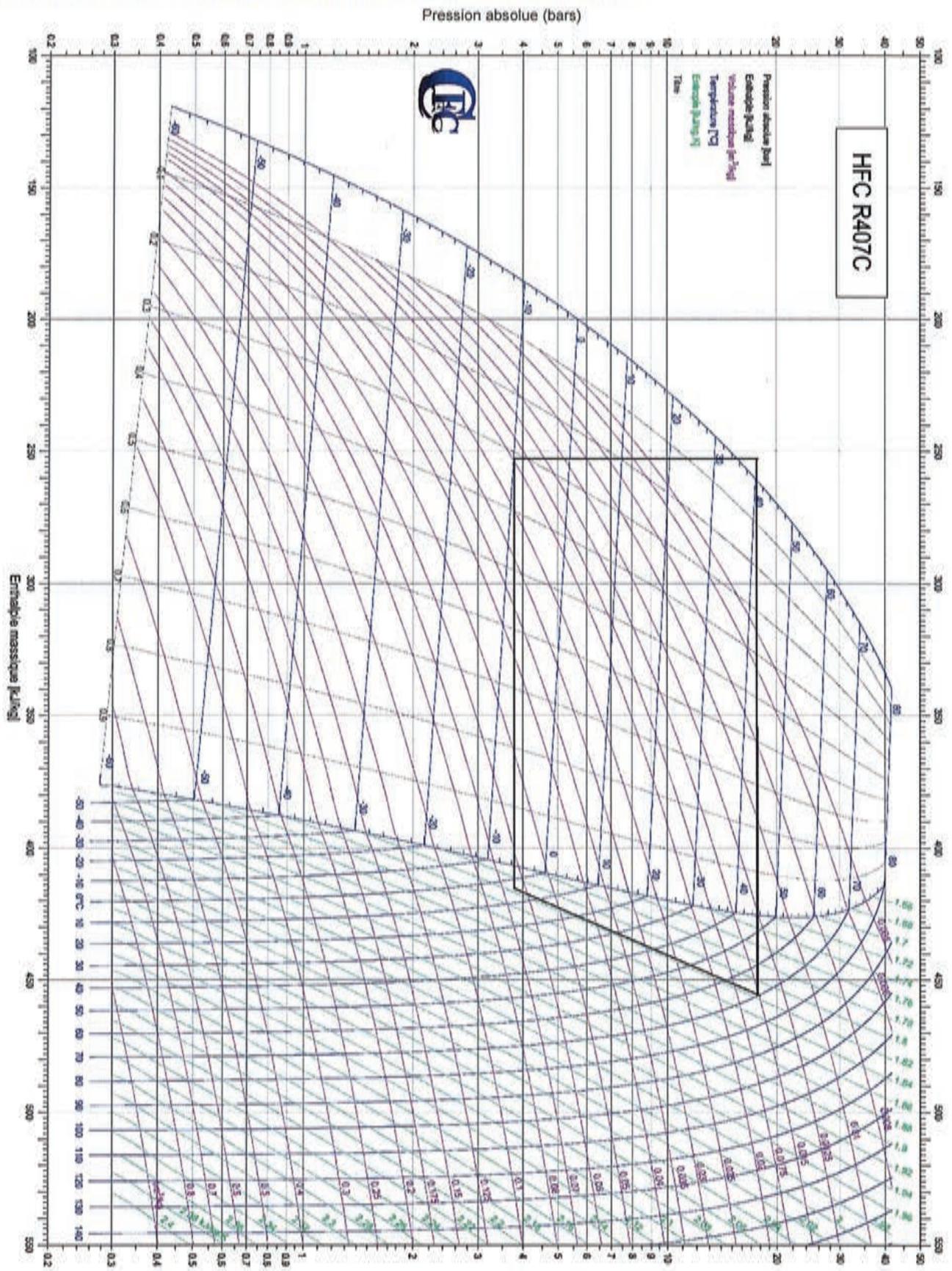
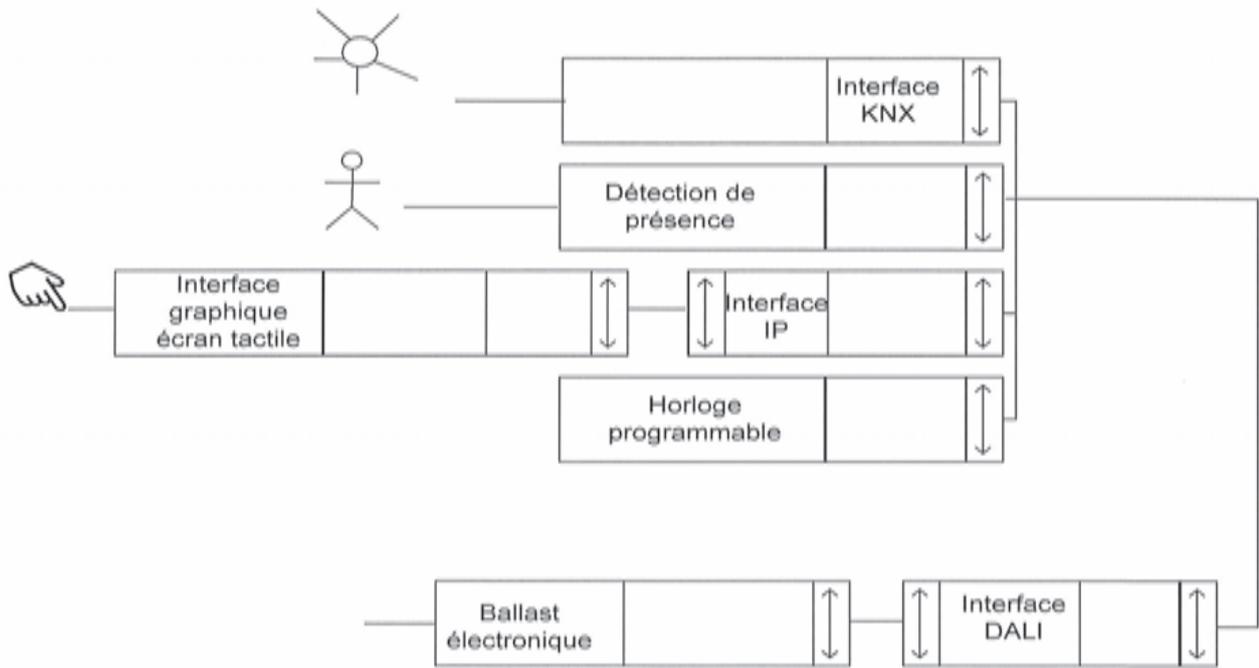


ANNEXES : Documents Réponse (à rendre avec la copie)

