPC de 63. Raccordement du conducteur de protection au circuit de terre du bâtiment.

5. Traitement bassin

Bassin

Caractéristiques Dimensionnelles :

- Surface (2,50 x 6,00 m) 15 m²
- Profondeur 1,00 m
- Volume d'eau 15 m³

Nb de baigneurs dans le bassin..... 4

Caractéristiques de l'eau :

- Température de l'eau de bassin (à l'occupation) : 30 °C
- Dureté < à 30 °F
- PH eau de ville < 7
- Désinfection de l'eau par du brome
- Filtration : Filtre à sable et hydro-anthracite

Traitement d'eau du bassin

La recirculation d'eau se fera avec un skimmer en partie haute et une bonde de fond collectant l'eau directement à l'aspiration de la pompe. L'eau passera à travers un filtre et retournera après traitement et réchauffage dans le bassin au moyen de 2 bouches de refoulement. Le niveau sera maintenu dans le bassin par un régulateur de niveau automatique alimenté en eau de ville et raccordé sur le skimmer.

L'eau de remplissage et d'appoint sera réalisée à partir de l'arrivée laissée à disposition par le plombier sur vanne en attente. La ligne d'alimentation, comprendra :

- un filtre à tamis,
- un compteur divisionnaire,
- un disconnecteur à zone de pression réduite contrôlable,
- une électrovanne asservie au régulateur de niveau automatique de bassin,
- une vanne d'isolement aval pour les opérations de maintenance.

Le raccordement en eau de ville sera réalisé sur le régulateur de niveau du bassin.

Traitement d'eau :

- La filtration sera assurée par un filtre à silice et hydro-anthracite
- Une installation automatique compacte de contrôle et dosage permettant de réguler le PH et le désinfectant (Brome) sera prévue. L'appareil de réglage, équipé de 2 pompes (PH et désinfectant) avec cellules de mesures sera monté sur platine fixée au mur. Le dosage des produits se fera directement à partir des bidons placés sous l'appareil avec aspiration sur crépine et refoulement sur les chambres d'injection PH et désinfectant. La régulation mesurera en continu les taux de brome et pH présents dans le bassin et agira sur les commandes d'injection correspondantes. Les points de consignes seront modifiables.

Réchauffage de l'eau :

Le réchauffage de l'eau du bassin sera effectué par le condenseur à eau de la PAC pour évacuer le surplus éventuel de chaleur et complété par un réchauffeur électrique à thermoplongeur.

Diffusion de l'air

L'insufflation de l'air s'effectuera le long de la paroi extérieure comportant les vitrages afin de réduire les risques de condensation. Cette insufflation sera réalisée par une gaine de ventilation en caniveau alimentant des grilles à fentes pour la diffusion de l'air, pour un soufflage vertical de bas en haut. La reprise s'effectuera par une bouche de reprise placée en partie haute du local technique.

Traitement de l'air

Le chauffage et la déshumidification du local bain détente seront assurés par un appareil monobloc gainable situé dans le local technique.

L'appareil aura pour caractéristiques :

- une batterie électrique complémentaire protégée par un thermostat incendie,
- 2 ventilateurs radiaux à aubes de turbine, montés sur l'arbre du moteur,
- un ensemble de filtre compact pour l'air neuf et l'air repris de classe G4 DIN EN 779,
- un double échangeur de chaleur à haut rendement en polypropylène, résistant aux acides et produits alcalin, à haute résistance à la corrosion. Efficacité sensible d'échange de 70 %.
- une pompe à chaleur pour la déshumidification, comprenant un condenseur refroidi par air et un deuxième refroidi par eau, un évaporateur à détente directe, un compresseur frigorifique type Scroll et un détendeur.
- des volets motorisés pour le réglage du taux d'air neuf.

Le système de régulation de l'humidité intérieure et de la température ambiante sera intégré à l'appareil. Le choix du mode de fonctionnement, sera effectué en fonction de la température extérieure et de l'occupation, par la régulation numérique en privilégiant les aspects économiques.

<i>Annexe N°2 : Caractéristiques des combustibles</i>

Caractéristiques chimiques des combustibles

Fioul domestique :

	C	H	S	N	O
Composition massique [%]	84,3	12,4	0,5	0,8	2

Figure 1 : Composition chimique moyenne du fioul domestique en % massique

Pouvoir Calorifique Inférieur du fioul domestique : 41 992 [kJ/kg]

Masse volumique du fioul domestique : 850 [kg/m³]

Plaquettes forestières :

	C	H	S	N	O
Composition massique [%]	49,5	6	-	0,5	44

Figure 2 : Composition chimique moyenne des plaquettes forestières en % massique anhydre

Masse molaire des composés élémentaires en g/mole :

C (Carbone) : 12

H (Hydrogène) : 1

S (Soufre) : 32

N (Azote) : 14

O(Oxygène) : 16

Pouvoir Calorifique supérieur ; Le PCS du bois anhydre peut se déterminer simplement à partir de la teneur en carbone du combustible [%] :

$$\text{PCS} = 108 \times \text{C} \quad \text{en [kWh/t]}$$

Pouvoir Calorifique inférieur ; Le PCI du bois anhydre peut se déterminer à partir du PCS et de la teneur en hydrogène [%] du combustible.

$$\text{PCI} = \text{PCS} - 60,5 \times \text{H} \quad \text{en [kWh/t]}$$

Influence de l'humidité : l'humidité est le facteur qui influe le plus sur le PCI du bois. Le pouvoir calorifique d'un combustible humide, est déterminé à partir de son PCI anhydre et de son humidité E [% sur brut] :

$$\text{PCI} = \text{PCI anhydre} \times (100 - E) / 100 \quad \text{en [kWh/t]}$$

Annexe N°3 : Données économiques

Coût des énergies

F.O.D. (livraisons de 2000 à 4999 litres)	86,06 € TTC / hl
Broyats de DIB	36 € TTC /tonne
Plaquettes forestières et bocagères*	46 € TTC /tonne
Ecorces / sciures	25 € TTC /tonne
Granulés vrac	190 € TTC /tonne

Extrait des statistiques du Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables

* Livraison de combustible bois, par camions bennes ou camions équipés de caissons de 40 m³ de capacité.

