

SESSION 2014

**CAPET
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP**

Section : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR

Option : ÉNERGIE

EXPLOITATION PÉDAGOGIQUE D'UN DOSSIER TECHNIQUE

Durée : 4 heures

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.

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

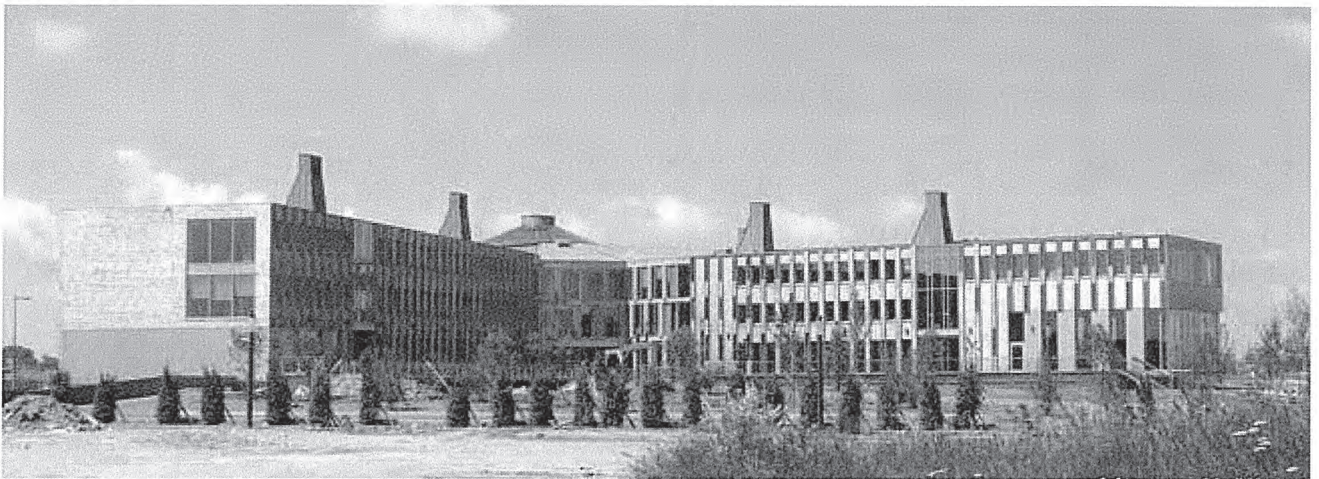
Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

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

NB : 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.

Constitution du sujet



Sujet :	pages 1 à 3
Dossier pédagogique :	pages 4 à 15
Dossier technique :	pages 16 à 29

Les réflexions pédagogiques qui sont proposées dans ce sujet doivent amener les candidats à construire une séquence de formation relative **aux enseignements spécifiques de spécialité du baccalauréat STI2D**. Les programmes des enseignements spécifiques de spécialités résultent d'un prolongement de l'enseignement technologique transversal dans des champs techniques particuliers. Il est donc indispensable de lier les contenus de ces deux programmes. La réflexion devra porter sur cette particularité.

Les professeurs doivent proposer des activités concrètes pour que les élèves apprennent, mais ils sont également confrontés à une exigence de planification, de définition et de hiérarchisation de séquences d'enseignement cohérentes garantissant d'aborder tous les points du programme assignés. En plus de garantir la cohérence de l'enseignement, ce séquençage est aussi le point de départ de véritables mutualisations pédagogiques. Si chaque enseignant reste libre de définir ses séquences et leurs contenus, la mutualisation des activités n'a de sens que si la relation programme/séquence/activités, qui peut être proposée, est correctement décrite. C'est à partir de cette identification que d'autres professeurs pourront adapter, modifier, améliorer une proposition donnée à un nouveau contexte.

Le concept de séquence

Une séquence est une suite logique et articulée de séances de formation qui amène obligatoirement à une synthèse et à une structuration des connaissances découvertes ou approfondies, et qui donne lieu à une évaluation des connaissances ou des compétences visées.

Dans la description proposée du séquençage de l'enseignement technologique transversal – **documents pédagogiques DP2** –, le choix a été fait de définir des séquences de durées variables de quelques semaines - ni trop courtes, pour s'assurer de la possibilité d'agir et d'apprendre, ni trop longues, pour ne générer aucune lassitude - et compatibles avec le calendrier des périodes de vacances scolaires.

Dans cette organisation, le concept de séquence respecte les données suivantes :

- chaque séquence vise l'acquisition, en découverte ou approfondissement, de compétences et connaissances précises du référentiel, identifiées dans le programme ;
- chaque séquence permet d'aborder de 1 à 2 centres d'intérêt, voire 3 au maximum, de manière à faciliter les synthèses et limiter le nombre de supports ;
- chaque séquence correspond à un thème unique de travail, porteur de sens pour les élèves et intégrant les centres d'intérêts utilisés ;
- chaque séquence est constituée de 2 à 4 semaines consécutives au maximum ;
- la durée de l'année scolaire est de 30 semaines, de façon à laisser une marge de manœuvre pédagogique, laissant ainsi 6 semaines par année scolaire, à répartir entre les séquences, pour intégrer des remédiations, des évaluations, des sorties et visites, ... ;
- chaque séquence donne lieu à une séance de présentation à tous les élèves, explicitant les objectifs, l'organisation des apprentissages et les supports didactiques utilisés ;
- chaque séquence donne lieu à une évaluation sommative, soit intégrée dans son déroulement, soit prévue dans le cours d'une séquence suivante.

Le séquençage des enseignements spécifiques de spécialité suit exactement les mêmes règles. Pour faciliter la flexibilité des organisations, des séquences de durée identique sont imposées en vis-à-vis des séquences de l'enseignement technologique transversal.

Les données d'entrée

La première donnée est le programme STI2D, celui de l'enseignement technologique transversal est résumé dans la matrice du document **DP 2**, celui de l'enseignement spécifique de spécialité est donné document **DP 1**.

La deuxième entrée dans le séquençement est le choix des centres d'intérêt, ils sont fournis dans le **DP 1** et **DP2**.

La troisième entrée incontournable correspond à l'utilisation locale qui est faite de la dotation horaire globale pour l'enseignement technologique transversal (voir **DP 3**) et pour l'enseignement spécifique de spécialité, le détail est fourni dans le texte relatif au travail demandé.

La quatrième entrée concerne le système technique support de tout ou partie des activités de formation, il concerne une opération d'aménagement touristique durable. Celui qui est proposé dans ce sujet est succinctement décrit ci-après et de manière complémentaire dans les **documents techniques DT1 à DT9**. Une liste, non exhaustive, des documents et supports disponibles est donnée dans le sujet en fin du questionnaire.

Nouveau siège de la caisse d'allocations familiales des Côtes d'Armor



Description sommaire de l'opération

Avec 89 000 allocataires, le nouveau siège départemental de la Caisse d'allocation Familiale (CAF) de Bretagne proposera de meilleures conditions d'accueil.

Cette opération est composée d'un bâtiment R+2 d'environ 7330 m², de type R+2, réparti sur 3 ailes, d'un espace « enfance-famille », d'aménagements extérieurs et d'espaces verts.

Pour la construction du siège départemental, le maître d'ouvrage s'est engagé dans un parcours de certification « bâtiments tertiaires – démarche HQE » avec label BBC EFFINERGIE. Cette démarche de développement durable marque singulièrement l'opération de construction et ceci, à toutes les étapes, et pour tous les acteurs mobilisés dans cette opération, y compris en phase chantier.

Pour répondre à ces objectifs, le bâtiment dispose de deux PAC géothermiques sur forage, de panneaux solaires photovoltaïques et d'une gestion technique centralisée (GTC).

La ventilation est assurée par six grandes « cheminées solaires », dont le principe consiste à utiliser les effets combinés du tirage thermique, du tirage solaire et du vent. Ce principe garantit la ventilation naturelle des locaux durant la journée et leur rafraîchissement nocturne ; les coûts liés à la ventilation sont ainsi diminués par l'utilisation de « moteurs naturels » pour faire circuler l'air dans le bâtiment.

Les eaux de pluie sont récupérées pour alimenter les sanitaires et les bassins plantés de végétaux filtrants.

Une vaste rotonde en verre accueillera l'espace public. Deux accès sont prévus. L'un par l'avant de l'édifice où devrait arriver une ligne de bus. Un autre accès est prévu par l'arrière où se situera un parking d'une centaine de places, ainsi qu'un vaste parc arboré ouvert à tous et notamment aux habitants du quartier.

Travail demandé

1- **Commenter et analyser** l'organisation globale de l'enseignement technologique transversal et les choix pédagogiques réalisés pour la **séquence 4** en classe de première décrite dans le document **DP3**.

2- **Décrire** de la même manière, l'organisation et les contenus de formation de la **séquence d'enseignement spécifique de la spécialité Énergie et Environnement de première STI2D**, correspondant à la séquence 4 de l'enseignement technologique transversal (voir question précédente).

Il est demandé de :

- choisir les centres d'intérêt parmi ceux proposés ;
- donner les items du programme abordés en cours et le nombre d'heures qui y seront consacrés ;
- déterminer la nature (étude de dossier, activité pratique, projet) et le nombre d'activités en groupes allégés qui seront proposées aux élèves ainsi que la rotation prévue ;
- définir l'objectif de formation de chacune des activités ;
- préciser sur quel support les activités sont réalisées sachant qu'une au moins est relative à la caisse d'allocation familiale de Bretagne.

Les choix d'utilisation de la dotation horaire globale par l'établissement conduisent à 1 h de cours classe entière et 4 h en groupes allégés.

La formalisation de la présentation est laissée à l'initiative du candidat. Elle peut s'appuyer ou reprendre celle des séquences de l'enseignement technologique transversal.

Une argumentation annexe sera développée afin de justifier les choix faits, et de mettre en évidence la liaison entre l'enseignement technologique transversal et celui l'enseignement spécifique de spécialité Énergie et Environnement.