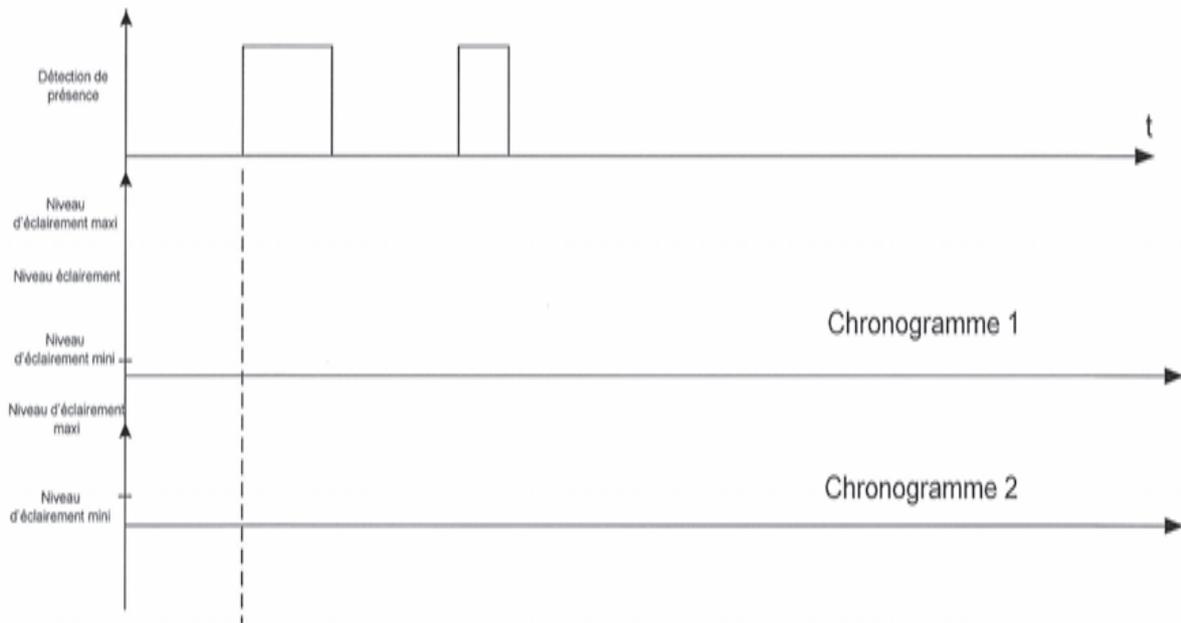
QA 2.8 / QA 2.9 QA 2.10 : Diagramme de Mollier du R 407 C



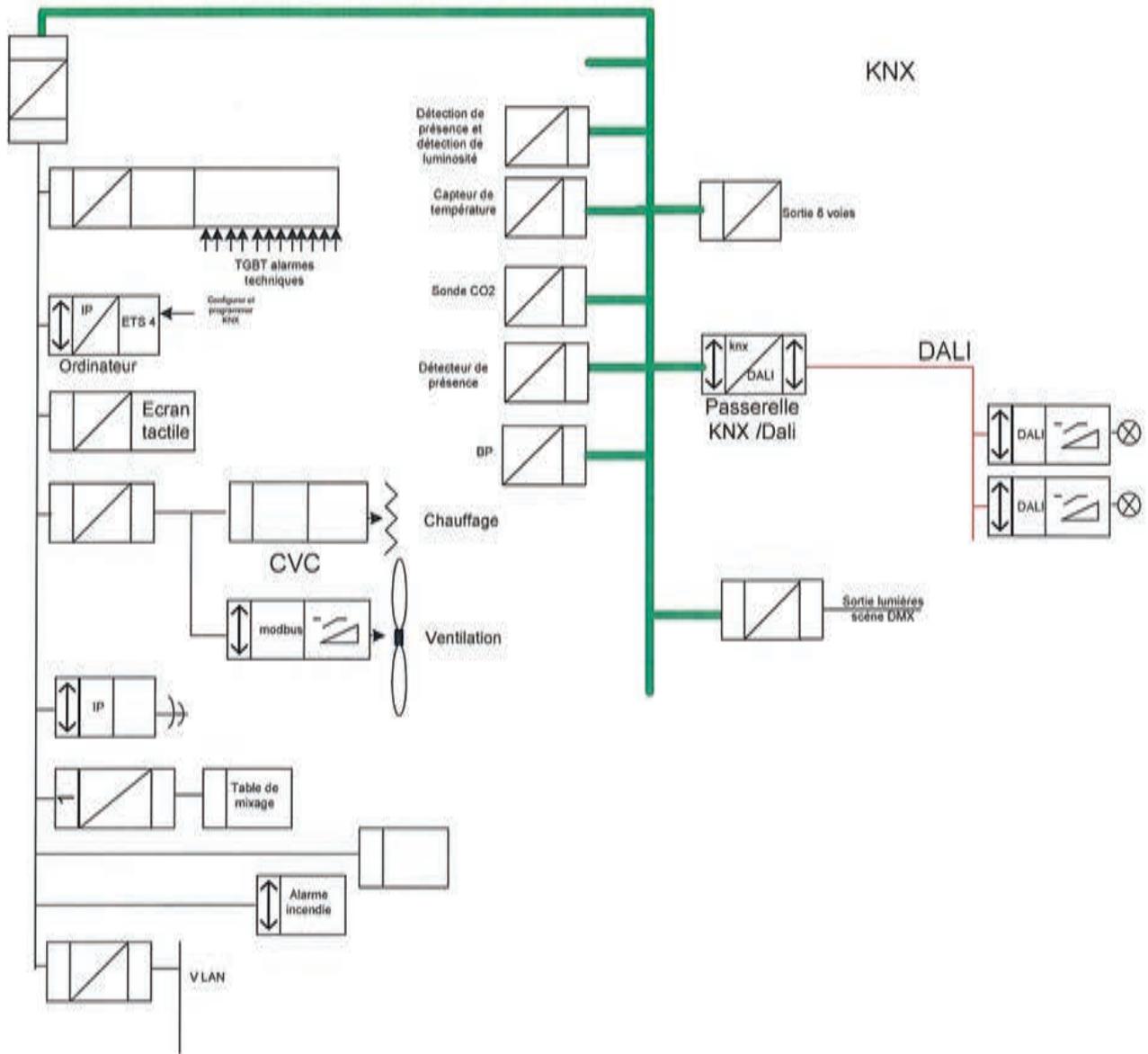
QA 3.1



QA 3.2



QA 3.4



QA 3.5

Désignation + références	Nombre	Entrées /adresses	Sorties /adresses

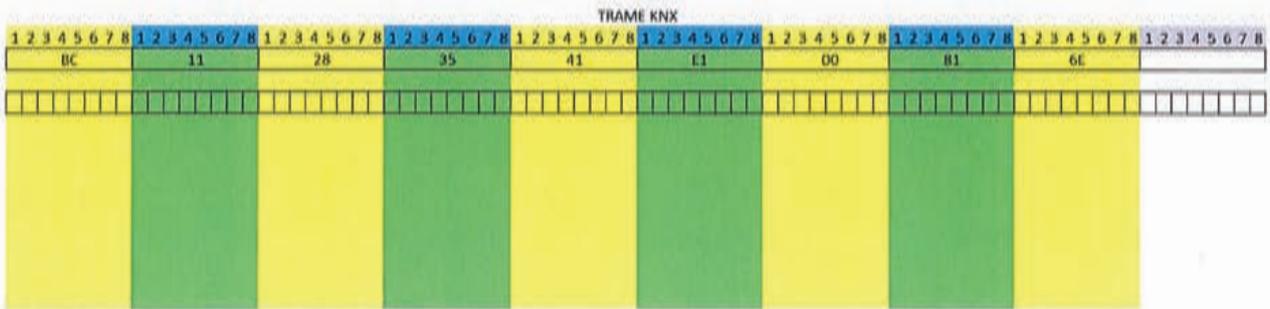
QA 3.6

Groupe	Adresses physiques associées	description

QA 3.7

Groupes	fonction	Type
6/0/61		

QA 3.10



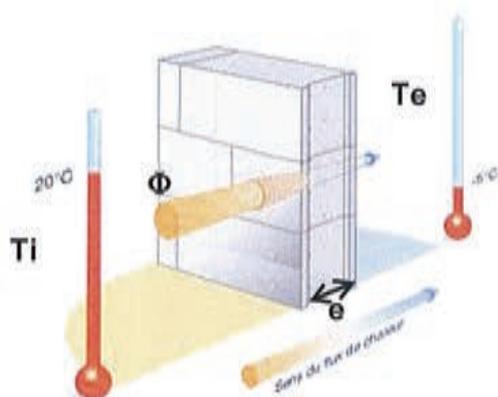
ANNEXES : Documents Ressource

Document 1 : Echanges thermiques dans une paroi

Caractérisation et modélisation des transferts de chaleur

L'échange de température se fait selon 3 modes : la conduction (majoritaire dans le cas d'une paroi), la convection et le rayonnement.