Exploitation technique des chaufferies bois

L'exploitation technique comprend un suivi général de l'installation et les travaux qui doivent être effectués périodiquement:

- Par un technicien non spécialisé avec une légère formation :
 - Approvisionnement du silo : commande du combustible et réception lors des livraisons (contrôle de la qualité),
 - Surveillance quotidienne : vérification du fonctionnement des équipements, contrôle du niveau de bois dans le silo, tenue d'un cahier de chaufferie,
 - Relevé hebdomadaire des compteurs,
 - Nettoyage mensuel de la chaudière (tubes de fumées),
 - Interventions annuelles : nettoyage général, ramonage des conduits de fumée, vidange de l'huile de la centrale hydraulique, changement des pièces d'usure.
- Par un technicien spécialisé :
 - Interventions mensuelles : assistance à la vérification et au nettoyage des foyers de combustion, réglage et contrôle de la combustion,
 - Interventions ponctuelles : dépannage, remplacement des pièces d'usure.

Les coûts d'exploitation sont fondés, sur un contrat P2 (temps de main d'œuvre, coût du matériel d'entretien et pièces détachées) :

- Conduite agent technique : 1 800 €/an
- Maintenance agent spécialisé : 2 500 €/an

Décomposition du prix global forfaitaire

Le présent document a pour but de fournir une estimation du montant des investissements pour la mise en place d'une chaufferie au bois à alimentation automatisée.

Désignation	U	Prix totaux en €
Silo		
- Silo	ens	61 680
Chaufferie		
- Chaudière bois avec raccordements hydrauliques	ens	78 710
- Décendrage automatique		
- Electricité, Régulation.....		
Transfert Combustible		
- Extracteur de silo à échelles carrossables	ens	21 480
- Centrale hydraulique		
- Vis de transfert du combustible.....		
Etudes, essais, mise en service		
- Etudes, essais, mise en service	ens	17 310
MONTANT HT :		179 180
TVA 19,60 % :		35 119
MONTANT TTC :		214 299

Le surcoût de la chaufferie bois, par rapport à une chaufferie fioul peut être estimé à 75 % de l'investissement total.

Annexe N°4 : Bilan Analyse de Cycle de Vie des filières bois

« Extrait de la méthodologie ACV »

Les tableaux 3 et 4, présentent l'énergie consommée (énergie grise) et les émissions de gaz à effet de serre générées pour produire un MWh utile, via une chaufferie collective bois avec un réseau de chaleur. Ces indicateurs sont calculés sur l'ensemble de la chaîne du combustible, c'est-à-dire du bois en forêt à la génération de cendres et à la distribution de chaleur sur le réseau. Ces valeurs sont comparées aux indicateurs des autres énergies.

Energie	MWh énergie primaire non renouvelable consommé / MWh utile
Chauffage collectif au bois avec réseau de chaleur	
- Plaquettes forestières	0,26
- Sciures et écorces	0,17
- Broyats de palettes et cagettes	0,23
Chauffage collectif au gaz avec réseau de chaleur	1,28
Chauffage collectif au fioul avec réseau de chaleur	1,50
Chauffage individuel électrique	3,03

Tableau 3 : Bilan énergie

Energie	kgCO₂ émis/ MWh utile
Chauffage collectif au bois avec réseau de chaleur	
- Plaquettes forestières	24
- Sciures et écorces	8
- Broyats de palettes et cagettes	14
Chauffage collectif au gaz avec réseau de chaleur	242
Chauffage collectif au fioul avec réseau de chaleur	490
Chauffage individuel électrique	105

Tableau 4 : Bilan effet de serre

Energie Primaire

L'énergie primaire représente l'énergie consommée à la production. Le coefficient de transformation en énergie primaire, permet de transformer des kilowattheures d'énergie électrique en kilowattheures d'énergie primaire. Ce coefficient, fixé par le Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, a pour valeur en France 2,58 pour l'électricité et 1 pour les autres énergies. Il a été introduit afin de tenir compte des pertes de production, de transformation et de distribution de l'électricité.

Une filière créatrice d'activités et d'emplois

L'exploitation d'une chaufferie bois, associée à une vente d'énergie, constitue une activité économique soumise à la taxe professionnelle. Les communes peuvent utiliser ces nouvelles recettes pour encourager d'autres activités ou développer les services collectifs.

Le bois énergie permet de créer environ trois fois plus d'emploi local que les énergies concurrentes. Hormis la fabrication des matériels, on estime qu'une consommation de 3 000 t/an de biocombustible correspond à la création de deux emplois durables à plein temps dans les entreprises régionales pour :

- l'entretien du paysage et l'exploitation forestière,
- la collecte des matières premières,
- le conditionnement (broyage/mélange), le stockage et le transport des biocombustibles jusqu'à la chaufferie,
- l'exploitation des chaufferies.