3- **Décrire** le scénario d'une activité, relative à la séquence de formation de la question 2, en groupes allégés relative à l'utilisation du support proposé (CAF des Côtes d'Armor). Les éléments suivants doivent être développés :

- un rappel de l'objectif de formation, de la durée et de la nature de l'activité ;
- la liste et description détaillée des documents techniques nécessaires ;
- les éléments de didactisation du système ;
- la démarche pédagogique utilisée et la forme du travail (groupe, binôme, individuel, etc...) ;
- la description du travail demandé à l'élève et la relation avec les documents techniques remis.

4- Le dernier point à développer concerne **la rédaction d'une fiche de synthèse des connaissances** abordées lors de la séquence de formation de la question 2. **Doivent être précisés :**

- la forme et la structure de la fiche de synthèse ;
- les points clés retenus ;
- leurs développements synthétiques.

Documents et supports disponibles ne figurant pas dans la documentation du sujet

1- Maquette numérique du bâtiment.

2- Dossiers constructeurs :

- extraits du cahier des clauses techniques particulières tous corps d'état ;
- extraits du dossier de synthèse des études spécifiques menées par les bureaux d'études techniques (thermique, ventilation).

3- Logiciels de simulation d'écoulement de fluides, de comportement thermique.

4- Documentations complètes et logiciels spécifiques des systèmes didactiques décrits dans le sujet.

DOSSIER PÉDAGOGIQUE

Enseignement spécifique de spécialité Énergie et Environnement

A- Objectifs et compétences de l'enseignement spécifique de spécialité EE du baccalauréat STI2D

Objectifs de formation	Compétences attendues
O7 - Imaginer une solution, répondre à un besoin	CO7.ee1. Participer à une démarche de conception dans le but de proposer plusieurs solutions possibles à un problème technique identifié en lien avec un enjeu énergétique CO7.ee2. Justifier une solution retenue en intégrant les conséquences des choix sur le triptyque Matériau - Énergie - Information CO7.ee3. Définir la structure, la constitution d'un système en fonction des caractéristiques technico-économiques et environnementales attendues CO7.ee4. Définir les modifications de la structure, les choix de constituants et du type de système de gestion d'une chaîne d'énergie afin de répondre à une évolution d'un cahier des charges
O8 – Valider des solutions techniques	CO8.ee1. Renseigner un logiciel de simulation du comportement énergétique avec les caractéristiques du système et les paramètres externes pour un point de fonctionnement donné CO8.ee2. Interpréter les résultats d'une simulation afin de valider une solution ou l'optimiser CO8.ee3. Comparer et interpréter le résultat d'une simulation d'un comportement d'un système avec un comportement réel CO8.ee4. Mettre en œuvre un protocole d'essais et de mesures sur le prototype d'une chaîne d'énergie, interpréter les résultats
O9 – Gérer la vie du produit	CO9.ee1. Expérimenter des procédés de stockage, de production, de transport, de transformation, d'énergie pour aider à la conception d'une chaîne d'énergie CO9.ee2. Réaliser et valider un prototype obtenu en réponse à tout ou partie du cahier des charges initial CO9.ee3. Intégrer un prototype dans un système à modifier pour valider son comportement et ses performances

B- Programme de l'enseignement spécifique de spécialité EE du baccalauréat STI2D.

1. Projet technologique

Objectif général de formation : vivre les principales étapes d'un projet technologique justifié par la modification d'un système existant, imaginer et représenter un principe de solution technique à partir d'une démarche de créativité.

1.1 La démarche de projet	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Les projets industriels				
Typologie des entreprises industrielles et des projets techniques associés (projets locaux, transversaux, « joint venture »)		P	1	Présentation à partir de cas industriels représentatifs de la gestion d'énergie d'objets manufacturés en grande série et petites séries.
Phases d'un projet industriel (marketing, pré conception, pré industrialisation et conception détaillée, industrialisation, maintenance et fin de vie)		P	2	Les études de dossiers technologiques proposées doivent permettre l'identification d'innovations

Principes d'organisation et planification d'un projet (développement séquentiel, chemin critique, découpage du projet en fonctions élémentaires ou en phases) Gestion, suivi et finalisation d'un projet (coût, budget, bilan d'expérience)		P	2	<i>technologiques et amener à des études comparatives de coûts.</i>
Les projets pédagogiques et technologiques				
Étapes et planification d'un projet technologique (revues de projets, travail collaboratif en équipe projet : ENT, base de données, formats d'échange, carte mentale, flux opérationnels)		P/T	3	<i>Il s'agit d'expliquer et d'illustrer les grandes étapes d'un projet technologique et pédagogique pour les faire vivre aux élèves au cours du cycle terminal STI2D à travers des microprojets et un projet technologique en terminale.</i>
Animation d'une revue de projet ou management d'une équipe projet		P/T	3	
Évaluation de la prise de risque dans un projet par le choix des solutions technologiques (innovations technologiques, notion de coût global, veille technologique)		P/T	2	
1.2 Paramètres de la compétitivité	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Conformité à une norme L'ergonomie : sécurité dans les relations homme - système, maintenabilité, fiabilité Innovation technologique : intégration des fonctions et optimisation du fonctionnement, solutions intégrant des énergies renouvelables Influence de la durée de vie des constituants	*	P/T	2	<i>Les études de dossiers technologiques proposées doivent permettre l'identification d'innovations ou de solutions technologiques conduisant à diminuer l'impact environnemental en réponse à un besoin énergétique. Ces études amènent : - à des études comparatives de performances et de coûts ; - à comprendre en quoi la conformité à une norme ou l'amélioration de l'ergonomie peut valoriser un système.</i>
1.3 Vérification des performances	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Contraintes du cahier des charges : performances, qualité, sécurité, temps caractéristiques	*	P/T	3	<i>La vérification permet de s'assurer que les performances restent dans des limites acceptables (du point de vue du cahier des charges).</i>
Recette du prototype au regard des besoins formalisés dans le cahier des charges		T	3	<i>La recette se limite aux aspects fonctionnels et comportementaux.</i>
1.4 Communication technique	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Compte rendu d'une activité de projet Présentation d'une intention de conception ou d'une solution Animation d'une revue de projet	*	P/T	3	<i>Au sein d'un groupe de projet, chaque élève peut, à tour de rôle, assurer le rôle d'animateur ou de participant.</i>

2. Conception d'un système

Objectif général de formation : définir tout ou partie des fonctions assurées par une chaîne d'énergie et le système de gestion associé, anticiper ou vérifier leurs comportements par simulation.

2.1 Approche fonctionnelle d'une chaîne d'énergie	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Structure fonctionnelle d'une chaîne d'énergie, graphe de structure d'une chaîne d'énergie	*	P/T	3	Il s'agit, dans la spécialité, de construire un graphe définissant la structure fonctionnelle de la chaîne d'énergie. Il s'agit également de caractériser les grandeurs influentes et les grandeurs influencées en entrées/sorties de chaque processus élémentaire de stockage, transfert et de transformation d'énergie mis en œuvre dans la chaîne d'énergie.
Schéma de transfert d'énergie	*	P/T	3	L'importance du schéma de transfert d'énergie est mise en évidence dans le cadre de l'optimisation énergétique.
Structures d'alimentation en énergie multi-transformateur	*	P/T	3	Il s'agit de pouvoir choisir ou adapter une structure d'alimentation pour répondre à un profil de besoin de consommation énergétique.
2.2 Approche fonctionnelle du système de gestion de la chaîne d'énergie	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Gestion de l'information dédiée aux applications énergétiques, caractéristiques des fonctions des systèmes	*	P	3	Il s'agit de transposer les savoirs et savoir-faire relatifs aux systèmes de gestion de l'information abordés dans les enseignements technologiques transversaux au contexte de gestion de l'énergie.
Fonctions de communication homme - système : types et caractéristiques	*	P/T	2	L'étude des fonctionnalités assurées par une interface homme-système permet de mettre en évidence la réponse aux besoins de gestion de l'énergie et aux besoins d'interactivité entre l'utilisateur et le système.
Autour d'un point de fonctionnement donné, systèmes asservis ou régulés : - représentation fonctionnelle (schémas blocs, chaîne d'action et de retour, correcteur - grandeur réglée, réglante et perturbatrice		P/T	2	Dans le cas d'études d'un système asservi ou régulé, il s'agit d'identifier les grandeurs caractéristiques et les fonctions, de décoder ou de modifier un schéma-bloc.
2.3 Paramètre influent la conception	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Efficacité énergétique passive et active d'un système	*	P/T	3	Ce concept a été abordé dans les enseignements technologiques communs. Dans l'enseignement spécifique de la spécialité, il s'agit de proposer et de transposer des solutions permettant d'améliorer l'efficacité énergétique d'un système.