Echanges par conduction :



La conduction est la propagation de la chaleur de proche en proche dans la partie solide du matériau. Elle dépend de la géométrie et de la nature du matériau, caractérisé par sa **conductivité thermique** λ , définie pour 1m^2 de surface d'échange. λ s'exprime en W/m.K . on donne

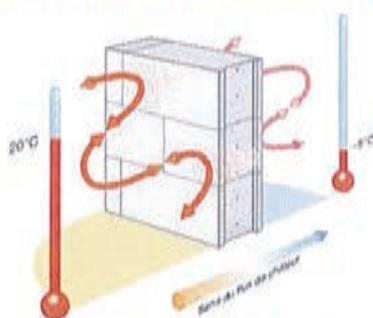
$$\Phi = \lambda \cdot \frac{(T_i - T_e)}{e}$$

Où Φ en W/m^2 est le flux thermique à travers 1m^2 de paroi.

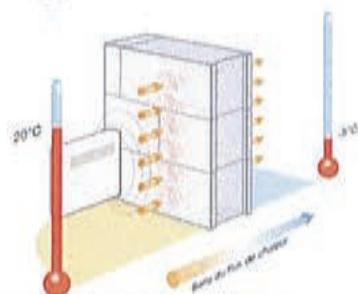
La **résistance thermique** R du matériau exprimée en $\text{m}^2\text{K/W}$ décrit son aptitude à réduire le flux thermique.

Toujours pour 1m^2 de surface d'échange, on peut écrire : $R = \frac{e}{\lambda}$ On a donc $\Phi = \frac{(T_i - T_e)}{R}$

Echanges par convection et rayonnement



La convection est caractéristique des fluides : au contact d'un élément chaud de la paroi, le fluide se met en mouvement, et vient réchauffer une partie froide. Plus l'air est immobile, moins il y a de convection.

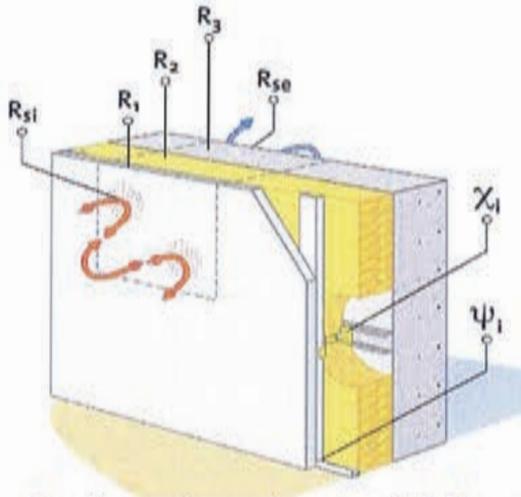


Le rayonnement est le transfert de chaleur par onde électromagnétique infra rouge. Il dépend de l'émissivité du matériau et peut se produire dans le vide, à la différence des autres modes.

Dans un échange thermique à travers une paroi, la surface de la paroi est d'abord réchauffée (ou refroidie) par l'air intérieur ou extérieur par convection et rayonnement.

Ce phénomène se modélise grâce à deux résistances thermiques appelées **résistance superficielles** (respectivement R_{si} et R_{se}).

Coefficient de transmission surfacique :



Le coefficient de transmission surfacique U_p définit le flux thermique total traversant 1m^2 de surface d'échange, en tenant compte des ponts thermiques intégrés à la paroi, ponctuels (χ_i) ou linéiques (Ψ_i), ainsi que des résistances superficielles.

$$U_p = \frac{1}{\sum R_{\text{paroi}} + \sum R_s} + \frac{\sum \chi_i + \sum \Psi_i \cdot l_i}{A}$$

Où A est l'aire de la paroi et l_i la longueur des ponts thermiques intégrés (rails etc....)

On a alors : $\Phi = U_p \cdot (T_i - T_e)$ (en W/m^2)

Inertie thermique / capacité thermique

Tout corps peut emmagasiner ou restituer de l'énergie sous forme de chaleur. La capacité thermique d'un corps exprime son aptitude à absorber ou restituer de l'énergie lorsque sa température varie.

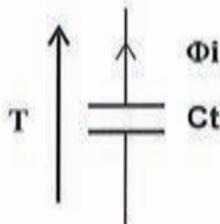
Lors d'un échange avec l'extérieur faisant passer la température du corps de T_1 à T_2 , on peut écrire :

$$Q_1^2 = C_t \cdot (T_1 - T_2) = C_t \cdot \Delta T$$

Où Q_1^2 est l'énergie cédée par le corps au milieu extérieur lors de l'échange

C_t : la capacité thermique totale du corps en J/K

Elle dépend de sa nature. On définit le coefficient C_p exprimé en J/kg.K comme étant la capacité thermique massique du corps (définie pour 1kg de matière)



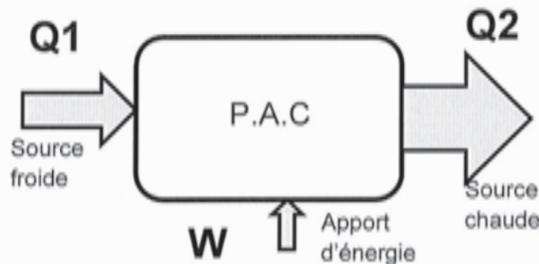
Pour tout élément de construction de capacité thermique totale C_t , on peut alors faire une analogie électrocinétique en écrivant :

$$\Phi_i = \frac{dQ}{dt} = C_t \cdot \frac{dT}{dt}$$

Où T est la température instantanée de l'élément et Φ_i le flux thermique qu'il échange avec l'extérieur.

Document 2 : Pompe à chaleur

Coefficient de performance : COP



Une pompe à chaleur est une machine thermodynamique à flux inverse (elle transmet de la chaleur d'une source froide vers une source chaude).

En vertu du second principe de thermodynamique cette transformation ne peut être spontanée car elle entraîne une diminution de l'entropie du système.

Elle nécessite donc un apport d'énergie externe (énergie mécanique dans le cas d'une PAC à compresseur).

Source froide : milieu extérieur dans lequel les calories sont puisées (air, sol, eau.....).

Source chaude : milieu auquel les calories sont fournies (air ambiant, eau de chauffage....).

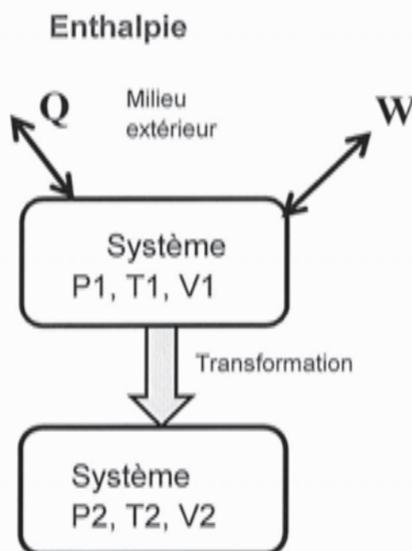
Cette machine permet donc de refroidir un milieu froid pour réchauffer par exemple une habitation (machine de chauffage) ou inversement de refroidir un milieu froid en cédant ses calories à un milieu plus chaud (machine frigorifique, climatisation...).

Coefficient de performance : L'énergie puisée à la source froide étant « gratuite », la notion de rendement énergétique n'est pas intéressante dans un tel système. On définit plutôt un **coefficient de performances** :

$$\text{COP} = \frac{Q_2}{W}$$

Notions de thermodynamique

Ce paragraphe n'est pas un rappel de cours de thermodynamique. Il ne fait que définir succinctement deux notions importantes liées au fonctionnement d'une PAC et au tracé de son cycle dans le diagramme de Mollier.