Annexe N°5 : Documentation technique de la chaudière bois

Extrait de la documentation technique des caractéristiques techniques de la **Chaudière à grille Schmid Pyrotronic Low-Nox – UTSR-180-32**, avec filtre multi-cyclones pour le dépeussierage des gaz de combustion

1. Entrée du combustible
2. Chambre de combustion primaire
3. Grille d'avancement plate refroidie par air (flamme à contre-courant du flux de combustible)
4. Décendrage automatique
5. Extraction automatique des cendres de grille
6. Accès à la chambre de combustion secondaire
7. Voûte de rayonnement
8. Masse de chamotte avec stockage de chaleur
9. Chambre de combustion secondaire (système Low Nox)
10. Echangeur thermique à trois parcours
11. Porte frontale
12. Nettoyage des gaz de fumées au moyen d'un filtre multicyclones avec extraction automatique des cendres volantes
13. Extracteur de fumées
14. Accès à la grille

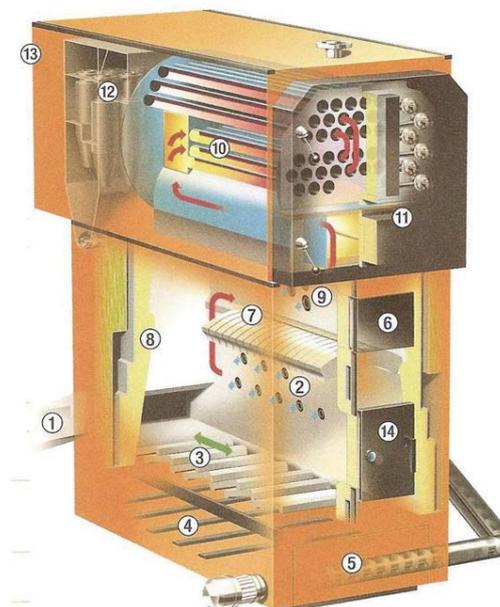
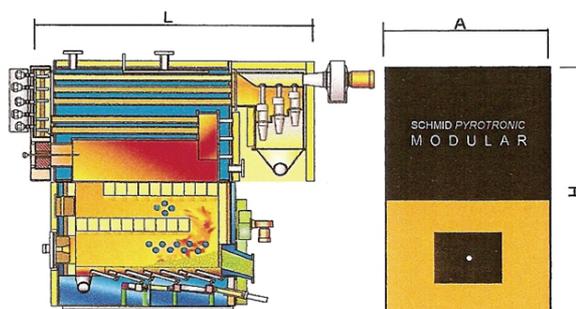


Figure 1 : Chaudière Pyrotronic Low-Nox

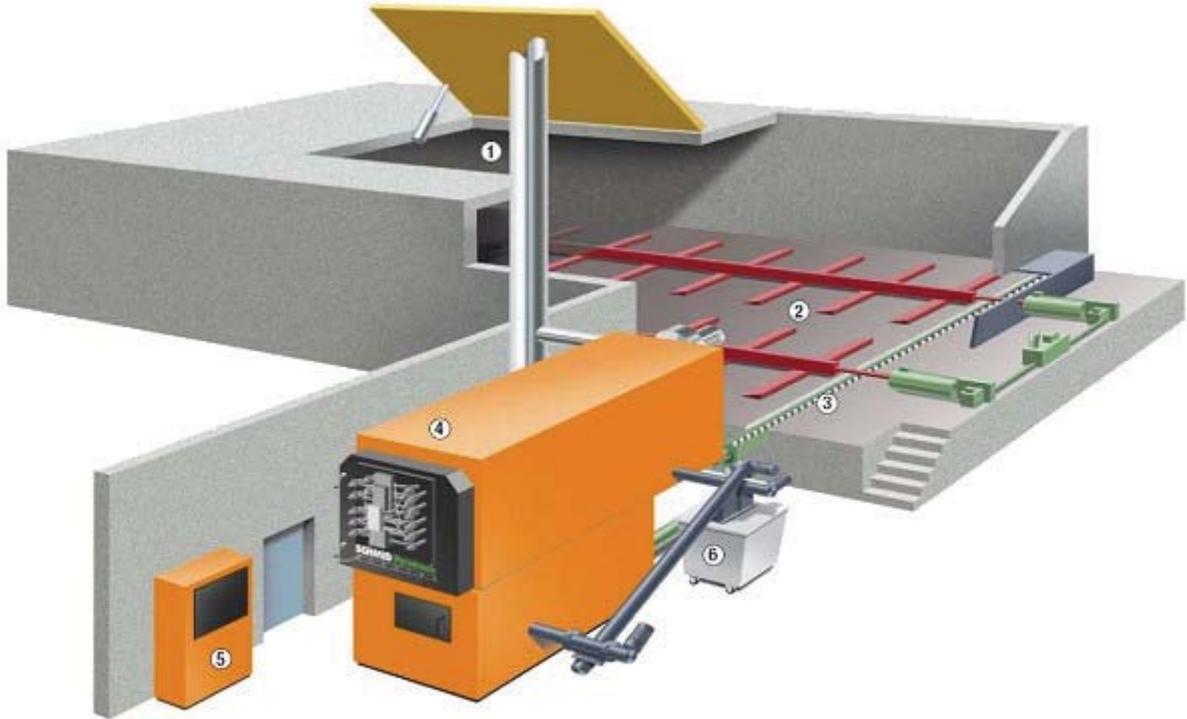
Chaudière UTSR	Bois déchiqueté – Mélange 50/50 % Volume conifère/feuillus								
Humidité sur poids brut	%	30				40			
Puissance maxi chaudière	kW	180				171			
Charge mini chaudière	kW	36				45			
DONNEES TECHNIQUES									
Taux de charge sur Pmax	% Pmax	30	50	75	100	30	50	75	100
Puissance fournie	kW	54	90	135	180	51	86	128	171
Teneur en O ₂	%	10.1	8.0	8.8	8.0	10.2	8.2	8.2	8.2
Température des fumées	°C	170	180	190	200	170	180	190	200
Rendement chaudière	%	83.6	86.1	86.1	85.7	82.5	84.7	84.6	84.2
RESIDUS DE COMBUSTION									
Cendres sur poids sec bois	%	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Débit de bois anhydre	kg/h	13.6	22.1	33.2	44.4	13.6	22.0	33.1	44.3
Cendre sur volume de bois	%	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Cendres	kg/h	0.25	0.40	0.60	0.80	0.24	0.40	0.60	0.80
Cendres sur poids mouillé	%	1.25	1.25	1.25	1.25	1.08	1.08	1.08	1.08
Cendres	kg/MWh	4.5	4.4	4.4	4.4	4.8	4.6	4.6	4.7
Densité cendres	kg/litres	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Cendres	litres/h	0.25	0.40	0.60	0.80	0.24	0.40	0.60	0.80
Cendres	litres/MWh	4.5	4.4	4.4	4.4	4.8	4.6	4.6	4.7

