

# Les Cahiers de l'instrumentation n° 14

Le journal d'information pour l'enseignement de Chauvin Arnoux et Metrix

## "Smart House" ... ... ou bâtiments connectés





## Des bâtiments intelligents en plein développement, au service du confort et de la gestion d'énergie

**Samuel Violin**

Inspecteur Général de l'Éducation Nationale  
Sciences et Techniques Industrielles

Les bâtiments, et plus particulièrement ceux du résidentiel-tertiaire, consomment la plus grande proportion d'énergie finale, soit environ 40 % du total, devant l'industrie et les transports. Les diagnostics de performance énergétique montrent qu'en 2012, plus de la moitié (53,6%) du parc des logements en France métropolitaine est médiocre. Ils consomment entre 151 et 330 kWhEP/m<sup>2</sup>/an (étiquette énergétique moyenne D ou E), contre seulement 14 % qui bénéficient d'étiquettes plus performantes (A, B ou C)<sup>1</sup>.

L'essentiel de l'énergie consommée dans les bâtiments, soit 72 %, est consacré au chauffage et à la climatisation. Les gains possibles en matière d'économie d'énergie sont considérables. L'augmentation de la performance énergétique des bâtiments passe par des solutions passives d'isolation mais également par une meilleure efficacité énergétique et une gestion intelligente des consommations. Il ne s'agit pas pour autant de sacrifier la qualité de vie des occupants, qui ont des exigences de confort dans toutes les circonstances de vie, à l'intérieur des bâtiments et à l'extérieur proche. Cela nécessite la gestion de grandeurs comme la température et le niveau d'éclairage et plus largement la maîtrise d'éléments polysensoriels comme l'ambiance lumineuse et sonore.

Depuis plus de vingt ans, la domotique offre des solutions, mais a rencontré de réelles difficultés à convaincre les utilisateurs potentiels, en se limitant le plus souvent à la gestion séparée du chauffage, de l'éclairage et de la motorisation des volets et portails.

Une forte évolution s'est engagée avec la mise en réseau de ces objets qui deviennent communicants et s'intègrent à un environnement numérique personnel désormais familier. D'après le président de la fédération française de domotique, **Monsieur Jeuland**, « *On assiste à la convergence entre les équipements traditionnellement gérés par la domotique... et la multitude des objets connectés qui envahissent peu à peu nos maisons* »<sup>2</sup>. La gestion de l'énergie s'y trouve intégrée grâce aux « smart énergie box ». On parle ainsi de « smart-home » ou de maison intelligente ou connectée.

Le marché qui s'ouvre de cette nouvelle domotique est très dynamique, en progression prévisible annuelle de 35%. Selon une étude du cabinet de conseil indépendant « Xerfi » il s'élèverait à 1 milliard d'euros en 2015, avec 80 milliards d'objets connectés en 2020 contre 15 milliards aujourd'hui<sup>3</sup>.

De nombreuses entreprises françaises sont d'ores et déjà bien positionnées sur ce marché prometteur en termes de chiffre d'affaire et d'emplois. L'Éducation Nationale participera à la réussite de ce secteur innovant par la formation initiale et continue des ressources humaines indispensables. De nombreux diplômés de la voie professionnelle, technologique et scientifique pourront y être associés.

1 - Source : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/>

2 - Source : « La Tribune » 2013

3 - Étude du Think tank européens Idate réalisée en 2013

# sommaire

## ❖ Le Club 1

Les publications du Club 1

## ❖ Mesurage 2

Le confort et la gestion des différents paramètres dans l'habitat 2-4

## ❖ TP 1 5

Pistes pour des TP « MESURES COMMUNICANTES » : LE PEL 103 « en action » au Lycée Professionnel L'Odyssee 5-11

## ❖ TP 2 12

Efficacité d'une VMC double flux 12-17

## ❖ Pédagogie 18

Une Certification Mesure de Chauvin Arnoux et un nouveau site web dédiés aux étudiants et enseignants 18-21

## ❖ Réforme 23

Comment aborder le mesurage (Mesures & Contrôles) dans les enseignements de la filière maintenance des véhicules ? 22-30

## ❖ Ouverture 31

Association "Un bateau pour tous" 31-33

## ❖ Gardons le sourire 34

## ❖ Les Cahiers de l'Instrumentation

Directeur de la publication :  
**Marlyne Epaulard**

Comité de rédaction :  
**Luc Dezarnaulds, Marlyne Epaulard, Marie Courrière, Claude Royer, Didier Villette, Laurent Grignon**