Lorsqu'un système échange avec l'extérieur du travail et/ou de la chaleur, il change d'état d'équilibre et ses variables d'état sont modifiées, donc son énergie.

L'enthalpie H (en Joules) est une grandeur qui représente l'**énergie totale** du système, soit la somme de son énergie interne U et du travail de ses forces de pression afin qu'il puisse occuper le volume qui lui est assigné.

$$H(U, p, V) = U + p.V$$

Une transformation à enthalpie constante (**isenthalpe**) est une transformation dans laquelle le système n'échange ni travail ni chaleur avec le milieu extérieur.

Cette grandeur est particulièrement intéressante dans les transformations à **pression constante**, car lors d'une transformation, la variation d'enthalpie du système est alors égale à son échange de chaleur avec le milieu extérieur :

$$\text{à } P = \text{constante} : \Delta H = \Delta Q$$

Entropie

La notion d'entropie est complexe, liée au second principe de thermodynamique : « principe d'évolution » (le premier principe étant un « principe de conservation de l'énergie »).

Schématiquement, le second principe affirme que lorsqu'un système évolue librement, le sens de cette évolution est imposé :

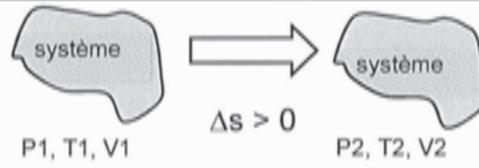
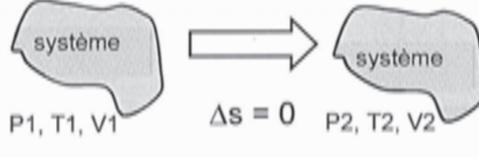
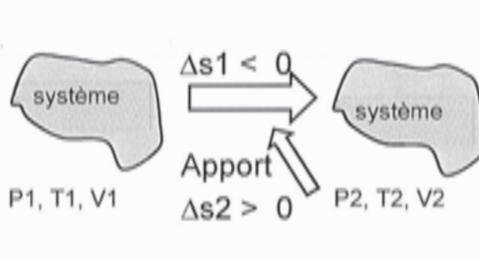
- La chaleur va spontanément d'un milieu chaud vers un milieu froid.
- Un ballon gonflé va spontanément se dégonfler.

Un système évolue librement vers un état moins organisé, et moins susceptible de produire de l'énergie sous forme de travail.

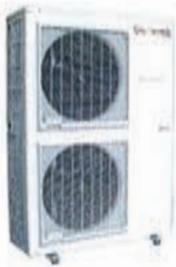
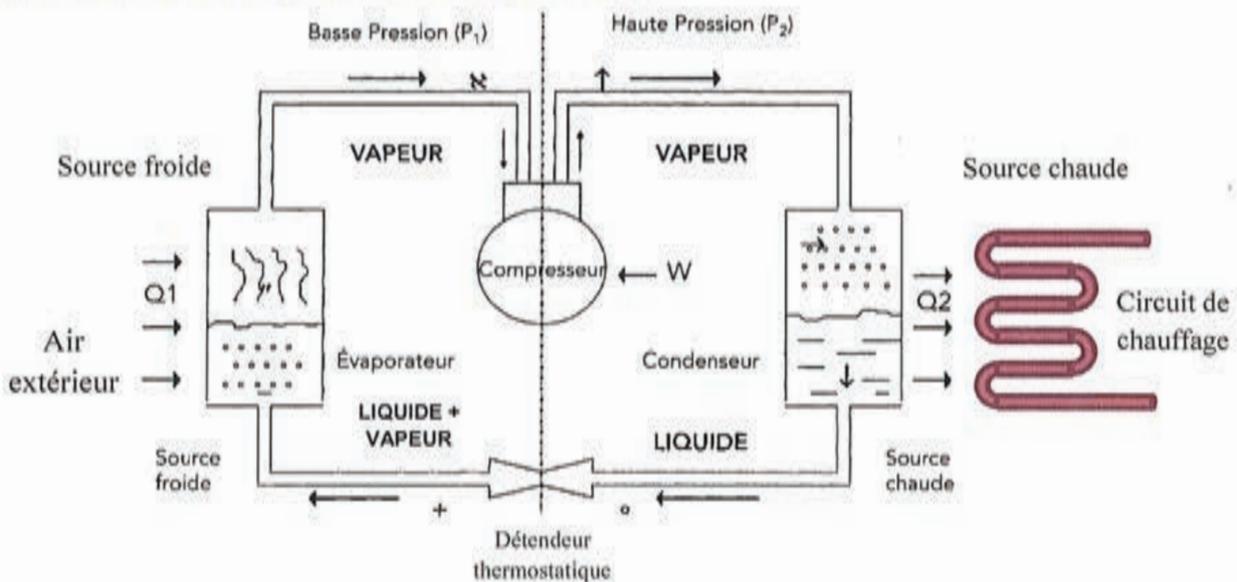
Une grandeur d'état appelée **entropie (S)** traduit ce sens d'évolution. L'inégalité de Clausius affirme que lors d'une **transformation spontanée irréversible**, l'entropie du système ne peut que croître.

Lors d'une **transformation réversible**, qu'elle soit spontanée ou non, l'entropie du système ne varie pas.

Pour résumer :

 <p> système $\xrightarrow{\Delta s > 0}$ système P1, T1, V1 P2, T2, V2 </p>	<p>Transformation spontanée irréversible $\Delta s > 0$ La transformation peut se faire sans intervention du milieu extérieur. Le système ne peut pas revenir seul à son état initial.</p>
 <p> système $\xrightarrow{\Delta s = 0}$ système P1, T1, V1 P2, T2, V2 </p>	<p>Transformation spontanée réversible $\Delta s = 0$ La transformation peut se faire sans intervention du milieu extérieur. Le système peut revenir seul à son état initial.</p>
 <p> système $\xrightarrow{\Delta s_1 < 0}$ système P1, T1, V1 P2, T2, V2 Apport $\Delta s_2 > 0$ </p>	<p>Transformation réversible non spontanée Le système « perd » $\Delta s_1 < 0$ Pour que la transformation soit possible, le milieu extérieur doit apporter $\Delta s_2 > 0$ (apport d'énergie sous forme de travail ou de chaleur) Au bilan : pour le système $\Delta s = 0$ Le système peut revenir seul à son état initial en cédant de l'entropie.</p>

Constitution et cycle thermodynamique



Evaporation :

A la sortie du détendeur, les conditions de température et de pression font que le fluide est constitué de vapeur et de liquide (mélange diphasique). Il est à basse pression et sa température est inférieure à celle de la source froide. Il entre dans l'évaporateur (échangeur à plaque air/fluide), capte de la chaleur (Q_1) à l'air, rentre en ébullition et se vaporise entièrement. Cette phase est quasi-isotherme : tant que le mélange est diphasique, l'augmentation d'enthalpie (donc de quantité de chaleur) ne s'accompagne pas d'une augmentation de température si le fluide est un corps pur ou un mélange azéotrope.

Ce n'est pas le cas du R407C qui est zéotrope et voit sa température augmenter légèrement dans cette phase.

A fin de l'évaporation, le gaz continue à capter de l'énergie, et subit un réchauffement (surchauffe) de l'ordre de 5°C à 8°C . Ce phénomène est contrôlé et réglé par le détendeur thermostatique. Il est nécessaire pour assurer que le fluide entrant dans le compresseur est parfaitement gazeux.



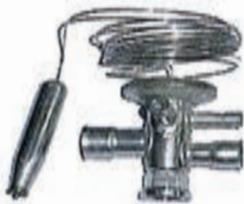
Compression

Le gaz basse pression et basse température est comprimé. Le compresseur lui apporte un travail mécanique (W). Sa pression et sa température augmentent. La température du fluide en sortie est supérieure à celle de la source chaude.