Dimensions et poids :

- Longueur : 2550 mm
- Largeur : 1150 mm
- Hauteur : 2600 mm
- Départ / Retour chaudière : DN 65 PN 6
- Poids à vide : 4.75 t
- Volume d'eau : 830 l



Montage de la chaudière avec l'alimentation en combustible :

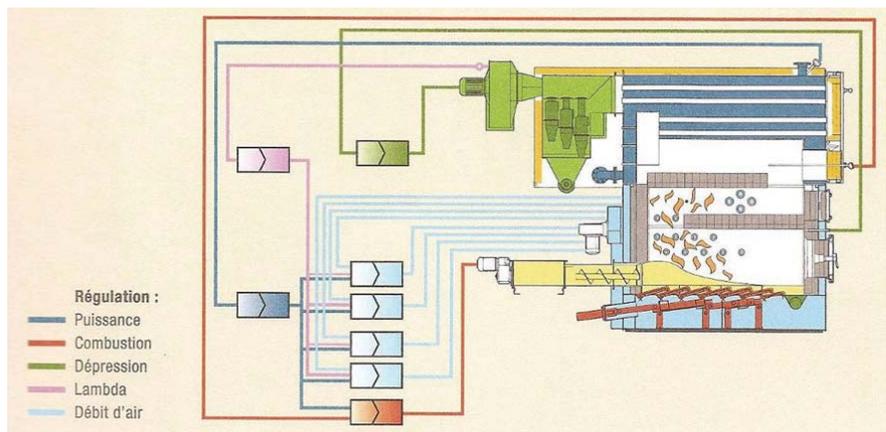


1. Silo de stockage du combustible
2. Extraction du silo par des échelles à entraînement hydraulique
3. Transport du combustible par une vis transversale de collecte
4. Chaudière à grille Schmid Pyrotronic Low-Nox
5. Système de contrôle et de surveillance Pyrotronic Perfekt PPV
6. Décendrage automatique du foyer et élimination des particules du filtre multicyclones

Commande Schmid Pyrotronic Perfekt :

Elle contrôle et optimise le processus de combustion, grâce à 5 circuits de régulation différents :

- >> Régulation de puissance
- >> Régulation de combustion
- >> Régulation de la dépression
- >> Régulation de sonde lambda
- >> Régulation du débit d'air



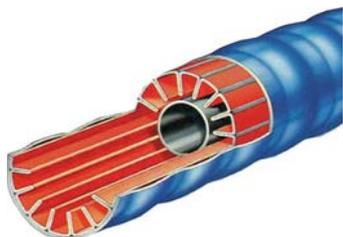
De plus la commande Pyrotronic gère l'ensemble des installations :

- >> Alimentation de la chaudière en combustible
- >> Décendrage automatique
- >> Installation hydraulique
- >> Autres fonctions selon utilisation

Une information claire des tous les processus, donne une information continue au personnel de commande et facilite la surveillance.

« Extrait de la documentation technique des caractéristiques techniques de la **Chaudière fioul Viessmann Paromat – Triplex RN de 225 kW** »

Paromat-Triplex-RN de 70 à 460 kW : Chaudière fioul/gaz à triple parcours à surface d'échange trois épaisseurs avec une bonne tenue à la corrosion pour marche à température d'eau de chaudière modulée. Le système triple parcours réduit plus encore les dégagements d'oxyde d'azote.



Surfaces d'échanges plusieurs épaisseurs

Deux tubes d'acier sont glissés les uns dans les autres et reliés entre eux par des ponts thermiques réalisés par emboutissage. Grâce à ses ailettes longitudinales plissées, le tube intérieur constitue des surfaces d'échange 2,5 fois plus grandes que dans le cas de tubes lisses. La chaudière a besoin de moins de tubes pour ses surfaces d'échange. C'est la raison pour laquelle il est possible de réaliser la Paromat-Triplex avec les mêmes dimensions en version triple parcours avec un conduit de reflux placé au-dessus de la chambre de combustion. La chaudière est moins large et moins haute que les chaudières classiques.

Chaudière basse température fioul

Chaudière à triple parcours à surface d'échange plusieurs épaisseurs

Température maximale des départs : 110 °C

Pression maxi : 4 bars

Régulation électronique Trimatik

Combustion à dégagement de polluants peu élevés grâce à de faibles charges thermiques de la chambre de combustion et à la réduction supplémentaire des dégagements d'oxydes d'azote par le système de triple parcours.

Pompe de recyclage chaudière non nécessaire : les larges lames d'eau et la capacité en eau importante assurent une bonne irrigation et une parfaite évacuation de la chaleur par thermosiphon.