Secrétaire de rédaction :  
**Laurent Grignon**

Revue d'informations techniques  
**Le Club du Mesurage**  
190, rue Championnet  
75876 Paris Cedex 18 - France  
Tél. : +33 1 44 85 44 20  
Fax : +33 1 46 27 07 48  
E-mail : [info@leclubdumesurage.com](mailto:info@leclubdumesurage.com)  
Web : [www.leclubdumesurage.com](http://www.leclubdumesurage.com)

Conception graphique, réalisation :  
**AD.Com / +33 (0)1 43 68 03 43**

## Les membres du bureau du Club du Mesurage

et du comité de rédaction



**Luc Dezarnaulds**  
Président du «Club du Mesurage»  
Directeur Commercial France  
Chauvin Arnoux  
luc.dezarnaulds@chauvin-arnoux.com



**Marlyne Epaulard**  
Directrice Communication du groupe  
Chauvin Arnoux  
marlyne.epaulard@chauvin-arnoux.com



**Marie Courrière**  
Responsable marché Éducation Nationale  
Chauvin-Arnoux  
marie.courriere@chauvin-arnoux.com



**Didier Villette**  
Inspecteur de l'Éducation Nationale  
Enseignement Technique  
Sciences et Techniques Industrielles  
Académie de Grenoble  
didier.villette@ac-grenoble.fr



**Claude Royer**  
Inspecteur de l'Éducation Nationale honoraire  
Enseignement Technique  
Sciences et Techniques Industrielles  
clauderoye2@free.fr



**Laurent Grignon**  
Responsable Communication Salons  
Chauvin Arnoux  
laurent.grignon@chauvin-arnoux.com



**Claude Bergmann**  
Président d'honneur du «Club du Mesurage»  
Inspecteur Général de l'Éducation Nationale  
Sciences et Techniques Industrielles



**Jean-Pierre Collignon**  
Inspecteur Général de l'Éducation Nationale  
Sciences et Techniques Industrielles



**Samuel Viollin**  
Inspecteur Général de l'Éducation Nationale  
Sciences et Techniques Industrielles



**Jean-Paul Chassaing**  
Président d'honneur du «Club du Mesurage»  
Inspecteur Général honoraire  
Sciences et Techniques Industrielles



**Jean-Louis Gauchenet**  
Président d'honneur du «Club du Mesurage»  
Ancien Directeur  
Chauvin-Arnoux Test & Mesure



**Philippe Albert**  
Inspecteur de l'Éducation Nationale  
Enseignement Technique  
Sciences et Techniques Industrielles  
Académie de Nancy-Metz



**Réda Farah**  
Inspecteur de l'Éducation Nationale  
Enseignement Technique  
Sciences et Techniques Industrielles  
Académie de Paris



**Luc Prince**  
Inspecteur de l'Éducation Nationale  
Enseignement Technique  
Sciences et Techniques Industrielles  
Académie de Versailles



**Christian Cagnard**  
Inspecteur Pédagogique Régional honoraire  
Consultant Expert Éducation



**Patrick Lefort**  
Inspecteur Pédagogique Régional honoraire  
Sciences et Techniques Industrielles



**Georges Michalesco**  
Ancien Directeur de l'IUT  
de Cachan

## Les publications du Club du Mesurage :



### Les cahiers de l'instrumentation, renseignement pratique.

Si vous désirez recevoir les prochains numéros, renvoyez rapidement le bulletin d'abonnement gratuit encarté au centre de la publication. Prenez contact avec nous si vous désirez réagir par rapport aux articles publiés, proposer des sujets ou même des articles. Bonne lecture à tous.

[www.leclubdumesurage.com](http://www.leclubdumesurage.com)

## Le confort et la gestion des différents paramètres dans l'habitat

**Jean-Pierre Collignon**

*Inspecteur général de l'éducation nationale / Responsable du CERPEP*

Performance énergétique, confort et sécurité sont des enjeux prépondérants pour l'habitat. La domotique vise à apporter des solutions pour répondre à ces besoins y compris au niveau de la communication interne et externe au bâtiment.

La domotique est l'ensemble des techniques de l'électronique, du bâti, des automatismes, de l'informatique et des télécommunications, plus ou moins « interopérables », utilisées dans les bâtiments, et permettant de centraliser le contrôle des différents systèmes et sous-systèmes de l'habitat.