2.4 Approche comportementale	ETC	P/T	Tax	Commentaires
2.4.1 Comportement énergétique des systèmes				
Comportement dynamique d'un mécanisme Théorème de l'énergie cinétique Inertie ramenée sur l'arbre primaire Exploitation d'une maquette numérique et d'un résultat de simulation		T	3	<i>Les solides étudiés sont des constituants ou des composants d'une chaîne d'énergie. Il s'agit de mettre en évidence l'influence d'une inertie sur une chaîne d'énergie.</i>
Comportement temporel des constituants d'une chaîne d'énergie, représentation Caractéristiques et comportements thermique et acoustique des matériaux et parois d'un bâtiment	*	P/T	3	<i>Dans le cas d'un bâtiment, le comportement thermique ou acoustique est étudié sur une paroi composite ou une partie vitrée.</i>
Charge d'une chaîne d'énergie : définition, types de charges, caractérisation	*	P/T	3	<i>La caractérisation de la charge se fait par mesure ou par simulation. Dans le cas d'un bâtiment, l'étude se limite à l'identification des paramètres influents de la structure sur le comportement de la charge.</i>
Optimisation des échanges d'énergie entre source et charge, amélioration de l'efficacité énergétique : disponibilité, puissance, reconfiguration, qualité, adaptabilité au profil de charge, inertie, régularité, modes de fonctionnement (marche, arrêt, intermittence)	*	T	3	<i>Ce concept abordé dans les enseignements technologiques communs, est approfondi dans la spécialité en vue de proposer et de transposer des solutions permettant d'optimiser les échanges d'énergie entre source et charge.</i>
2.4.2 Gestion de l'énergie en temps réel				
Contrôle instantané du fonctionnement du système en vue d'un maintien au plus près d'un point de fonctionnement		T	3	<i>Identification du principe utilisé (régulation, asservissement) et caractérisation des paramètres influant sur le contrôle instantané du fonctionnement du système en vue d'un maintien au plus près d'un point de fonctionnement.</i>
Diagramme états - transitions pour un système événementiel	*	P/T	3	<i>L'activité de limite à l'analyse d'un diagramme états-transitions simple.</i>
2.4.3 Validation comportementale par simulation				
Loi de commande, paramètres du modèle de comportement, paramètres de l'environnement Validation du comportement énergétique d'une structure par simulation Validation du comportement du système de gestion d'une chaîne d'énergie par simulation	*	P/T	3	<i>Les outils de simulation, complémentaires aux expérimentations, sont mis en œuvre régulièrement pour comprendre, analyser ou prédire un comportement ou un résultat, pour aider au paramétrage et au dimensionnement de constituants. La mise en œuvre des outils de simulation s'appuie sur l'utilisation de bibliothèques.</i>
2.5 Critères de choix de solutions				
Constituants matériels et logiciels associés aux fonctions techniques assurées par la chaîne d'énergie et répondant aux performances attendues	*	P/T	3	<i>Les principales caractéristiques des constituants sont étudiées en vue de les choisir ou de valider des choix. Le choix de capteur s'inscrit dans une recherche d'optimisation de la</i>

DP 1 : compétences – Programme EE – Centres d'intérêt

Type de système de gestion de l'énergie Interfaces entre le système de gestion de l'énergie et la chaîne d'énergie Capteurs Protections contre les surintensités et contre les surcharges Conducteurs				consommation énergétique ou dans le cadre du projet pour prélever des grandeurs caractéristiques destinées au système de télégestion et de télésurveillance
Coût global d'un système : investissement initial, maintenance, entretien, adaptation à l'usage, consommation énergétique		T	3	La recherche de l'optimisation du coût global d'un système ou d'un constituant se fait en envisageant différents systèmes de gestion de l'énergie et (ou) différents scénarios de cycle de vie. Cette recherche permet d'identifier les parties du système les plus pénalisantes d'un point de vue de l'impact environnemental.

3. Transports et distribution d'énergie, études de dossiers technologiques

Objectif général de formation : développer une culture des solutions technologiques de transport et de distribution d'énergie.

3.1 Production et transport d'énergie	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Types et caractéristiques des centrales électriques, hydrauliques, thermiques Types de solutions de production d'énergies renouvelables, caractéristiques		P	2	Études pouvant se faire dans le cadre de préparations d'exposés, de comptes rendus suite à des visites de sites industriels, de conférences.
Structure d'un réseau de transport et de distribution d'énergie électrique, caractéristiques et pertes		T	2	Il s'agit d'aborder l'intérêt d'utiliser le courant alternatif, des niveaux élevés de tensions, un réseau triphasé plutôt que monophasé. L'utilisation du courant continu peut être abordée dans le cadre d'études de cas particulières telles que les interconnexions sous-marines. Les études de dossiers technologiques permettent de montrer les spécificités et modes d'exploitation différents selon la structure de réseau utilisée (maillée, radiale, arborescente).
Distribution de l'énergie électrique		T	2	La distribution électrique est identifiée au sein d'un schéma général de production, transport et distribution, et placée dans le contexte d'utilisation de l'énergie (quartiers, usines, transports ferroviaires). Les études se limitent aux caractéristiques de tensions.
Structure d'un réseau de production, de transport et de distribution de fluides		P	2	Les études de dossiers technologiques abordent les composants principaux des réseaux de transport par canalisation et les contraintes de sécurité.
Gestion du réseau de transport Comptage et facturation de l'énergie Impact environnemental		T	2	Les nouvelles stratégies de gestion des réseaux d'énergie sont abordées au travers de cas d'étude (réseaux « intelligents »). L'impact environnemental est abordé au travers d'une analyse fine de l'usage et d'une meilleure relation avec l'action des usagers.

4. Réalisation et qualification d'un prototype

Objectif général de formation : réaliser un prototype répondant à un cahier des charges et vérifier sa conformité, effectuer des essais et des réglages en vue d'une optimisation.

4.1 Réalisation d'un prototype	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Décodage de notices techniques et des procédures d'installation		P/T	3	<i>L'activité de décodage est nécessaire pour intégrer et mettre en œuvre un constituant, pour identifier une amélioration souhaitable dans un système.</i>
Agencement, paramétrage et interconnexion de constituants de la chaîne d'énergie		P/T	3	<i>Un compte-rendu est rédigé pour formaliser les procédures, les paramétrages et les choix retenus.</i>
Mise en œuvre d'un système local de gestion de l'énergie		P/T	3	<i>La mise en œuvre se limite à la réalisation des interconnexions avec la chaîne d'énergie et au paramétrage du système local de gestion</i>
Mise en œuvre d'un système de télégestion et de télésurveillance		T	3	<i>La mise en œuvre du système de télégestion et de télésurveillance se fait dans le cadre des projets pour assurer le suivi des performances énergétiques et le pilotage éventuel du prototype à distance.</i>
4.2 Sécurité	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Techniques liées à la sécurité : notion de redondance, auto-surveillance Prévention des risques : prévention intrinsèque, protection, information		T	2	<i>Les principes généraux sont abordés au travers d'études de cas et appliqués au cours des activités de projet.</i>
4.3 Essais et réglages en vue d'assurer le fonctionnement et d'améliorer les performances	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Protocole d'essais, essais et caractérisation des écarts par rapport au comportement attendu Essais hors énergie, essais statiques en énergie, essais dynamiques Démarche raisonnée d'identification des causes des écarts et de résolution des problèmes Paramètres à ajuster pour un fonctionnement spécifié d'un système ou d'un constituant		P/T	3	<i>Il s'agit de mener une démarche raisonnée et progressive alternant essai, analyse des observations et comparaison du comportement attendu puis ajustements sur le système.</i>

Extrait du document ressource : proposition de centres d'intérêt en EE

Centres d'intérêt proposés		Outils et activités mis en œuvre	Connaissances abordées	Réf de compétences visées
CI 1	Typologie des systèmes énergétiques	Mise en œuvre un équipement didactique Modélisation des chaînes d'énergie Systèmes techniques intégrant une gestion d'énergie, de charge, d'énergies renouvelables. Systèmes mono source ou multi sources Équipements didactiques du laboratoire EE	Approche fonctionnelle d'une chaîne d'énergie Approche fonctionnelle du système de gestion de la chaîne d'énergie Décodage des procédures d'installation Mise en œuvre d'un système local de gestion de l'énergie	CO7.EE3 CO8.EE4
CI 2	Production d'énergie	Caractérisation d'un système de production d'énergie Systèmes de production d'électricité, de chaleur et de froid Dispositif d'acquisition de données multi physiques. Études réalisées sur des dossiers réels avec possibilité de faire des visites sur site ou conférence	Types et caractéristiques des centrales électriques, hydrauliques, thermiques Types de solutions de production d'énergies renouvelables, caractéristiques Sûreté de fonctionnement et prévention des risques	CO7.EE3 CO8 CO9.EE1
CI 3	Transport, stockage et distribution de l'énergie et réseaux spécifiques	Caractérisation de la structure d'un réseau de transport et de distribution d'énergie et simulations associées. Le stockage d'énergie et solutions associées Études réalisées sur des dossiers réels avec possibilité de faire une visite sur site ou conférence	Comportement énergétique des systèmes et validation comportementale par simulation Structure d'un réseau de transport et de distribution d'électricité Structure d'un réseau de transport et de distribution de fluides Comptage et facturation de l'énergie. Impact environnemental Sûreté de fonctionnement et prévention des risques	CO7.EE3 CO8 CO9.EE1
CI 4	Efficacité énergétique passive	Efficacité et rendement d'une chaîne d'énergie Comportement des constituants (modulateurs, convertisseurs, transmetteurs) Solutions passives d'amélioration de l'efficacité énergétique Équipements didactiques pour comparaisons, modifications. Logiciels de simulation (dans le cadre de l'habitat par exemple)	Projet technologique Approche fonctionnelle d'une chaîne d'énergie Sûreté de fonctionnement et prévention des risques Essais et réglages en vue d'assurer le fonctionnement et d'améliorer les performances	CO7 CO8 CO9.EE2 CO9.EE3
CI 5	Efficacité énergétique active	Caractérisation du mode de gestion de l'énergie d'un système Paramétrage de l'unité de gestion Évaluation d'une solution active d'amélioration de l'efficacité énergétique. Équipements didactiques intégrant une solution de gestion par l'apport d'une interface de la chaîne d'information paramétrable ou programmable et intégrée à la chaîne d'énergie (automate, régulation, télégestion, télésurveillance, etc.)	Projet technologique Approche fonctionnelle du système de gestion de la chaîne d'énergie Sûreté de fonctionnement et prévention des risques Essais et réglages en vue d'assurer le fonctionnement et d'améliorer les performances	CO7 CO8 CO9.EE2 CO9.EE3

Centres d'intérêt retenus pour l'enseignement technologique transversal

CI 1	Développement durable et compétitivité des produits
CI 2	Design, architecture et innovations technologiques
CI 3	Caractérisation des matériaux et structures
CI 4	Dimensionnement et choix des matériaux et structures
CI 5	Efficacité énergétique dans l'habitat et les transports
CI 6	Efficacité énergétique liée au comportement des matériaux
CI 7	Formes et caractéristiques de l'énergie
CI 8	Caractérisation des chaînes d'énergie
CI 9	Amélioration de l'efficacité énergétique dans les chaînes d'énergie
CI 10	Efficacité énergétique liée à la gestion de l'information
CI 11	Commande temporelle des systèmes
CI 12	Formes et caractéristiques de l'info
CI 13	Caractérisation des chaînes d'info.
CI 14	Traitement de l'information
CI 15	Optimisation des paramètres par simulation globale