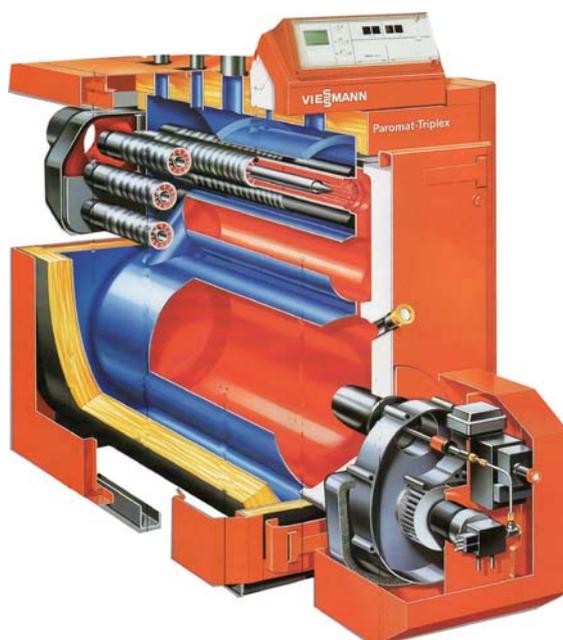


Figure 1 : Paromat Triplex RN

Caractéristiques techniques Paromat-Triplex

Puissance nominale	225 kW
Dimensions totales	
Longueur	1 720 mm
Largeur	942 mm
Hauteur	1 508 mm
Poids tout équipé avec isolation	875 kg
Capacité en eau de chaudière	360 litres
Température de retour chaudière (valeur minimale)	Aucune
Pertes d'entretien à la puissance nominale et à une température d'eau de chauffage de 75/60 °C	0,13 %
Paramètres gaz de fumées et rendement	
Teneur en CO2 avec du fioul	13 %
Indice de noircissement	0 à 1
Rendement global à une température d'eau de chauffage de 75/60 °C	92,5 %
Température des fumées à la puissance nominale	180 °C

Annexe N°7 : Formulaire et tableaux de calcul des charges thermiques et hydriques

Calcul du débit d'eau d'évaporation du hall du bassin de la piscine, selon la méthode VDI.

Détermination de la capacité d'évaporation d'eau des piscines et du débit nécessaire pour la déshumidification, selon la méthode VDI-Richtlinie 2089 :

$$qm_w = \varepsilon \times S \times (Ps - Pi) \quad \text{en [g/h]}$$

- ε : Valeur de l'évaporation [g/m².h.mbar] ; ε = 15 pour les piscines à skimmer
- S : Surface d'évaporation [m²]
- Ps : Pression partielle de vapeur d'eau à la température de la surface de l'eau [mbar]
- Pi : Pression partielle de vapeur d'eau de l'air ambiant [mbar]

t	ps	xs	hs	ρs
°C	mbar	kg/kg	kJ/kg	kg/m ³
20	23,37	0,014884	57,882	1,1785
21	24,85	0,015850	61,369	1,1738
22	26,42	0,016879	65,019	1,1691
23	28,08	0,017970	68,831	1,1644
24	29,82	0,019118	72,791	1,1597
25	31,67	0,020336	76,937	1,1550
26	33,60	0,021626	81,266	1,1503
27	35,64	0,022987	85,785	1,1459
28	37,78	0,024422	90,496	1,1408
29	40,04	0,025944	95,434	1,1361
30	42,41	0,027520	100,517	1,1313
31	44,91	0,029247	105,996	1,1265
32	47,53	0,031073	111,729	1,1216
33	50,29	0,032937	117,567	1,1168
34	53,18	0,034936	123,758	1,1119
35	56,22	0,037052	130,257	1,1070
36	59,40	0,039280	137,053	1,1021
37	62,74	0,041636	144,190	1,0971
38	66,24	0,044124	151,670	1,0921
39	69,91	0,046752	159,520	1,0871
40	73,75	0,049518	167,732	1,0820
41	77,77	0,052452	176,390	1,0768
42	81,98	0,055545	185,469	1,0717
43	86,39	0,058816	195,022	1,0664
44	91,00	0,062261	205,033	1,0611

Tableau 1 : Pression partielle de vapeur d'eau [Ps], teneur en eau de l'air [xs], enthalpie [hs] et masse volumique [ρs] d'air humide en saturation

Apports sensibles par le plan d'eau

Coefficient de transmission thermique par rayonnement : $h_r = 3,72 \cdot \frac{\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{T_1 - T_2}$ en [W/m²K]

Coefficient de transmission thermique par convection en : $h_c = 5,5$ en [W/m²K]

Tableaux de calcul des charges thermiques de climatisation

Date et heure	ORIENTATION																
	N	N/NE	NE	E/NE	E	E/SE	SE	S/SE	S	S/SO	SO	O/SO	O	O/NO	NO	N/NO	ombre
21 Juin - 8 h	61	173	325	422	455	442	316	163	52	47	52	56	56	54	51	46	47
21 Juin - 9 h	76	134	278	402	462	457	376	242	108	71	71	75	75	73	70	66	72
21 Juin - 17 h	116	105	118	131	140	142	141	135	144	235	392	516	526	490	391	248	102
21 Juin - 18 h	137	87	96	107	115	117	115	109	114	163	308	452	474	462	390	270	81
21 Juil. - 13 h	128	143	170	200	226	238	266	308	338	344	323	243	204	146	132	127	150
21 Août - 9 h	77	86	199	353	451	476	440	334	183	77	70	71	70	67	63	60	74
21 Août - 16 h	105	108	121	138	156	164	182	197	266	412	507	533	505	410	271	132	121
21 Sept. - 11 h	65	68	91	146	274	363	504	510	440	315	171	75	72	69	67	65	93
21 Sept. - 13 h	84	85	100	130	171	201	354	474	520	496	419	242	166	91	85	84	114
21 Sept. - 14 h	85	86	98	122	155	176	250	392	500	535	507	371	296	151	89	85	114
21 Sept. - 15 h	81	82	91	111	137	153	203	286	438	527	551	468	404	259	113	82	105

Tableau 2 : Charge surfacique maximale par le vitrage en [W/m²]