Condensation

Le gaz haute pression et haute température cède de la chaleur (Q_2) à la source chaude. Il subit d'abord une désurchauffe pour atteindre son point de rosée puis se condense. De même que pour l'évaporation, la variation d'enthalpie est isotherme si le fluide est azéotrope. Le fluide à l'état liquide subit un léger sous refroidissement (toujours contrôlé par le détendeur qui ne peut détendre un gaz) de l'ordre de 4° .

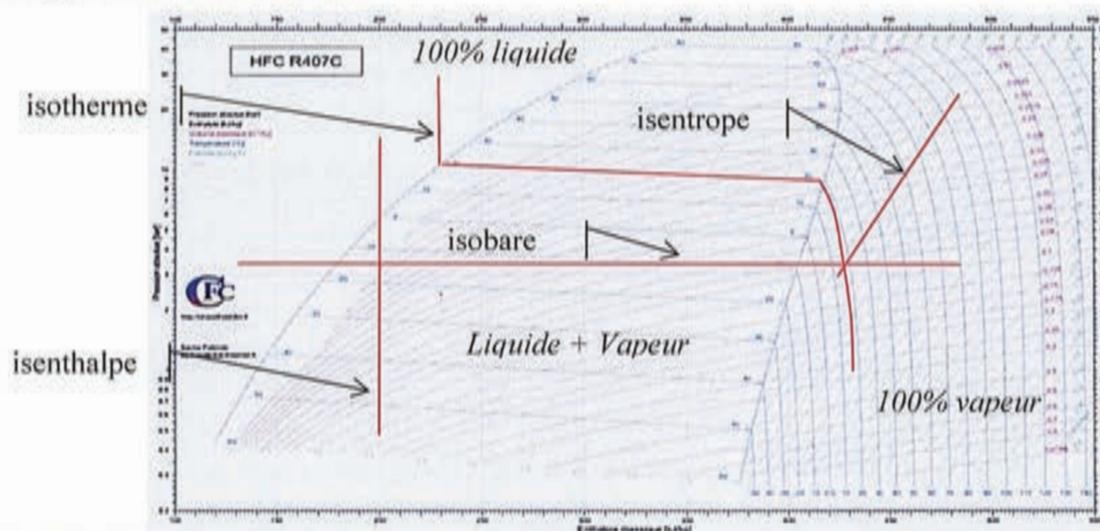




Détente

Le liquide haute pression et haute température est détendu par un limiteur de débit à pointeau (détente de Joule/Thomson). Sa pression diminue. Il commence à se vaporiser en un mélange diphasique ce qui abaisse également sa température. Lors de cette transformation, le fluide n'échange pas de chaleur avec le milieu extérieur (cas idéal). Un bulbe placé en sortie d'évaporateur permet au détendeur par action sur le pointeau d'ajuster le débit de fluide afin d'assurer une surchauffe suffisante. Le détendeur joue un rôle majeur, car c'est lui qui contrôle grâce à son débit variable toutes les températures et les pressions du cycle thermodynamique.

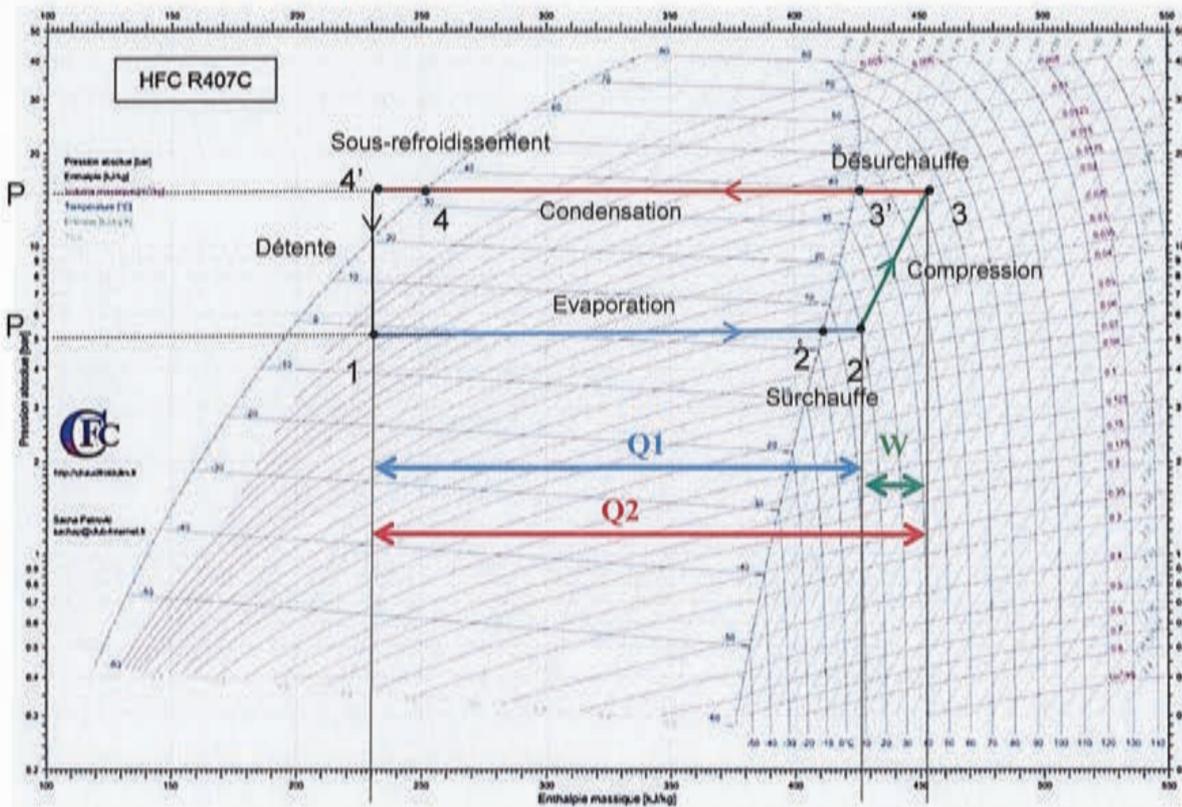
Diagramme de Mollier



Le diagramme enthalpique de Mollier permet de tracer le cycle thermodynamique d'un fluide frigorigène donné et de visualiser les changements d'état du fluide en fonction des paramètres de températures et de pressions.

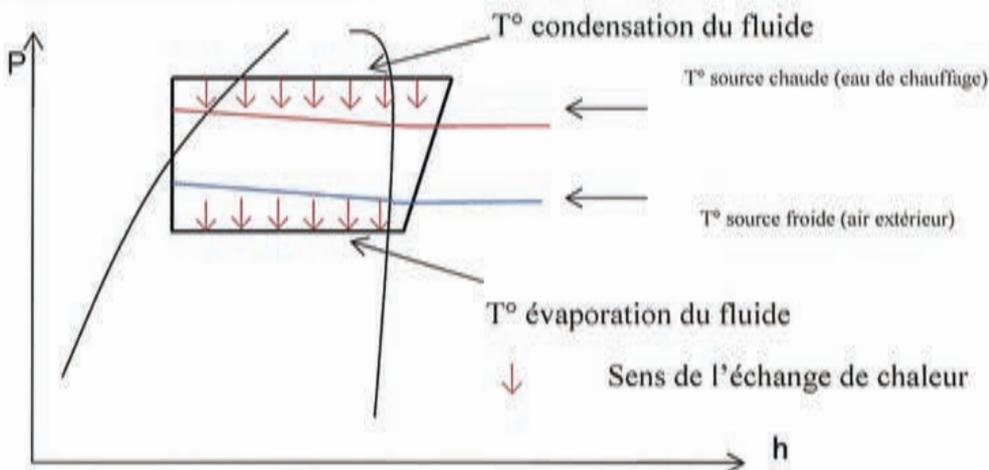
L'axe des ordonnées est gradué en pression, et celui des abscisses en enthalpie massique. Il est lié au type de fluide (ici le R407c). Ce diagramme permet donc d'évaluer l'enthalpie massique perdue ou gagnée par le fluide lors d'une transformation.