Depuis les années 1970, la domotique a d'abord peiné à se développer, les raisons sont multiples : difficulté de trouver un protocole de communication de tous les équipements de la maison (le standard KNX ne date que de 2000), pas d'interfaces IP pour communiquer à distance, enjeu énergétique de l'habitat moins pressant.

La recherche d'amélioration permanente de la performance énergétique, concomitante à la mise en place de réglementations thermiques de plus en plus exigeantes, conduit à une nouvelle dynamique.

### La réglementation thermique 2012, l'amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment

Issue du Grenelle de l'environnement, la réglementation thermique 2012 (RT 2012) a pour objectif de limiter les consommations énergétiques des bâtiments et leurs émissions de gaz à effet de serre.

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2013, tous les dossiers de permis de construire doivent comporter quatre informations supplémentaires imposées :

- Cep max : la consommation d'énergie primaire du bâtiment pour les usages en chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation après déduction de l'énergie produite localement (sources renouvelables). La valeur maximale est fixée à 50 kWhep/ (m<sup>2</sup>.an) modulable en fonction de la localisation du projet de construction,
- Bbio max : le besoin en énergie d'un bâtiment pour son chauffage, son refroidissement et son éclairage (efficacité énergétique du bâti). La valeur maximale autorisée est à déterminer, en particulier en fonction de la position géographique, de l'altitude et de la surface de la construction,
- Tic réf : la température conventionnelle intérieure caractéristique du confort d'été dans les bâtiments non climatisés où la température intérieure maximale, après cinq jours très chauds (30°C pour Météo France), ne doit pas dépasser une valeur de référence fonction de nombreuses données,
- l'obligation d'utiliser les énergies renouvelables.

Pour atteindre ces objectifs, il faut jouer sur deux leviers matière d'efficacité énergétique : diminuer les besoins qui sont relatifs au bâti proprement dit (efficacité énergétique passive), et améliorer les équipements de toutes natures du bâtiment (équipements énergétiques mais aussi de sécurité, d'alarme et globalement de confort) et leur gestion (efficacité énergétique active).



## Les objectifs sont les suivants :

- diminuer les besoins : efficacité énergétique « passive »
  - L'efficacité énergétique passive résulte d'une part de l'isolation du bâtiment et sa perméabilité à l'air, de son orientation géographique, de l'utilisation judicieuse des ouvertures etc. et d'autre part du choix d'équipements les plus performants c'est-à-dire de produits qui rendront le même service en consommant moins.
- superviser et gérer les équipements techniques du bâtiment : efficacité énergétique « active »
  - Basée sur une offre de **produits performants et de systèmes intelligents de régulation, d'automatismes et de mesure**, l'efficacité énergétique active permet de :
    1. réduire les consommations d'énergie, donc la facture énergétique ;
    2. améliorer la qualité et la disponibilité de l'énergie en consommant le juste nécessaire.

## Trois de ces leviers sont explicités :

- le comptage/mesure des consommations

La gestion de l'énergie d'un bâtiment consiste en premier lieu à **compter/mesurer les consommations**.

Pour la partie électrique et gazière, une installation classique comporte un compteur général qui fournit les consommations globales en vue de leur facturation par le distributeur d'énergie. Une installation optimisée comporte en plus du compteur général, des compteurs divisionnaires permanents.

Leur rôle principal est **d'établir la répartition des consommations d'énergie par poste (chauffage, eau chaude sanitaire, ventilation, ...), voire par lieu**.

Le comptage ou la mesure des consommations permet la réalisation du bilan énergétique, la prise de conscience par l'utilisateur des consommations et sert pour l'estimation du gisement d'économie d'énergie. Elle garantit également un suivi dans le temps de la performance énergétique.