Compétences du programme de l'enseignement technologique transversal

Objectifs de formation		Compétences attendues
Société et développement durable	O1 - Caractériser des systèmes privilégiant un usage raisonné du point de vue développement durable	CO1.1. Justifier les choix des matériaux, des structures d'un système et les énergies mises en œuvre dans une approche de développement durable CO1.2. Justifier le choix d'une solution selon des contraintes d'ergonomie et d'effets sur la santé de l'homme et du vivant
	O2 - Identifier les éléments permettant la limitation de l'Impact environnemental d'un système et de ses constituants	CO2.1. Identifier les flux et la forme de l'énergie, caractériser ses transformations et/ou modulations et estimer l'efficacité énergétique globale d'un système CO2.2. Justifier les solutions constructives d'un système au regard des impacts environnementaux et économiques engendrés tout au long de son cycle de vie
Technologie	O3 - Identifier les éléments influents du développement d'un système	CO3.1. Décoder le cahier des charges fonctionnel d'un système CO3.2. Évaluer la compétitivité d'un système d'un point de vue technique et économique
	O4 - Décoder l'organisation fonctionnelle, structurelle et logicielle d'un système	CO4.1. Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d'un système ainsi que ses entrées/sorties CO4.2. Identifier et caractériser l'agencement matériel et/ou logiciel d'un système CO4.3. Identifier et caractériser le fonctionnement temporel d'un système CO4.4. Identifier et caractériser des solutions techniques relatives aux matériaux, à la structure, à l'énergie et aux informations (acquisition, traitement, transmission) d'un système
	O5 - Utiliser un modèle de comportement pour prédire un fonctionnement ou valider une performance	CO5.1. Expliquer des éléments d'une modélisation proposée relative au comportement de tout ou partie d'un système CO5.2. Identifier des variables internes et externes utiles à une modélisation, simuler et valider le comportement du modèle CO5.3. Évaluer un écart entre le comportement du réel et le comportement du modèle en fonction des paramètres proposés
Communication	O6 - Communiquer une idée, un principe ou une solution technique, un projet, y compris en langue étrangère	CO6.1. Décrire une idée, un principe, une solution, un projet en utilisant des outils de représentation adaptés CO6.2. Décrire le fonctionnement et/ou l'exploitation d'un système en utilisant l'outil de description le plus pertinent CO6.3. Présenter et argumenter des démarches, des résultats, y compris dans une langue étrangère

DP 2 – matrice de l'enseignement technologique transversal

Chapitre 1 et 2		H	Chapitre 3	H	Centres d'intérêts et répartitions des heures														
Compétitivité et créativité	Paramètres de la compétitivité	6			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Cycle de vie d'un produit	6			3	3													
	Compromis CEC	4				2					2					2			
	Étapes de la démarche	8			4	4													
Eco conception	Mise à disposition des ressources	20			20														
	Utilisation raisonnée des ressources	16			4	4	4	4	4			4							
	Organisation fonct. d'une chaîne d'énergie	25							10				20	7					
	Organisation fonct. d'une chaîne d'info.	15												3	12	4	8	12	
Outils de représentation	Représentation du réel	20			2	10	2	2	2	2									
	Représentations symboliques	20					4	1	1	2		4	1	1			4	1	1
	Modèles de comportement	4																	
	Comportement des matériaux	8			12	2	4	8		4									1
Approche comportementale	Comportement mécanique des S.	30			16		12	20	2										6
	Structures porteuses	16						16	6										
	Comportement énergétique	32			52			8	20			10	20	6	20				
	Comportement informationnel des systèmes	30			20									6	15			25	4
TOTAL		260		420	35	25	26	55	17	36	6	18	41	23	47	6	12	60	12
sous total chapitres 1 et 2		260		240	24	24	22	22	12	18	6	12	20	18	20	6	8	28	0
Heures première				180	11	1	4	33	5	18	0	6	21	5	27	0	4	32	12
Heures terminale																			
Compétences																			
Séquences de première	1- Éco construction des produits			24	12						6					6			
	2- Design et architecture des produits			24		24													
	3- Structure et matériaux dans les ouvrages			16			10	6											
	4- Énergie dans les ouvrages			16								6	10						
Séquences de première	5- Information dans les ouvrages			16													4	12	
	6- Efficacité énergétique et matériaux			32	6				12	14									
	7- Efficacité énergétique et SI			32	6									18	8				
	8- Structure et matériaux des systèmes mécatroniques			16			12	4											
Séquences de première	9- Énergie dans les systèmes mécatroniques			16								6	10						
	10- Information dans les systèmes mécatroniques			16													4	12	
	11- Comportement des systèmes			32				12		4						12		4	

DP 2 – matrice de l'enseignement technologique transversal

Chapitre 1 et 2		H	Chapitre 3		H	Centres d'intérêts et répartitions des heures														
Compétitivité et créativité	Paramètres de la compétitivité	6				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Cycle de vie d'un produit	6				3	3													
	Compromis CEC	4					2					2					2			
	Étapes de la démarche	8				4	4													
Eco conception	Mise à disposition des ressources	20				20														
	Utilisation raisonnée des ressources	16				4		4		4										
	Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie	25	16							10	4			20	7					
Approche fonctionnelle des systèmes	Organisation fonctionnelle, d'une chaîne d'information	15	22												3	12	4	8	12	
	Représentation du réel	20				2	10	2	2	2	2									
Approche comportementale	Représentations symboliques	20						4	1	1	2		4	1	1			4	1	1
	Modèles de comportement	4																		
	Comportement des matériaux	8				12	2		4	8	4									1
	Comportement mécanique des systèmes	30			16			12	20	2										6
	Structures porteuses	16								16	6									
	Comportement énergétique	32	52							8	20		10	20	6	20				
	Comportement informationnel des systèmes	30	20												6	15			25	4
			22															22		
sous total chapitres 1 et 2		260	TOTAL		420	35	25	26	55	17	36	6	18	41	23	47	6	12	60	12
			Heures première		240	24	24	22	22	12	18	6	12	20	18	20	6	8	28	0
			Heures terminale		180	11	1	4	33	5	18	0	6	21	5	27	0	4	32	12

Séquences de terminales		Compétences	
1- Traitement de l'information	18	18	18
	12		
2- Dimensionnement des structures	12	12	12
	12		
3- Solutions et comportement des structures dans l'habitat	12	12	12
	12		
4- Solutions et comportement de l'énergie dans l'habitat	12	12	12
	12		
5- Gestion de l'information dans l'habitat	12	12	12
	12		
6- Eco conception, éco construction et choix des matériaux	18	18	18
	24		
7- Performances et pilotage des systèmes multisources	12	12	12
	12		
8- Solutions constructives et comportement des structures dans les systèmes mécatroniques	12	12	12
	12		
9- Solutions constructives et comportement de l'énergie dans les systèmes mécatroniques	12	12	12
	12		
10- Commande temporelle des systèmes mécatroniques	12	12	12
	12		
11- Modélisation et comportement des systèmes	36	36	36
	36		

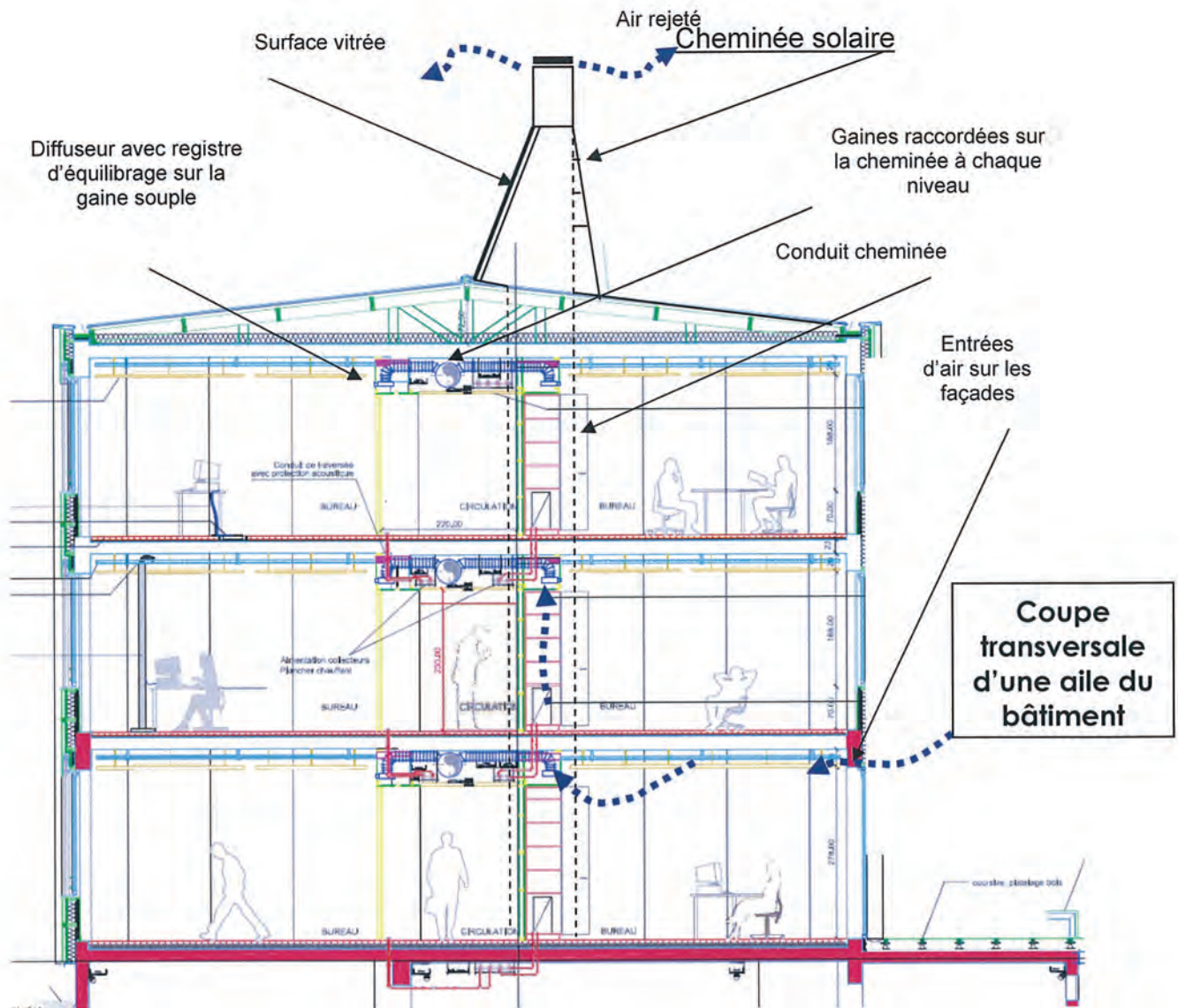
Tournez la page S.V.P.