Date et heure	ORIENTATION																
	N	N/NE	NE	E/NE	E	E/SE	SE	S/SE	S	S/SO	SO	O/SO	O	O/NO	NO	N/NO	ombre
21 Juin - 8 h	- 1,4	- 1,3	- 0,9	- 0,6	- 0,6	- 0,6	- 1,0	- 1,3	- 1,3	- 0,9	- 0,2	0,2	0,2	0	- 0,4	- 1,1	- 2,0
21 Juin - 9 h	- 1,6	- 1,0	- 0,3	0	0	0	- 0,9	- 1,7	- 1,9	- 1,5	- 1,0	- 0,5	- 0,5	- 0,7	- 1,1	- 1,7	- 2,5
21 Juin - 17 h	2,2	3,6	5,4	7,2	8,3	8,6	8,3	7,3	6,3	5,8	5,5	4,7	4,2	3,5	2,6	2,0	2,1
21 Juin - 18 h	3,1	4,2	5,8	7,4	8,3	8,7	8,5	7,8	7,4	7,6	7,7	7,1	6,6	5,5	4,2	3,1	3,1
21 Juil. - 13 h	0,6	2,4	4,9	6,9	7,9	8,0	6,4	4,2	2,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,5	0,3	0,1
21 Août - 9 h	- 0,6	- 0,2	0,2	0,6	0,8	0,9	0,7	0,4	0,3	0,6	0,9	0,9	0,8	0,4	0	- 0,4	- 0,7
21 Août - 16 h	2,4	3,2	5,0	7,2	9,1	10,1	11,0	10,5	9,0	7,3	5,9	4,3	3,7	3,0	2,6	2,4	2,9
21 Sept. - 11 h	- 4,4	- 4,1	- 2,9	- 1,8	- 1,0	- 0,7	- 0,7	- 1,3	- 2,1	- 2,9	- 3,0	- 3,3	- 3,4	- 3,7	- 4,1	- 4,3	- 4,2
21 Sept. - 13 h	- 3,7	- 3,4	- 1,8	0,3	2,3	3,0	3,5	2,5	0,8	- 1,2	- 2,3	- 2,8	- 3,0	- 3,2	- 3,5	- 3,6	- 3,4
21 Sept. - 14 h	- 3,0	- 2,7	- 1,1	1,1	3,5	4,6	5,7	4,9	3,1	0,7	- 0,9	- 2,1	- 2,3	- 2,6	- 2,8	- 2,9	- 2,5
21 Sept. - 15 h	- 2,1	- 1,8	- 0,4	1,8	4,3	5,6	7,4	7,1	5,5	3,1	1,0	- 0,8	- 1,3	- 1,7	- 1,9	- 2,1	- 1,5

Tableau 3 : Ecart virtuel de température en K, des parois verticales opaques des constructions traditionnelles

Parois opaques		α
Type	Nature	
Verticales	Construction avec bonne isolation	0,7
	Construction courante	1,0
	Construction ancienne peu isolée	1,3
Horizontales	Construction avec bonne isolation	0,6
	Construction courante	1,0
	Construction ancienne (toiture)	2,0

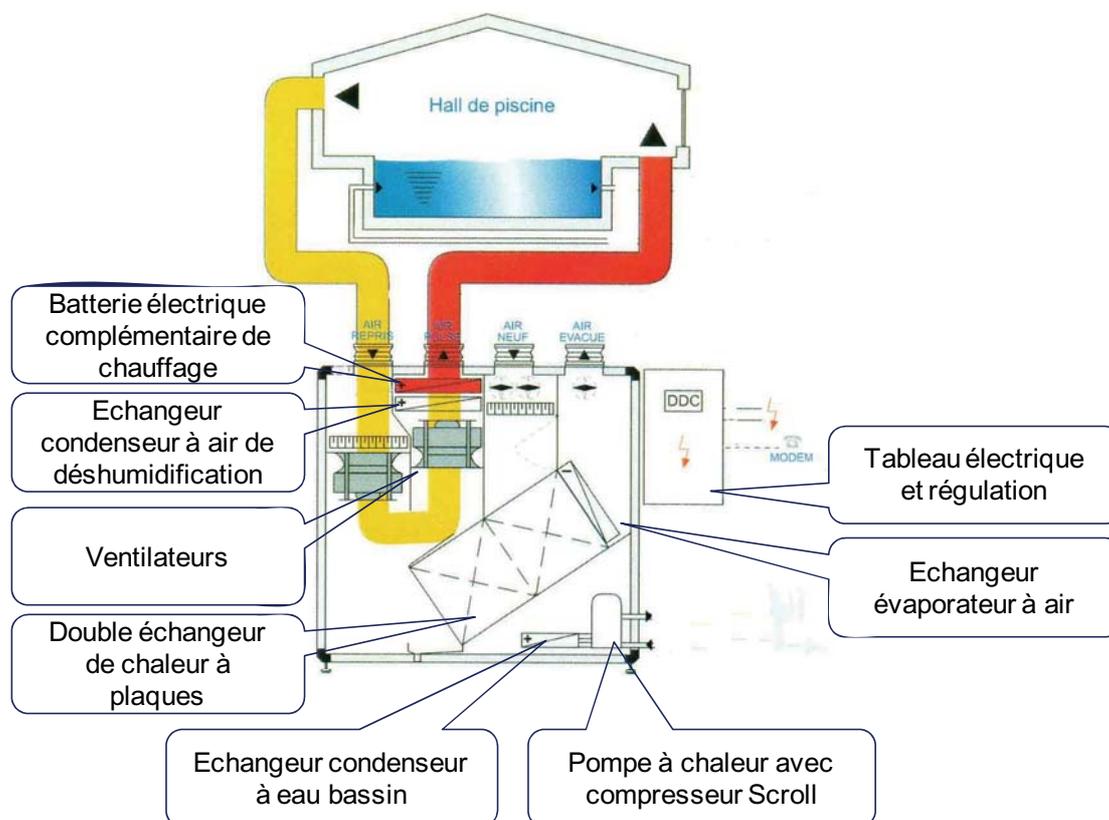
Tableau 4 : Coefficient de correction de l'écart virtuel en fonction de la nature des parois