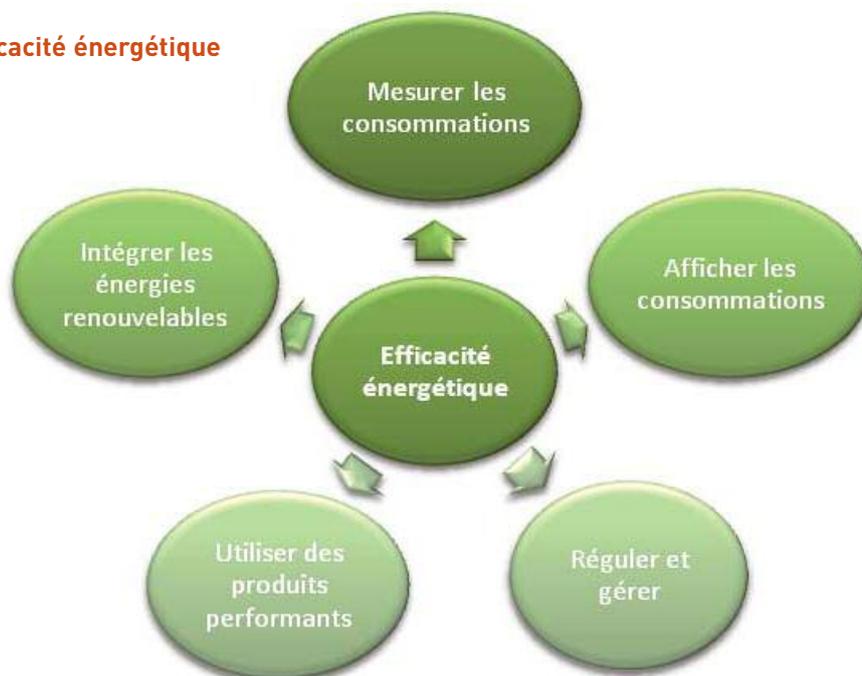
- l'affichage des consommations

Un afficheur permet une visualisation pour les différents usages de la consommation ou des coûts instantanés, horaires, journaliers, l'historique des consommations voire les économies réalisées. Pour un impact optimum, les consommations doivent être affichées en temps réel et l'afficheur positionné dans le lieu de vie pour que l'utilisateur soit sensibilisé « en permanence ».

Cet affichage permet à l'utilisateur, par effet pédagogique, d'adapter son comportement, de prévoir des travaux ou des investissements en équipements ou en solutions d'efficacité énergétique, de remarquer toutes dérives de consommation que ce soit à court terme ou à long terme.

Cette solution est simple à installer tant en neuf qu'en rénovation, elle ne nécessite pas de travaux lourds sur le bâti. En moyenne, une information claire et simple du consommateur ou des usagers, par poste dans le lieu de vie en temps réel permet des économies d'énergie de l'ordre de 10%.

## Les leviers de l'efficacité énergétique



– les systèmes intelligents de régulation et gestion

La régulation est gérée par un **réseau d'automates** plus ou moins complexe selon les exigences du cahier des charges et selon le type de bâtiment : habitat individuel, collectif ou tertiaire.

Ces automates permettent de traiter **les informations de valeurs mesurées** (température, humidité, qualité de l'air...) **et d'état** (marche/arrêt...) des équipements de chauffage, de climatisation, d'éclairage et autres pour les régler, les optimiser, les sécuriser et compter l'énergie consommée.

La Gestion Technique du Bâtiment (GTB) permet de traiter les problèmes de consommation d'énergie dans les bâtiments, tout en recherchant le confort des usagers, en gérant le réseau d'automates.

Ces systèmes s'installent sur des sites neufs, mais également sur des sites existants. Ils permettent ainsi de :

- maintenir une grandeur réglée à une valeur prescrite ;
- modifier en fonction du temps le niveau de réglage d'une grandeur ;
- consommer ce qui est nécessaire pour maintenir ou améliorer la qualité de vie dans le bâtiment (notion de confort et également de sécurité), tout en contribuant à économiser l'énergie. En effet, la notion de confort et la notion d'économies d'énergie sont des indicateurs clefs de la qualité de la régulation. Ils contribuent efficacement à la performance de l'installation ;

- mettre un équipement à l'arrêt au moment où son fonctionnement entraînerait un surcoût ;
- fournir un outil de pilotage de l'installation à l'utilisateur : « vivre dans un milieu complètement automatisé est anxiogène » ;
- aider à modifier le comportement humain, afin d'adopter de bons réflexes (comme par exemple, éteindre le chauffage lorsqu'une fenêtre est ouverte).