Cycle thermodynamique de la PAC



Le cycle thermodynamique idéal d'une pompe à chaleur est représenté ci-dessus. Il ne tient pas compte de nombreux paramètres qui influent sur le COP : rendement du compresseur rendant la transformation non isentrope, pertes de charge.....

Echanges thermiques



Le condenseur et l'évaporateur permettent au fluide de puiser puis de fournir de la chaleur aux milieux extérieurs (sources chaudes et froides).

Durant cet échange, la température du fluide varie peu puisqu'il change d'état.

Par contre, l'air extérieur est refroidi et l'eau est chauffée.

Document 3 : Ressources disponibles

Pompe à chaleur didactisée



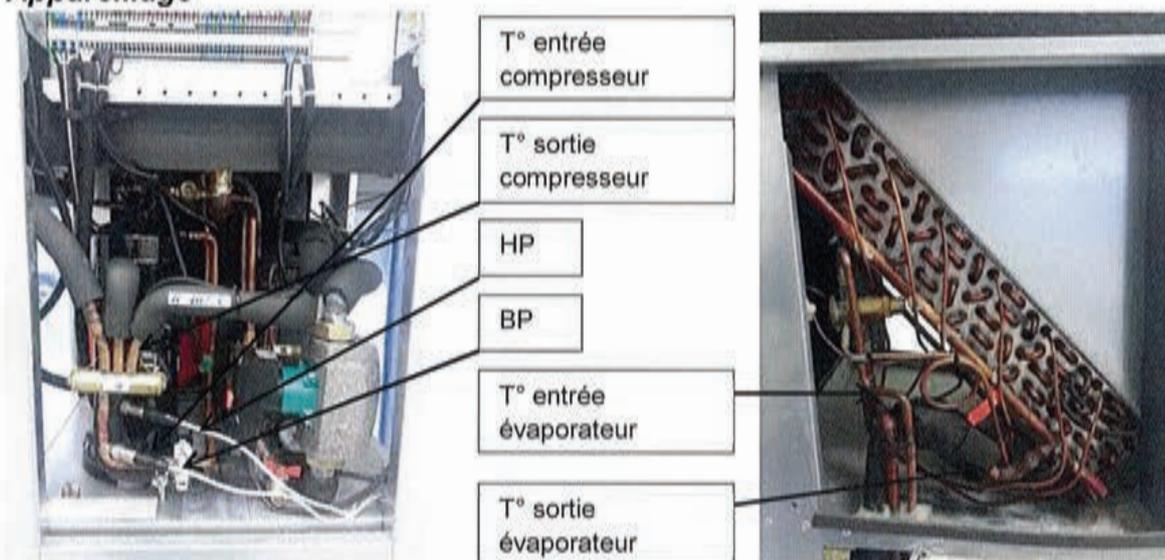
BBC SILENZ 8
PAC air / eau - Tem

Départ eau / T°extérieur	PAC BBC SILENZ (Ch)	
	BBC SILENZ 5	
	R. Calo. kW	COP
25°C / +7°C	5,21	5,05
25°C / -7°C	3,51	3,24
35°C / +7°C	5,10	4,86
35°C / -7°C	3,40	3,24
45°C / +7°C	4,90	3,55
45°C / -7°C	3,30	2,52
60°C / +7°C	4,30	2,31
60°C / -7°C	3,20	1,75

Les locaux dédiés à l'enseignement transversal sont équipés d'une pompe à chaleur Amzair BBC Silenz 5 qui chauffe la salle grâce à un mur chauffant.

Cette PAC est monobloc. Tous les constituants sont donc inclus dans l'enveloppe principale. Un système d'acquisition permet de récupérer sur tous les postes les données de fonctionnement du système, de les afficher en temps réel, de stocker les relevés sur un temps long (1heure, 1 semaine...) sous forme d'image ou de fichiers tableur.

Appareillage



Des capteurs sont installés sur le système, permettant de mesurer :

Les données thermodynamiques :

- T° d'entrée et de sortie du compresseur et de l'évaporateur
- Valeurs de la haute pression et de la basse pression (HP et BP)

Les données énergétiques externes :

- Débit d'eau dans le plancher chauffant
- Températures de départ et de retour d'eau de chauffage
- Puissance électrique consommée

Les données d'environnement

- Températures intérieures et extérieures

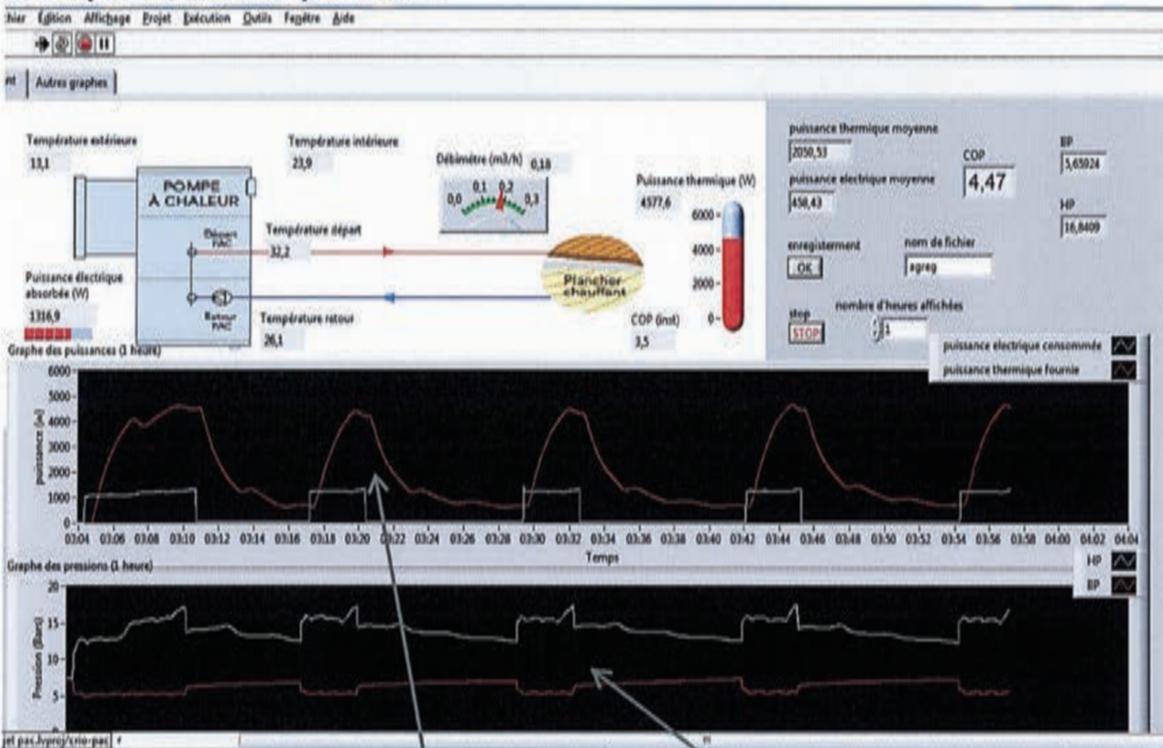
Ces mesures sont collectées par un système d'acquisition connecté au réseau, et disponibles grâce à un programme associé.

Les élèves ont la possibilité de réaliser leur propre programme sur leur poste, ou d'utiliser un programme déjà présent dans le système d'acquisition.

Il est aussi possible d'enlever l'habillage de la pompe à chaleur afin de repérer sans aucun risque où se trouvent les constituants du système.