DP 3 : fiche séquence

SÉQUENCE 4 L'énergie dans les ouvrages														
Centres d'Intérêt abordés dans la séquence (3 maxi)				Classe de 32 élèves EE : Nombre d'élèves par groupe				16						
1	CI 8	Caractérisation des chaînes d'énergie									6 h			
2	CI 9	Amélioration de l'efficacité énergétique dans les chaînes d'énergie									10 h			
3														
Nb de semaines		2 sem		Choix de l'utilisation de la DGH dans l'établissement		3		heures classe entière						
Total horaire élève		14 heures				4		heures en groupe (hors 1 h STI en LV1)						
Horaire élève classe entière		6 h		Activités en groupes allégés										
Horaire élève groupe		8 h												
Cours														
Sem 1	Utilisation raisonnée des ressources		3h		CI		CI 8 / C 9							
	Typologie des solutions constructives de l'énergie				Heures professeur		4		4		4			
	Représentations symboliques				Objectifs		L'objectif général de la cette séquence est de découvrir une typologie de solutions permettant de diminuer la consommation énergétique dans un bâtiment, d'en comprendre l'organisation fonctionnelle et le comportement global.							
					Nb élèves		4		4		4			
					Nb postes		2		2		2			
Sem 2	Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie		3h		Durée activité		2 h		2 h		2 h			
	Comportement énergétique				Supports 1		Cheminée solaire							
	Évaluation				Supports 2		VMC							
					Supports 3				Pompe à chaleur					
					Supports 4						Panneaux photovoltaïques			
				Supports 5										
Répartition des élèves														
Semaines					Rotation des activités en groupes allégés									
Classe de 32 élèves divisée en 2 groupes allégés de 16 élèves, rotation gérée sur 4 groupes de 4 élèves.					S1		G1 (4 élèves)		G2 (4 élèves)		G3 (4 élèves)			
							G2		G1		G4		G3	
					S2		G4		G3		G1		G2	
							G3		G4		G2		G1	
Rotations					Page									

DOSSIER TECHNIQUE

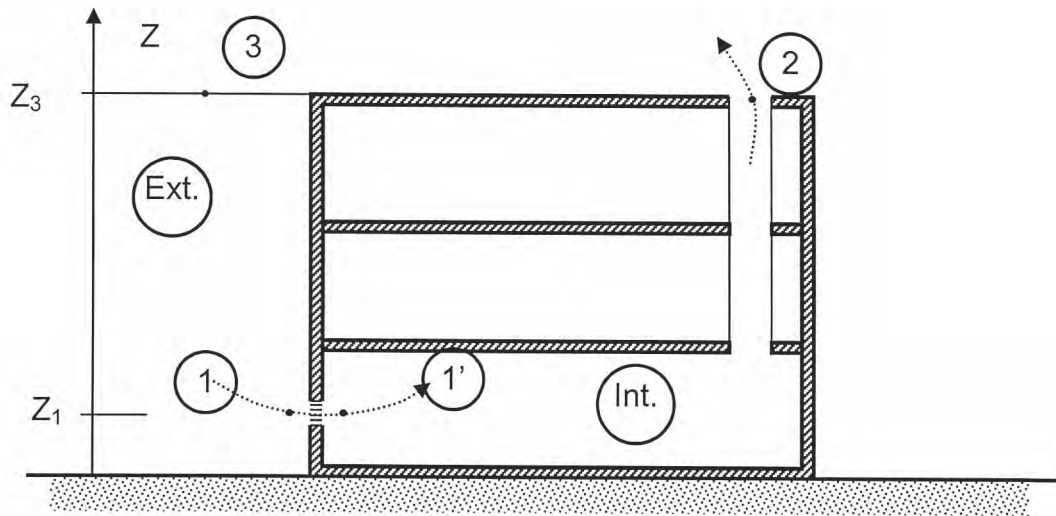
DT 1 : principe de la ventilation par cheminée solaire



Ce dispositif permet de conjuguer trois effets pour renouveler l'air intérieur :

- l'effet de « tirage thermique » généré par le gradient de température de l'air entre le point d'entrée en façade et le point de sortie au sommet de la cheminée ;
- l'effet de la cheminée solaire équipée d'une surface vitrée qui réchauffe l'air se trouvant dans la partie supérieure de la cheminée ;
- l'effet dû au vent qui génère des gradients de pression favorisant ou contrariant l'évacuation de l'air intérieur.

Analyse de l'effet de tirage thermique



Les paramètres utilisés :

air extérieur	air intérieur
θ_e : température [°C]	θ_i : température [°C]
ρ_e : masse volumique [kg·m ⁻³]	ρ_i : masse volumique [kg·m ⁻³]

La masse volumique de l'air ρ_0 à P_{atm} et 0°C est considérée égale à 1,293 kg·m⁻³. Les variations de pression atmosphérique en fonction de l'altitude et les effets du vent sont négligées.

L'expression de la pression au point 1 p_1 en fonction de la pression à l'extérieur du bâtiment p_3 s'exprime grâce au principe fondamental de la statique des fluides :	$P_1 = P_3 + \rho_e \cdot g \cdot (Z_3 - Z_1)$
De la même façon à l'intérieur du bâtiment la pression au point 1' s'exprime en fonction de la pression au point 2 :	$P_{1'} = P_2 + \rho_i \cdot g \cdot (Z_2 - Z_{1'})$
Les masses volumiques ρ_i et ρ_e dépendent respectivement des températures θ_i et θ_e . En supposant que l'air peut s'assimiler à un gaz parfait, l'expression donnant ρ_i en fonction de ρ_e , θ_i et θ_e est la suivante :	$P_1 - P_{1'} = P_3 - P_2 + (\rho_e - \rho_i) \cdot g \cdot (Z_2 - Z_1)$ avec $Z_3 = Z_2$ et $Z_{1'} = Z_1$ Par ailleurs : $\Delta P = (\rho_e - \rho_i) \cdot g \cdot (Z_2 - Z_1)$ Avec $P_3 = P_2 = P_{atm}$
Il est possible de démontrer que l'expression de la différence de pression ΔP en fonction des températures et des hauteurs respectives de la bouche d'entrée d'air (z_1) et de la sortie de cheminée (z_2) est la suivante : $\Delta P = \rho_0 \cdot \frac{273,15}{(\theta_e + 273,15)} \cdot \frac{(\theta_i - \theta_e)}{(\theta_e + 273,15)} \cdot g \cdot (Z_2 - Z_1)$ avec g accélération de la pesanteur en m/s ²	

DT 2 : modélisation de la ventilation par cheminée solaire

En supposant que l'on peut appliquer la loi des gaz parfaits à l'air et que les variations de pression sont faibles par rapport à la pression atmosphérique, il est aisé de démontrer que la relation peut se simplifier par :	$\Delta P = 0,044 \cdot (Z_2 - Z_1) \cdot (\theta_i - \theta_e)$
En utilisant cette relation simplifiée, et en se plaçant dans des conditions hivernales $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ et $\theta_e = 0^\circ\text{C}$, avec $Z_2 = 13\text{ m}$ et $Z_1 = 2,5\text{ m}$:	la différence de pression est alors de $\Delta P = 9,24\text{ Pa}$

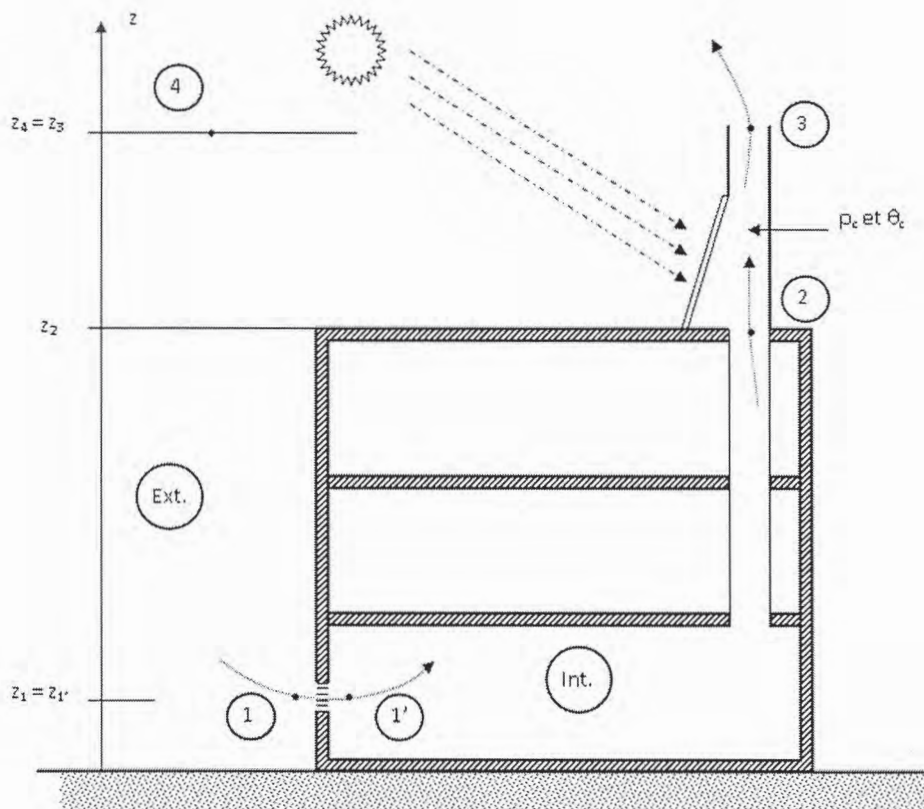
Les pressions motrices sont donc peu élevées et même susceptibles, pour la bouche la plus haute, d'être insuffisantes pour permettre une ventilation correcte sans autre effet que le tirage thermique.