Activité	Température ambiante							
	21 °C		23 °C		25 °C		27 °C	
	Sensible	Latent	Sensible	Latent	Sensible	Latent	Sensible	Latent
Assis, au repos	79	31	73	37	67	43	59	51
Debout, au repos	86	39	78	47	70	55	61	64
Activité modérée (ex. : bureau, couture)	91	59	82	68	72	78	62	88
Activité moyenne	95	80	84	92	73	102	62	110
Activité importante	104	96	90	110	75	125	63	137

Tableau 5 : Métabolisme humain. Valeur exprimées en [W]
Minoration : -20% pour les femmes, de -20 à -40% pour les enfants, -10% pour un public mixte

ThermoCond® Climatiseur pour piscines couvertes avec double récupérateur et pompe à chaleur

Le MENERGA **ThermoCond®**, série 29, a été conçu pour les piscines d'hôtel, de thalassothérapie et toutes autres petites piscines couvertes. Cet appareil déshumidifie, chauffe et assure le renouvellement de l'air des piscines couvertes. L'eau de piscine peut être chauffée par le **ThermoCond®**.



Caisson de l'appareil

Avec cadre en tôle d'acier profilée, isolée à l'intérieur, monté sur pieds avec amortisseurs.

Amortisseurs de vibrations

1 jeu d'amortisseur de vibrations fourni avec le groupe.

Clapets de commande de l'air, avec servomoteurs

Un jeu de clapet pour l'air neuf et l'air évacué. Clapets en exécution étanche avec des lamelles contre-rotatif.

Unité ventilateur

2 ventilateurs radiaux de forte puissance et à haut rendement. Aubes de turbine profilées, courbées en arrière.

Filtre à air

Un ensemble de filtres à air compacts, à haut rendement, pour l'air repris et l'air neuf.

Echangeur de chaleur à haut rendement

Double échangeur de chaleur à plaques à contrecourant asymétrique à haut rendement, en polypropylène, résistant aux acides et aux produits alcalins, à haute résistance à la corrosion.

Secteur chauffage

Batterie électrique avec ailettes d'aluminium pressées, équipée d'un thermostat de sécurité.

Pompe à chaleur pour la déshumidification

Une installation de pompe à chaleur, comprenant : un condenseur en tubes de cuivre à ailettes d'aluminium refroidi par air, un évaporateur à détente directe, un compresseur frigorifique refroidi par les gaz d'aspiration, un dessiccateur de frigorigène, un détendeur.

Tableau électrique et régulation

Une armoire de commande montée sur le groupe de traitement d'air, avec régulation de la température ambiante et de l'humidité. Régulation automatique du mélange d'air neuf en fonction de la température extérieure et en fonction du mode d'utilisation de la piscine. Réglage séparé des débits d'air pulsé et repris.

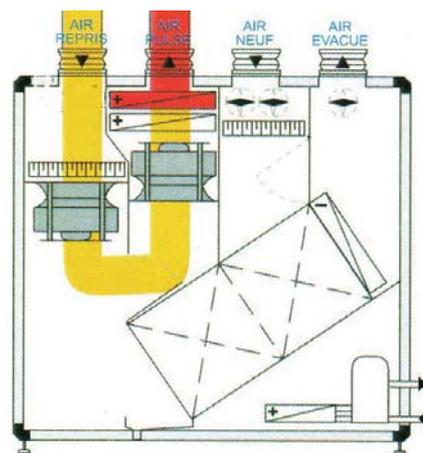
Activation pompe de la batterie d'eau chaude

Par le biais d'un contact à potentiel libre, la pompe de la batterie d'eau chaude du bassin pourra être activée.

Le MENERGA ThermoCond®, choisit automatiquement l'opération la plus économique. Les différents cycles de fonctionnement sont les suivants :

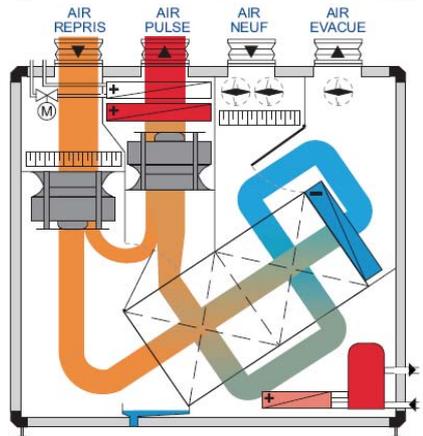
Cas 1 : Chauffage du hall du bassin par air recyclé

La batterie chaude électrique compense les déperditions statiques du local.



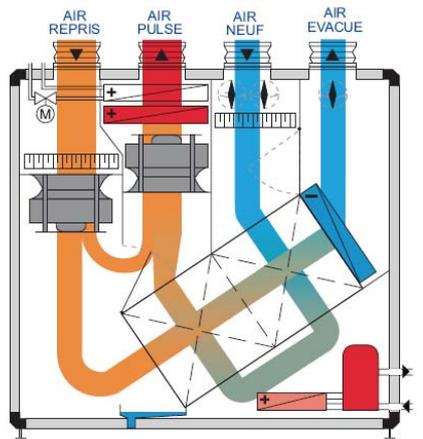
Cas 2 : Cycle de déshumidification en période d'inoccupation hiver

Déshumidification d'une partie de l'air de la piscine par refroidissement au travers de l'évaporateur de la pompe à chaleur. L'air déshumidifié est ensuite préchauffé par un deuxième passage dans l'échangeur. Cet air est mélangé à de l'air repris non-traité pour être chauffé par le condenseur qui utilise la chaleur récupérée lors de la déshumidification.