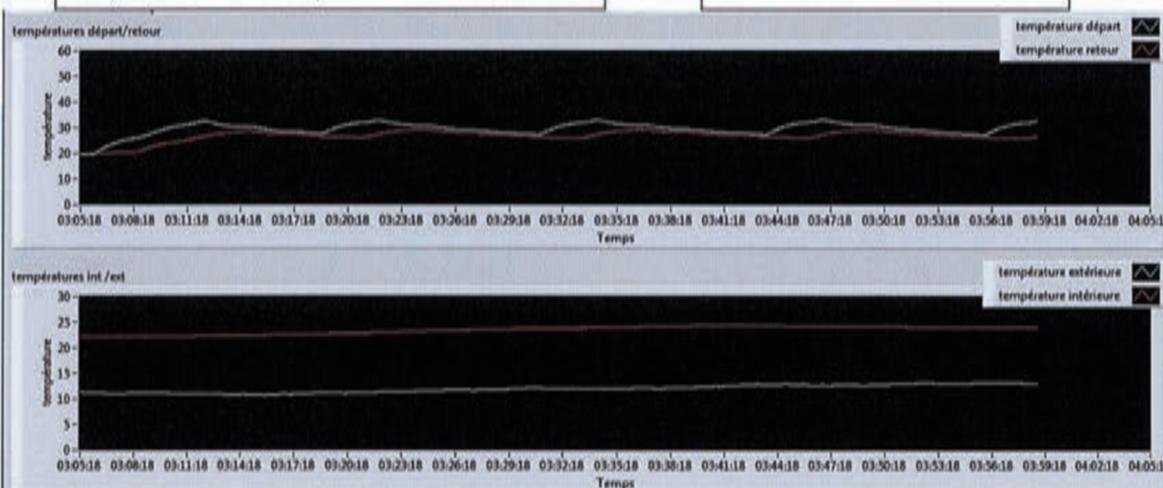
Vous disposez de toute la documentation constructeur concernant la BBC Silenz 5 (schémas électriques, schémas fluidiques, caractéristiques, performances, documentation commerciale, guide d'installation et de configuration...)

Exemple de relevés possibles



Graphe de puissance électrique absorbée et de puissance thermique fournie

Graphe d'évolution de la HP et de la BP



Ci-dessus, à titre d'exemple, les relevés en temps réel et les graphes sur une heure de fonctionnement de quelques données typiques.

Toutes les données précédemment citées sont accessibles en utilisant un programme adapté.

Il est possible d'enregistrer à tout moment les données visualisées sur les graphes dans un fichier de points lisible par un tableur.

BATI BAT

Espace Lounge



- Gestion de l'éclairage (régulation) et du volet électrique

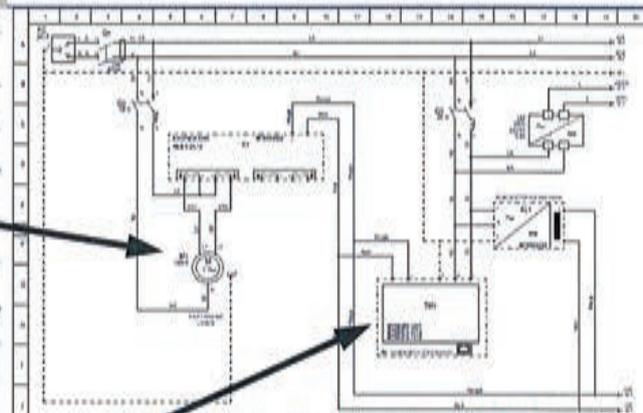
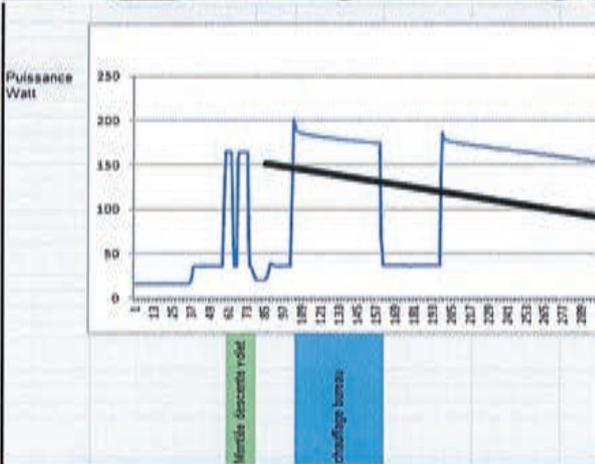
Détecteur de présence et luminosité Spot halogène TBT



Volet électrique



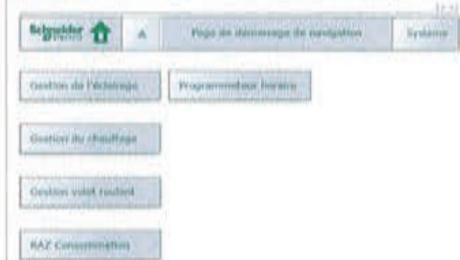
Boutons de commande



Ecran tactile 7 pouces KNX

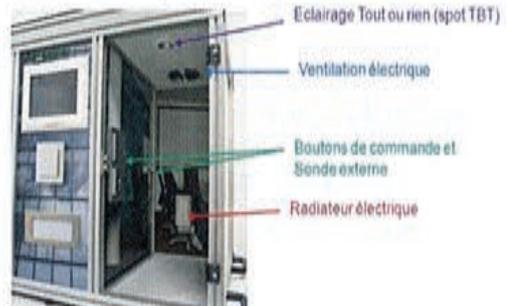
Moniteur de bus										
#	Heure	Supp	Nettoyer	Quart	Source adr	Dest adr	Rout	Type	DPT	Info
1	2014-09-24 16:50:05.205		De							L'enregistrement a démarré
2	2014-09-24 16:50:06.471	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	25 40 215,04	
3	2014-09-24 16:50:16.463	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	25 46 216	
4	2014-09-24 16:50:26.452	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	25 46 216	
5	2014-09-24 16:50:36.438	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	25 46 216	
6	2014-09-24 16:50:46.433	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	25 46 216	
7	2014-09-24 16:50:56.111	du	Low	1.1.3	0/0/8	6	Ecrire	4 Byte	4A 42 50 94 3184485	
8	2014-09-24 16:50:56.150	du	Low	1.1.3	1/0/10	6	Ecrire	4 Byte	48 38 21 00 191620	
9	2014-09-24 16:50:56.435	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	25 4C 216,06	
10	2014-09-24 16:51:02.307	du	Low	1.1.11	0/0/4	6	Ecrire	2 Byte	0C F7 25,42	
11	2014-09-24 16:51:02.789	du	Low	1.1.11	0/0/1	6	Ecrire	1 001 switch	501 Marche	
12	2014-09-24 16:51:06.441	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	25 4C 216,06	
13	2014-09-24 16:51:16.411	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	25 46 216	
14	2014-09-24 16:51:26.411	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	25 46 216	
15	2014-09-24 16:51:36.413	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	25 4C 216,06	
16	2014-09-24 16:51:46.405	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	25 4C 215,04	
17	2014-09-24 16:51:47.459	du	Low	1.1.9	1/0/9	6	Ecrire	2 Byte	16 C4 66,72	
18	2014-09-24 16:51:47.613	du	Low	1.1.8	1/0/1	6	Ecrire	1 001 switch	501 Marche	
19	2014-09-24 16:51:49.623	du	Low	1.1.8	1/0/1	6	Ecrire	1 001 switch	500 Arrêt	
20	2014-09-24 16:51:49.751	du	Low	1.1.6	1/0/2	6	Ecrire	1 Byte	52E 38 %	
21	2014-09-24 16:51:53.561	du	Low	1.1.8	1/0/1	6	Ecrire	1 001 switch	50C Arrêt	
22	2014-09-24 16:51:54.433	du	Low	1.1.6	1/0/2	6	Ecrire	1 Byte	540 30,2 %	
23	2014-09-24 16:51:56.095	du	Low	1.1.3	0/0/8	6	Ecrire	4 Byte	4A 42 AA D8 3189430	
24	2014-09-24 16:51:56.133	du	Low	1.1.3	1/0/10	6	Ecrire	4 Byte	48 38 EA 40 192425	
25	2014-09-24 16:51:56.369	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	14 7E 146	
26	2014-09-24 16:51:57.561	du	Low	1.1.8	1/0/1	6	Ecrire	1 001 switch	50C Arrêt	
27	2014-09-24 16:51:58.131	du	Low	1.1.6	1/0/2	6	Ecrire	1 Byte	56C 42,4 %	
28	2014-09-24 16:52:01.349	du	Low	1.1.8	1/0/1	6	Ecrire	1 001 switch	505 Marche	
29	2014-09-24 16:52:01.919	du	Low	1.1.6	1/0/2	6	Ecrire	1 Byte	55D 36,5 %	
30	2014-09-24 16:52:02.329	du	Low	1.1.11	0/0/4	6	Ecrire	2 Byte	0C F9 25,46	
31	2014-09-24 16:52:02.781	du	Low	1.1.11	0/0/1	6	Ecrire	1 001 switch	501 Marche	
32	2014-09-24 16:52:05.563	du	Low	1.1.6	1/0/1	6	Ecrire	1 001 switch	50E Arrêt	
33	2014-09-24 16:52:05.809	du	Low	1.1.6	1/0/2	6	Ecrire	1 Byte	564 39,2 %	
34	2014-09-24 16:52:06.365	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	16 88 67	
35	2014-09-24 16:52:16.363	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	16 EF 71	
36	2014-09-24 16:52:26.355	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	16 D8 70	
37	2014-09-24 16:52:36.359	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	16 EF 71	
38	2014-09-24 16:52:46.343	du	Low	1.1.8	1/0/6	6	Ecrire	2 Byte	16 EF 71	
39	2014-09-24 16:52:56.074	du	Low	1.1.3	0/0/8	6	Ecrire	4 Byte	4A 42 F2 B8 3194030	