Étude de l'effet de la cheminée solaire

Suite à la conclusion du paragraphe précédent, la contribution de la cheminée solaire dans la répartition des pressions entre la bouche d'entrée d'air et la sortie de la cheminée est donc déterminante. Cette cheminée est recouverte sur une de ses faces (la mieux orientée vis-à-vis du rayonnement solaire) par une paroi vitrée (double vitrage). Lorsque le rayonnement solaire est suffisant cela a pour effet de réchauffer l'air se trouvant dans la partie supérieure de la cheminée.

On considère que cette température est homogène et constante le long de la cheminée solaire.

Modélisation

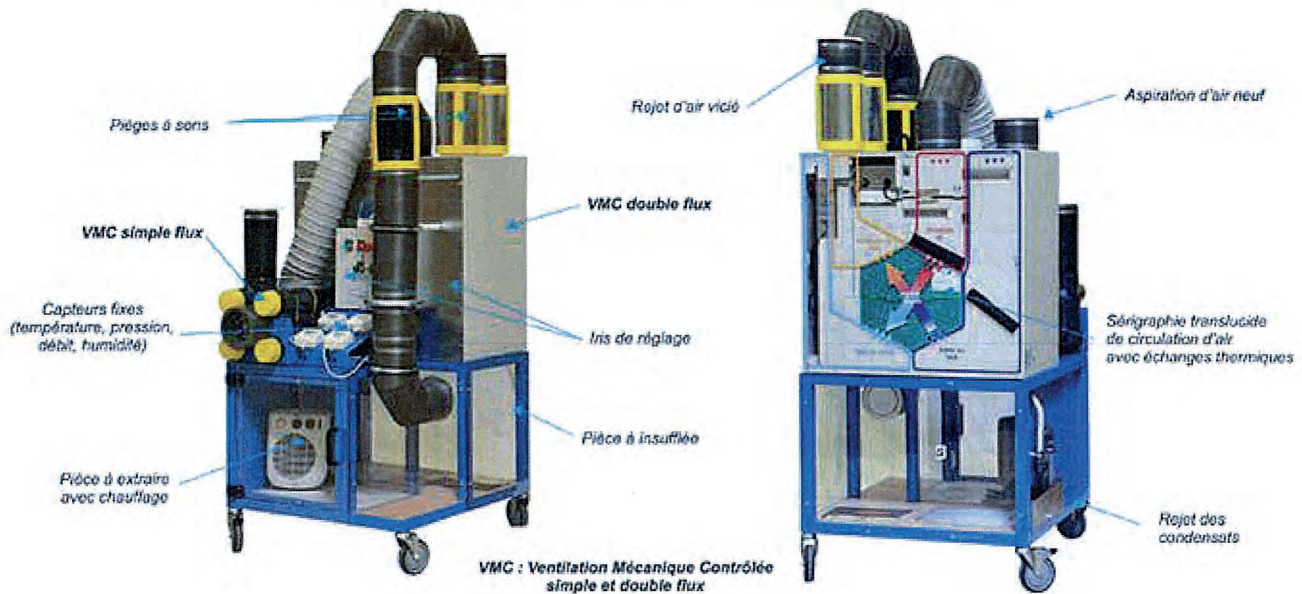


De la même façon, il est possible de démontrer que :	$\Delta P = (\rho_e - \rho_i) \cdot g \cdot (Z_2 - Z_1) + (\rho_e - \rho_c) \cdot g \cdot (Z_3 - Z_2)$
--	--

Dans les mêmes conditions hivernales que précédemment, avec une hauteur de cheminée de 5 m et une température interne à celle-ci de 24°C , on obtient : **$\Delta P = 16,36\text{ Pa}$** .

DT 3 : système didactique de ventilation mécanique contrôlée

Système proposé dans la fiche pédagogique DP3



Dans un bâtiment, la **ventilation mécanique contrôlée** (en abrégé VMC) est un ensemble de dispositifs mécaniques (par opposition à la ventilation naturelle, VN) destinés à assurer le renouvellement de l'air à l'intérieur des pièces, notamment pour les pièces dites *humides* : salles de bains, toilettes, cuisines.

Le système VMC, monté sur un châssis rigide sur roulettes représentant deux pièces distinctes d'une habitation est constitué :

- d'une VMC double flux à haut rendement (>90%) piloté par un régulateur (liaison sans fil). Elle intègre deux ventilateurs à motorisation continue basse consommation (230V), un by-pass partiel de l'échangeur et des filtres polypropylène plissés ;
- d'une VMC simple flux à basse consommation avec deux vitesses de fonctionnement ;
- d'un radiateur soufflant pour la « pièce à air vicié » ;
- de deux iris de réglage pour les pertes de charge ;
- de trois pièces à sons sur les refoulements.

Le système VMC intègre différentes gaines permettant le passage aisé de la VMC simple flux à la VMC double flux et autorisant la prise de mesures.

Le système est instrumenté avec :

- un énergimètre à affichage digital (mesure tension, courant, puissance, consommation, ...) et enregistrement de ces données avec un logiciel d'exploitation ;
- quatre capteurs spécifiques (hygrométrie, pression différentielle, vitesse de l'air, température de l'air) avec sondes mobiles, conditionneurs à affichage digital et sorties analogiques 0-10V ;
- d'une carte d'acquisition et de traitement des données réalisé avec Labview.

DT 4 : système didactique panneau photovoltaïque

Système proposé dans la fiche pédagogique DP3



Le système photovoltaïque réseau est issu d'une véritable installation photovoltaïque d'un pavillon résidentiel connecté au réseau EDF pour une vente partielle ou totale de l'énergie selon le câblage choisi.

Le système est composé :

- d'une partie opérative avec
 - quatre panneaux photovoltaïques couplés en série d'une puissance de 168 W crête ;
 - un châssis facilement manipulable et accueillant les panneaux photovoltaïques avec une inclinaison à 30°, 45° ou 60°.
- d'une partie commande avec :
 - un onduleur industriel normalisé pour la connexion au réseau d'une puissance nominale de 300 W avec une unité de surveillance ;
 - une unité de surveillance à distance (liaison sans fil) ;
 - deux compteurs d'énergie permettant de mesurer l'énergie produite sur le réseau et l'énergie absorbée par le système ;
 - d'un ensemble de protection électrique normalisé.

La partie opérative et la partie commande sont reliées à l'aide d'un connecteur industriel et d'un câble solaire de 20 mètres.



POMPE À CHALEUR

Descriptif technique

Banc homothétique d'applications de chauffage d'origine ENR (aérothermique) avec fonctions ECS et chauffage (réversibilité en option).

Partie opérative

- 1 évaporateur.
- 1 compresseur.
- 1 détendeur.
- 1 échangeur à plaque.
- 1 pompe pour la circulation de l'eau.
- 1 ensemble de capteur (8 sondes de température, 2 manocontacts de sécurité).
- 2 pressostats analogiques pour la lecture de la pression BP et HP.
- 1 débitmètre qui donne en temps réel le

débit de l'eau qui circule dans le bac ou dans le consommateur externe.

1 compteur d'énergie électrique à impulsions avec affichage de la consommation instantanée.

1 bac à eau d'environ 20 litres monté sous le système.

1 sortie sur le côté de la PAC + pour le raccordement d'un consommateur externe (par exemple un aérotherme).

La PAC + permet une montée en température de l'eau de son bac de 20°C à 45°C en moins de 45 minutes et un temps de refroidissement du même ordre.

Partie commande

Un automate S7-1200 avec port Ethernet et Serveur WEB intégré (logiciel de programmation compris) équipé des sondes de température et des entrées et sorties nécessaires au pilotage de la PAC.