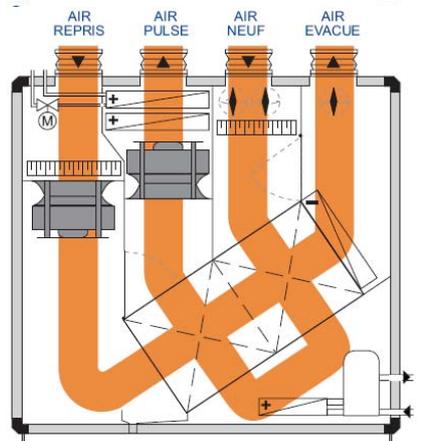
Cas 3 : Cycle de déshumidification en période d'occupation hiver

Lorsque la piscine est utilisée, de l'air neuf est incorporé à l'air déjà présent dans le circuit. Cela permet de conserver la qualité de l'air. L'air neuf froid augmente l'effet de pré-refroidissement. La déshumidification obtenue par augmentation du taux d'air neuf est complétée, selon les besoins, avec la pompe à chaleur.



Cas 4 : Cycle estival

En été, ou lors de température extérieure élevée, les clapets de recirculation sont fermés et l'air soufflé est constitué entièrement d'air neuf passé par le récupérateur de chaleur à haut rendement. La déshumidification est obtenue par le cycle air évacué / air neuf, en général sans pompe à chaleur.



MENERGA® Centrale de traitement d'air confort pour piscine
Série 29 .. 11 ThermoCond®

Données techniques et puissances
Type d'appareil avec condenseur à eau du bassin (BWK)

		29 11 11	29 15 11	29 20 11	29 25 11	29 35 11
Débit d'air nominal	m ³ /h	1 100	1 500	2 000	2 500	3 500
Double récupérateur de chaleur à plaques						
Efficacité sensible de l'échangeur	%			70		
Puissance de déshumidification ¹⁾	kg/h	4.9	6.7	8.1	9.7	14.1
Taux d'air neuf /air évacué possible, cycle Hiver	%	0 - 66	0 - 66	0 - 66	0 - 66	0 - 66
Taux d'air neuf /air évacué possible, cycle Eté	%	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100	0 - 100
Pertes de pression externe :						
Gaine de soufflage et reprise ³⁾	Pa	400	400	400	400	400
Gaine de soufflage et air neuf ³⁾	Pa	300	300	300	300	300
Gaine de reprise et d'évacuation	Pa	300	300	300	300	300
Niveau de puissance acoustique ⁴⁾⁶⁾						
Manchette air soufflé	dB(A)	76	75	76	77	80
Manchette air repris	dB(A)	73	73	74	75	76
Manchette air neuf	dB(A)	56	57	59	62	61
Manchette air évacué	dB(A)	58	59	61	64	63
Puissance absorbée ⁷⁾						
Ventilateur de soufflage ⁴⁾	kW	0.53	0.59	0.80	0.93	1
Ventilateur de reprise ⁴⁾	kW	0.42	0.49	0.66	0.75	1.12
Ventilateur de soufflage ⁵⁾	kW	0.42	0.47	0.66	0.80	1.34
Ventilateur de reprise ⁵⁾	kW	0.31	0.38	0.53	0.61	0.88
Compresseur	kW	1.1	1.1	1.4	1.7	2.5
Courant maximum	A	15.3	10.8	14.0	14.9	26.3
Réseau 3/N/PE 50 Hz	V	230	400	400	400	400
Puissance batterie électrique complémentaire	kW	7.0	9.5	12.0	14.9	22.0

¹⁾ en cycle recyclage sans mélange d'air neuf, état de l'air ambiant 30°C/60% h.r.

²⁾ différence de température Air Soufflé-Air Repris

³⁾ à débit nominal

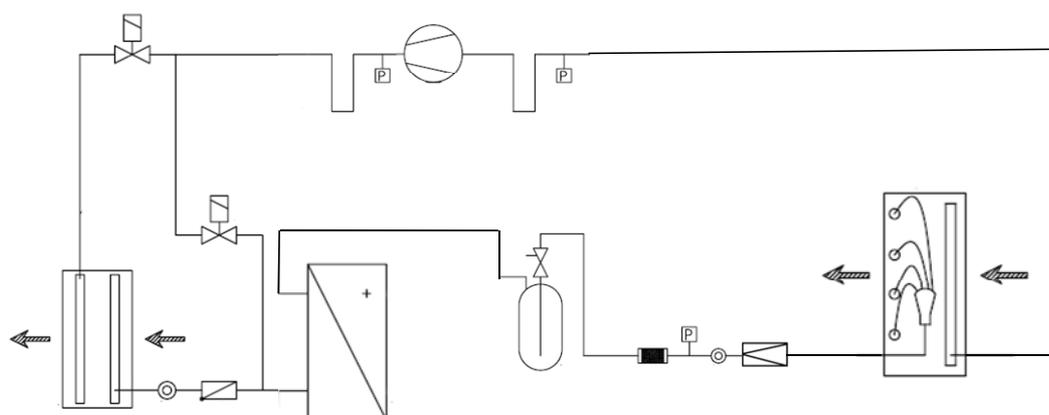
⁴⁾ à encrassement moyen des filtres

⁵⁾ à perte de pression initiale des filtres

⁶⁾ à 250 Hz, fréquence moyenne

⁷⁾ température d'entrée d'air 30°C

Schéma du circuit frigorifique :



- 1 – Compresseur
- 2 – Condenseur à Air
- 3 – Condenseur à Eau
- 4 – Evaporateur
- 5 – Détendeur
- 6 – Electrovanne
- 7 – Déshydrateur
- 8 – Clapet de non retour
- 9 – Voyant hygrosopique

La régulation s'effectue avec une priorité donnée au condenseur à air par rapport au condenseur à eau. L'énergie est transmise soit partiellement soit totalement à l'eau du bassin.