Ecran d'accueil



Espace Salle de réunion

- Gestion du chauffage (régulation) avec radiateur et ventilation



Document 4 : Extrait du BO n°3 du 17 Mars 2011

Objectifs de formation et compétences attendues

Les enseignements technologiques communs

A - Objectifs et compétences des enseignements technologiques communs du baccalauréat STI2D

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

Programme des enseignements technologiques communs en STI2D(extraits)

1. Principes de conception des systèmes et développement durable

Objectif général de formation : identifier les tendances d'évolution des systèmes, les concevoir en facilitant leur usage raisonné et en limitant leurs impacts environnementaux.

1.2 Éco-conception				
1.2.1 Étapes de la démarche de conception				
Expression du besoin, spécifications fonctionnelles d'un système (cahier des charges fonctionnel)		1ère	2	L'enseignement s'appuie sur des études de dossiers technologiques permettant d'identifier les éléments principaux d'une démarche de conception de tous types de systèmes. Celle relative à un ouvrage permet de traiter plus particulièrement les fonctions d'estime ainsi que les contraintes environnementales, de confort et de respect des sites.
1.2.3 Utilisation raisonnée des ressources				
Propriétés physico-chimiques, mécaniques et thermiques des matériaux	*	1ère	2	Approche comparative sur des cas d'optimisation. Ce concept est abordé à l'occasion d'études de dossiers technologiques globales portant sur les différents champs technologiques.
Impacts environnementaux associés au cycle de vie du produit : - conception (optimisation des masses et des assemblages) - contraintes d'industrialisation, de réalisation, d'utilisation (minimisation et valorisation des pertes et des rejets) et de fin de vie - minimisation de la consommation énergétique		1ère/T	2	On peut ainsi établir un bilan carbone des principaux matériaux isolants dans un habitat, évaluer l'impact environnemental d'une structure de bâtiment d'un point de vue consommation énergétique, analyser le recyclage des solutions de stockage d'énergie et de production d'énergie renouvelable, analyser les solutions de recyclage des matériaux et de déconstruction d'un produit.
Efficacité énergétique d'un système		1ère/T	2	Concernant l'apport de la chaîne d'information, on s'appuie sur les spécifications normalisées (pollutions conduite et rayonnée) en vigueur au moment de l'étude. On peut montrer que la chaîne d'information permet un usage raisonné des matières d'œuvre et donc limite les impacts par une gestion des ressources.
Apport de la chaîne d'information associée à la commande pour améliorer l'efficacité globale d'un système		1ère	2	

2. Outils et méthodes d'analyse et de description des systèmes

Objectif général de formation : identifier les éléments influents d'un système, décoder son organisation et utiliser un modèle de comportement pour prédire ou valider ses performances.

2.1 Approche fonctionnelle des systèmes (1)				
2.1.1 Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie				
Caractérisation des fonctions relatives à l'énergie : production, transport, distribution, stockage, transformation, modulation.	*	1ère	3	On se limite à une caractérisation externe des fonctions.
2.1.2 Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'information				
Caractérisation des fonctions relatives à l'information : acquisition et restitution, codage et traitement, transmission	*	1ère	3	On se limite au transfert de données en bande de base (pas de transposition de fréquence, pas de modulation).
2.2 Outils de représentation				
2.2.1 Représentation du réel				
Croquis (design produit, architecture)		1ère/T	2	L'exploitation concerne uniquement les utilisations en moyen de communication :
Représentation volumique numérique des systèmes		1ère/T	3	- réalisation d'une image selon un point de vue (du concepteur, du spécificateur, du fabricant, du commercial, du spécialiste de la maintenance, du monteur, de l'installateur, de l'utilisateur, etc.) ;
Exploitation des représentations numériques		1ère/T	3	- adaptation des formats de données ; - restitution associée à une représentation et choix du support.

2.2.2 Représentations symboliques				<p><i>L'enseignement sur les schémas se limite au mode lecture et interprétation sur des systèmes ou sous-systèmes simples.</i></p> <p><i>Le schéma cinématique n'est pas obligatoirement le schéma minimal mais celui qui correspond le mieux à la description fonctionnelle du mécanisme étudié.</i></p> <p><i>Le schéma architectural permet de décrire l'organisation structurelle d'un produit industriel de manière non normalisée, il fait apparaître les composants et constituants (choix techniques).</i></p>
Représentation symbolique associée à la modélisation des systèmes : diagrammes adaptés SysML, graphe de flux d'énergie, schéma cinématique, schéma électrique, schéma fluide.		1ère/T	3	
Schéma architectural (mécanique, énergétique, informationnel)		1ère/T	3	
Représentations des répartitions et de l'évolution des grandeurs énergétiques (diagramme, vidéo, image)		1ère/T	3	
Représentations associées au codage de l'information : variables, encapsulation des données		1ère/T	2	
2.3 Approche comportementale				
2.3.1 Modèles de comportement				
Principes généraux d'utilisation Identification et limites des modèles de comportements, paramétrage associé aux logiciels de simulation		1ère	2	<p><i>Il s'agit de proposer une approche simple permettant de justifier l'utilisation d'un modèle de comportement, pouvant s'appuyer sur une simulation, permettant de justifier le paramétrage, les objectifs associés (justification de performance, prédiction d'un comportement) et la comparaison avec le réel.</i></p>
Identification des variables du modèle, simulation et comparaison des résultats obtenus au système réel ou à son cahier des charges	M(2)	1ère/T	2	<p><i>Il s'agit de faire une analyse permettant de mettre en évidence l'influence du paramétrage sur la pertinence des résultats de la simulation.</i></p>