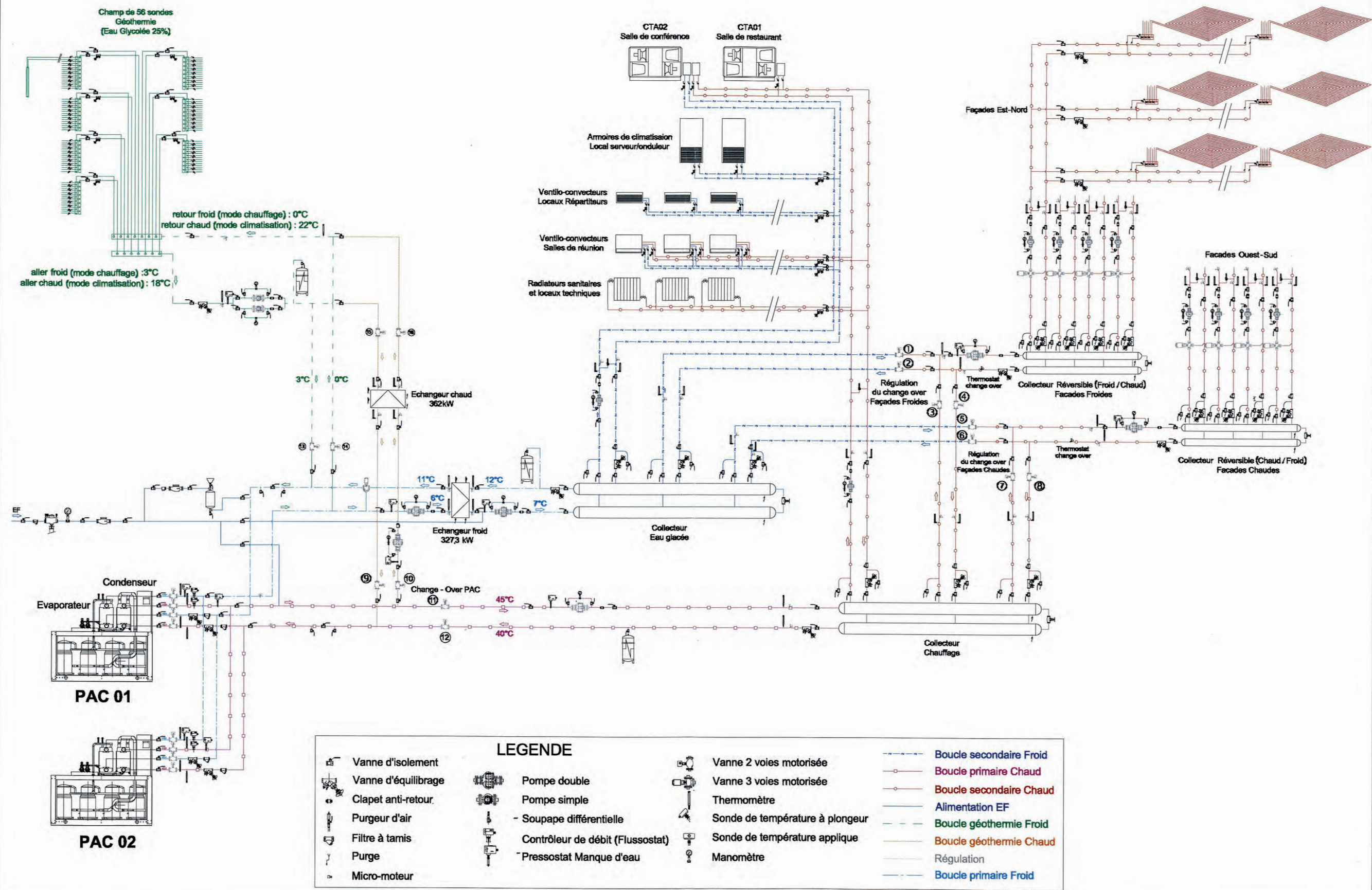
En option : un terminal opérateur type Siemens TP700 7" couleur, graphique et tactile avec fonction WEB Serveur (logiciel de programmation compris) + un Switch 4 ports pour la connexion avec l'automate et avec votre PC de programmation.

La partie commande permet la mise en marche et l'arrêt de la PAC +, le choix des fonctions ECS ou Chauffage (par action sur 2 vannes), le choix du mode chauffage ou refroidissement (par action sur la vanne de réversibilité), la visualisation et l'enregistrement des températures, des pressions du fluide, du débit d'eau et de la consommation électrique.

La fonction enregistrement se lance à la mise en route pour une durée de 2 heures.

Toutes les données horodatées de la PAC + sont ensuite disponibles dans un fichier de type csv à télécharger dans l'automate.

SCHEMA DE PRINCIPE HYDRAULIQUE GEOTHERMIE HIVER



Documentation des panneaux solaires PVL136

UNI-SOLAR.

Panel photovoltaïques de la série PVL
Modèle : PVL-136

- Excellente performance même avec des températures élevées et un faible rayonnement
- Produit garanti 5 ans
- Garantie sur la puissance : 10 ans de garantie sur 92% de la puissance minimale, 20 ans sur 84%, 25 ans sur 80%
- Terminals à connexion rapide* et face adhésive
- Tolérance aux effets d'ombrage grâce aux diodes bypass

Caractéristiques de puissance
Puissance nominale (P_{nom}) : 136 Wc
Tolérance de fabrication : ± 5 %

Caractéristiques techniques
Dimensions : longueur : 6480 mm (216"), largeur : 304 mm (10.5"), épaisseur : 4 mm (0.2"), 16 mm (0.6") avec prise de raccordement soignée

Poids : 7.7 kg (17 livres)

Raccordement : câble 4 mm² avec connecteurs MC² résistants aux intempéries – connectés entre chaque cellule photovoltaïque

Diodes bypass : en polymère ETPF résistant (par ex. Tefzel®) à haute transparence

Encapsulation : matériau d'étanchéité adhésif en éthylène-propylène-opolymère conjugué

Code : de l'inhibiteur microbien

Type de cellule : 22 cellules solaires triple jonction en silicium amorphe, 358 x 238 mm (14" x 9.4") connectées en série

Fiche Technique

Certification et sécurité
CEI IEC 61646 et IEC 61730 par TÜV Rheinland pour une application en systèmes électriques jusqu'à 1000 VDC.

Certifié par l'organisme de contrôle américain Underwriter's Laboratories pour la sécurité électrique et la protection contre les incendies (classe de résistance au feu A inclinaison maximale 21/2, classe de résistance au feu B inclinaison maximale 31/2 et classe de résistance au feu G inclinaison non limitée) pour une application en systèmes électriques jusqu'à 600 VDC.

Configuration standard des lignes
Lignes photovoltaïques avec prise de raccordement soignée et câbles avec connecteurs rapides.

Critères d'application

- Température d'installation entre 10 °C – 40 °C (50 °F – 100 °F)
- Température maximale de la toiture 85 °C (185 °F)
- Inclinaison minimale : 3° (1/2 : 1/2)
- Inclinaison maximale : 80° (2 : 1)
- Substrats approuvés : La liste inclut tous les composants de toiture métallique que des membranes.

Consultez le guide d'installation fabricant pour les substrats et les méthodes d'installation approuvées.

UNI-SOLAR.

Panel photovoltaïques de la série PVL
Modèle : PVL-136

Caractéristiques électriques pour différentes valeurs de rayonnement Indice AM 1.5 et température de cellule 25 °C

Spécifications électriques
STC (Conditions de test standard)
(1000 W/m², AM 1.5, température de cellule 25 °C)
Puissance nominale maximale (P_{max}) : 136 Wc
Tension pour Pmax (V_{mp}) : 33 V
Courant pour Pmax (I_{mp}) : 4.13 A
Tension à vide (V_{oc}) : 48.2 V
Courant à vide (I_{sc}) : 8 A

NOCT
(Température nominale des cellules en mode de fonctionnement)
(800 W/m², AM 1.5, vent de 1 m/sec.)
Puissance nominale maximale (P_{max}) : 105 Wc
Tension pour Pmax (V_{mp}) : 30.8 V
Courant pour Pmax (I_{mp}) : 3.42 A
Tension à vide (V_{oc}) : 42.2 V
NOCT : 40 °C

Notes :

- Dans les 6 à 10 premières semaines de service, les paramètres électriques dépassent les valeurs caractéristiques spécifiées. La puissance peut être supérieure de 15%, la tension de service de 11% et le courant de service de 4%.
- Les spécifications électriques sont basées sur des conditions de test standard : 1000 W/m², AM 1.5, température de cellule 25 °C, sans installation.
- La puissance effective peut varier jusqu'à +10% et la puissance nominale en raison de basses températures, d'effluents spectraux ou autres. La tension à vide maximale de l'installation ne doit pas dépasser les 600 VDC selon UL ou, conformément au code électrique allemand DIN VDE0170, classe de protection II, les 1000 VDC.
- Une fois l'installation terminée, les spécifications sont à nouveau atteintes.

Remarques :

- Dans les 6 à 10 premières semaines de service, les paramètres électriques dépassent les valeurs caractéristiques spécifiées. La puissance peut être supérieure de 15%, la tension de service de 11% et le courant de service de 4%.
- Les spécifications électriques sont basées sur des conditions de test standard : 1000 W/m², AM 1.5, température de cellule 25 °C, sans installation.
- La puissance effective peut varier jusqu'à +10% et la puissance nominale en raison de basses températures, d'effluents spectraux ou autres. La tension à vide maximale de l'installation ne doit pas dépasser les 600 VDC selon UL ou, conformément au code électrique allemand DIN VDE0170, classe de protection II, les 1000 VDC.
- Une fois l'installation terminée, les spécifications sont à nouveau atteintes.

Notes des dimensions sont indiquées en mm
Dimensions : longueur : 6480 mm (216"), largeur : 304 mm (10.5"), épaisseur : 4 mm (0.2")

Notes des dimensions sont indiquées en mm
Dimensions : longueur : 6480 mm (216"), largeur : 304 mm (10.5"), épaisseur : 4 mm (0.2")

Annexe B (informative) Valeurs informatives équations

B.1 Irradiation solaire sur les modules photovoltaïques

Tableau B.1 — Valeurs informatives de l'irradiation solaire annuelle sur un plan horizontal (voir également l'EN ISO 15927-4)

Zone	Régions	$E_{sol,hor}$ (kWh/m ²)/an
PV1	PACA, Languedoc Roussillon	1 500
PV2	Rhône Alpes, Midi Pyrénées	1 350
PV3	Pays de la Loire, Poitou Charente, Aquitaine, Limousin, Auvergne	1 250
PV4	Bretagne, Basse Normandie, Centre, Bourgogne, Franche Comté	1 150
PV5	Nord Pas de Calais, Haute Normandie, Picardie, Ile de France, Champagne-Ardenne, Lorraine, Alsace	1 050

Tableau B.2 — Valeurs informatives du facteur de conversion d'inclinaison et d'orientation pour le calcul de l'énergie incidente sur la surface du module photovoltaïque (voir également l'EN ISO 15927 4)

ZONE PV1		Orientation				
		Ouest	Sud-Ouest	Sud	Sud-Est	Est
		Facteur de conversion f_{tit}				
Angle	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30°	0,93	1,09	1,15	1,09	0,93
	45°	0,87	1,06	1,13	1,06	0,87
	60°	0,79	0,99	1,06	0,99	0,79
	90°	0,59	,074	0,77	,074	0,59
ZONE PV2		Orientation				
		Ouest	Sud-Ouest	Sud	Sud-Est	Est
		Facteur de conversion f_{tit}				
Angle	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30°	0,93	1,06	1,10	1,06	0,93
	45°	0,87	1,02	1,08	1,02	0,87
	60°	0,79	0,95	1,00	0,95	0,79
	90°	0,60	0,70	0,71	0,70	0,60
ZONE PV3		Orientation				
		Ouest	Sud-Ouest	Sud	Sud-Est	Est
		Facteur de conversion f_{tit}				
Angle	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30°	0,93	1,06	1,13	1,06	0,93
	45°	0,87	1,02	1,11	1,02	0,87
	60°	0,79	0,95	1,04	0,95	0,79
	90°	0,60	0,73	0,76	0,73	0,60
ZONE PV4		Orientation				
		Ouest	Sud-Ouest	Sud	Sud-Est	Est
		Facteur de conversion f_{tit}				
Angle	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30°	0,93	1,06	1,11	1,06	0,93
	45°	0,87	1,02	1,08	1,02	0,87
	60°	0,79	0,95	1,01	0,95	0,79
	90°	0,60	0,70	0,74	0,70	0,60

DT 8 : irradiation solaire sur les modules photovoltaïques

ZONE PV5		Orientation				
		Ouest	Sud-Ouest	Sud	Sud-Est	Est
		Facteur de conversion f_{tit}				
Angle	0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	30°	0,93	1,06	1,11	1,06	0,93
	45°	0,87	1,03	1,08	1,03	0,87
	60°	0,79	0,96	1,01	0,96	0,79
	90°	0,59	0,72	0,74	0,72	0,59

B.2 Puissance de crête

Tableau B.3 — Valeurs informatives du coefficient de puissance de crête

Type de module photovoltaïque	K_{pk} kW/m ²
Silicium monocristallin a)	0,12 à 0,18
Silicium polycristallin a)	0,10 à 0,16
Couche mince de silicium amorphe	0,04 à 0,08
Autres couches minces	0,035
Couche mince de diséléniure de cuivre-gallium-indium	0,105
Couche mince de tellure de cadmium	0,095
a) Avec une densité de cellules photovoltaïques minimum de 80 %.	

B.3 Facteur de performance du système

Tableau B.4 — Valeurs informatives du facteur de performance du système

Type d'intégration au bâtiment des modules photovoltaïques	F_{per}
Modules non ventilés	0,70
Modules ventilés ou faiblement ventilés	0,75
Modules très ventilés ou à ventilation forcée	0,80

Extrait du CCTP : chauffage ventilation climatisation, gestion technique centralisée

1 Caractéristiques des fluides à obtenir

Chauffage

Régime d'eau primaire: 45/40°C

Eau chaude constante (circuit batteries chaudes CTA, radiateurs) :

- température départ 45°C ;
- température retour 40°C.

Eau chaude variable (circuit plancher chauffant) :

- température départ 32°C par - 4°C extérieur ;
- température retour 27°C.

Rafrâichissement

Régime d'eau primaire : 7/12°C

Eau glacée constante (circuit batteries froides CTA, ventilo-convecteurs) :

- température départ 7°C ;
- température retour 12°C.

Eau glacée variable (circuits plancher chauffant) :

- température départ 19°C par 28°C extérieur ;
- température retour 24°C.

Ventilation :

- renouvellement d'air (Cafétéria) : température de soufflage d'air 20°C ;
- traitement d'air (Salle de conférence) :

Température de soufflage d'air maximum chauffage : 30°C (DT10°C).

Température de soufflage d'air minimum rafraîchissement : 16°C (DT10°C).

Géothermie

Rejet mini hiver : 0°C.

Rejet maxi été : 22°C.

DT 3°C

2 Hypothèses de calcul chauffage/rafrâichissement

2.1 Hypothèses Chauffage

La température extérieure minimale de base à prendre en compte pour le dimensionnement des installations de chauffage sera de - 4°C.

2.2 Hypothèses Rafrâichissement

Le rafraîchissement sera optimisé dans la limite de 26°C (RT2012) d'une part et d'autre part suivant les contraintes liées à la condensation dans le respect des prescriptions du CSTB.

3 Chauffage/rafrâichissement principe

La production de chaleur et de froid pour le bâtiment sera assurée par deux pompes à chaleur eau/eau d'une puissance thermique unitaire de 181 kW en conditions standards EUROVENT (+7°C).

La dissipation des calories et frigories sera assurée par un ensemble de sondes géothermiques.

Un jeu de vannes d'isolement motorisées permettra un change-over entre deux modes de fonctionnement:

- hiver - la production de chauffage sera simultanée avec la production d'eau glacée afin de répondre aux besoins en froid des locaux techniques et de la CTA. Le rejet des frigories excédentaires se fera sur les sondes géothermiques.
- été - la production d'eau glacée sera nécessaire et le rejet des calories se fera sur les sondes géothermie via un échangeur « chaud ».

Les émissions en chaud et froid seront assurées par des planchers chauffants réversibles dans le bâtiment principal à l'exception de la salle de conférence, des locaux situés en sous-sol et des locaux climatisés.

La salle de conférence et le restaurant seront chauffés en tout air neuf par des centrales de traitement d'air.

4 Production par pompe à chaleur eau/eau (géothermie sur forage)

Boucles primaires chaud et froid

Les thermo-frigo-pompes ou pompes à chaleur (PAC) seront raccordées chacune sur deux boucles primaires, l'une reliée à l'évaporateur (boucle FROID) et l'autre reliée au condenseur (boucle CHAUD).

Les boucles primaires seront constituées d'un ensemble de vannes de régulation et pompes desservant les échangeurs géothermiques et les collecteurs départ et retour permettant d'alimenter les boucles secondaires de chauffage et de refroidissement conformément au schéma de principe hydraulique fourni.

5 Boucles géothermie

Deux boucles assureront le transfert des calories et des frigories de l'installation à partir des boucles primaires FROID et CHAUD vers les sondes géothermiques.

6 Boucles secondaires plancher chauffant/rafraichissant

Pour le plancher chauffant réversible, un système de collecteurs en local technique permettra d'isoler les fonctionnements des façades de façon à autoriser le chauffage et le rafraîchissement simultanés.

Ce système sera composé de deux collecteurs; un collecteur façade froides et un collecteur façades chaudes.

Chaque collecteur sera alimenté en eau chaude ou en eau glacée en fonction de la demande par l'intermédiaire d'une pompe et de vannes d'isolement motorisées pour le basculement en mode chaud ou froid.

7 Boucles secondaires a température constante

La régulation de température sur chacune des batteries chaudes ou froides sera réalisée par vanne trois voies motorisée au niveau des appareils.

8 Alimentation des sondes géothermiques

Depuis le local technique et jusqu'au regard de branchement extérieur, il sera prévu la fourniture et pose d'un réseau d'eau glycolée qui assurera le transfert des calories et des frigories de l'installation entre les pompes à chaleur et les sondes géothermiques.

9 Centrales de traitement d'air cafeteria et conférence

Pour la cafétéria et la salle de conférence, il sera prévu la mise place et le raccordement de deux centrales de traitement d'air (CTA 1 et CTA2) avec récupération de chaleur permettant l'extraction et le soufflage des débits d'air hygiénique et le chauffage et le rafraîchissement du local dans le cas de la salle de conférence.

10 Architecture du système de GTC généralités

Le système de gestion technique centralisée sera organisé autour d'un système de supervision connecté par l'intermédiaire d'un réseau haut débit, à différents réseaux de terrain via des routeurs. Ces réseaux de terrain sont raccordés sur des modules d'acquisition de données ou sur des modules de commandes.

11 Analyse fonctionnelle

Les équipements mis en service sur ces bâtiments seront supervisés conformément à l'analyse fonctionnelle définie ci-dessous.

Le fonctionnement est en tout air neuf. L'air repris est rejeté.

Mise en service de la centrale CTA selon deux modes :

- par commande manuelle locale : mode auto/forcé (par interrupteur d'armoire) ;
- par GTB.

Le maintien de la température de reprise constante par action progressive sur les vannes des batteries chaudes ou froides se fera par une régulation du type cascade, c'est-à-dire :

- 1^{re} courbe - Consigne de soufflage en fonction de la température de reprise
 - consigne de soufflage à 20°C pour température de reprise à 20°C ;
 - pente de la loi de cascade : 5 (une variation de température de reprise de 1°C crée une variation de consigne de soufflage de 5°C) ;
 - consigne de soufflage maximum : 30°C, minimum 15°C.
- 2^e courbe Consigne de position des vannes en fonction de la température de soufflage
 - zone neutre, 4°C, consigne centrée
 - bande proportionnelle chaud de 10°C, bande proportionnelle froid de 10°C.

Maintien de l'hygrométrie constante en reprise avec limitation haute au soufflage par action progressive sur l'humidificateur vapeur. Signal à 0 % à l'arrêt de la centrale.

Contrôle d'encrassement du pré filtre par pressostat différentiel.

Séquence de démarrage :

- étape 1 - le démarrage de la ventilation, soufflage et reprise, sera temporisé de 120 s par rapport à la mise en service de la CTA afin d'attendre l'ouverture du registre d'air neuf ;
- étape 2 - contrôle de débit d'air soufflage par pressostat différentiel. Contrôle de débit d'air repris par pressostat différentiel. L'ensemble avec arrêt ventilation et alarme si débits non établis après temporisation de 10 s.

Déclenchement du thermostat antigel sur alarme température batterie chaude :

- arrêt ventilation ;
- fermeture du registre d'air neuf ;
- ouverture vanne batterie chaude.

Arrêt de la centrale et alarme en cas de déclenchement du détecteur de fumée avec action sur les registres d'air neuf. L'action sur le registre d'isolement au soufflage est électromagnétique.

Le ventilateur de reprise sera asservi au ventilateur de soufflage et réciproquement. Ils fonctionnent en tout ou rien.

Retour d'état de chaque ventilateur (soufflage et reprise) par contrôle de l'état des contacteurs associés.

Retour d'état de chaque pompe (batterie chaude et batterie froide) par contrôle de l'état des contacteurs associés.