## Vers une nouvelle définition de la domotique

Gérer, dans le bâtiment, de manière intégrée le confort, la performance énergétique, la sécurité et toutes les entités communicantes y compris les réseaux loisirs (TV, home cinéma) :

- **gérer le confort thermique et optimiser la performance énergétique** : régulation de chauffage pièce par pièce, programmation en fonction de scénarios d'occupation, prise en compte de la ventilation, de la climatisation, de l'éclairage, de la gestion de l'eau, etc. Gestion des automatismes périphériques tels que les stores avec des fonctionnements différents en été (se protéger de l'ensoleillement direct) et en hiver (au contraire, favoriser les apports solaires diminuant le chauffage et l'éclairage). Il est également possible de recharger certains appareils électriques (ordinateurs, véhicules électriques, etc.) en fonction du tarif horaire. Un compteur communicant peut être intégré dans un smart-grid et/ou raccordé à un système de télégestion ;
- **intégrer la sécurité des biens et des personnes** : alarmes intrusion, incendie ou gaz, contrôle d'accès, téléassistance pour les personnes âgées ;
- **faciliter l'usage « loisirs » de l'habitat** : connexions internet, TV avec ou sans fil, téléphone dans toutes les pièces, ambiance sonore à partir de la chaîne Hi-Fi, multimédia ;
- **interconnecter entre eux tous les équipements et croiser leur gestion dans un but économique ou de sécurité** ;
- **connaître en temps réel le niveau de consommation énergétique et de sécurité de la maison**, et agir à distance avec les moyens les plus faciles : l'Internet ou son téléphone.



## Pistes pour des TP « MESURES COMMUNICANTES » : Le PEL 103 « en action » au Lycée Professionnel L'Odysée

**Philippe GUICHARDON et José PRINCIPAL**

*Professeurs d'électrotechnique au lycée professionnel L'Odysée à Pont de Chérury dans l'Isère*

Le plan de TP présenté dans cet article est destiné aux élèves de Bac Professionnel ELEEC. (Il s'agit de pistes d'exploitation du PEL 103 à développer au cas par cas).

- **Le contexte** : l'analyse de la consommation électrique du lycée (globale et par bâtiment).

- **Le moyen** : l'enregistreur de puissance et d'énergie **PEL 103 de CHAUVINARNOUX**.

- **Les compétences visées – Être capable de :**

- Décoder les documents relatifs à tout ou partie d'un ouvrage C1-3
- Vérifier les grandeurs caractéristiques de l'ouvrage C2-9
- Contrôler le fonctionnement de l'installation C2-10
- Présenter au client les possibilités d'évolution de son installation C4-1

- **L'objectif :**

Réaliser une étude de la consommation électrique du lycée (journalière, hebdomadaire et mensuelle) aussi bien en global que par bâtiment.

- **Afin de :**

- effectuer une analyse de ces consommations
- vérifier l'équilibrage de l'installation et la qualité de l'énergie (THD, etc.)
- rechercher des sources d'économies possibles

**Déroulement d'un TP :** (le PEL 103 a été mis en place dans le local d'arrivée EDF par le professeur avant le début du TP)

**Jour 1 (2 h) :** mercredi 18 juin 8 h à 10 h – Configuration et utilisation en temps réel

**Étape 1 : matériel à votre disposition :**

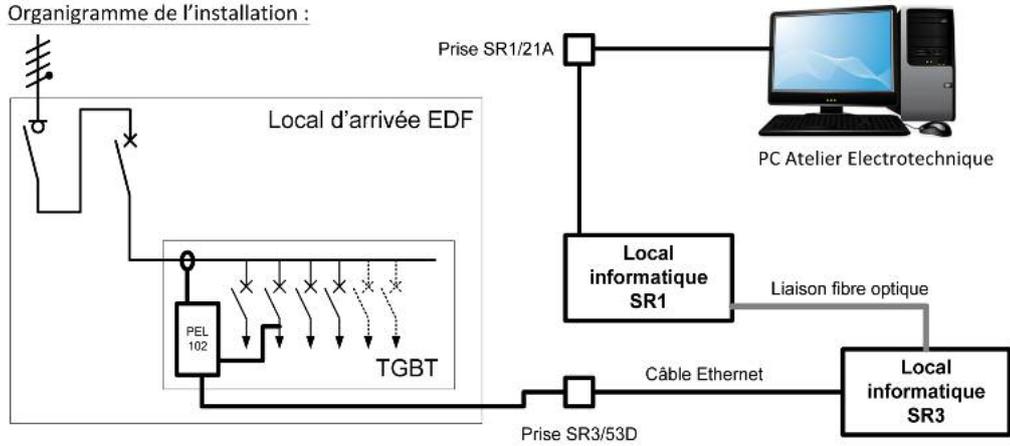
→ Un micro ordinateur PC équipé du logiciel PEL TRANSFER

**Documents à votre disposition :**

- La notice de fonctionnement du PEL 103
- Le schéma de la distribution électrique du lycée
- Le schéma d'une partie du réseau informatique du lycée
- Le document réponse
- La facture EDF du lycée



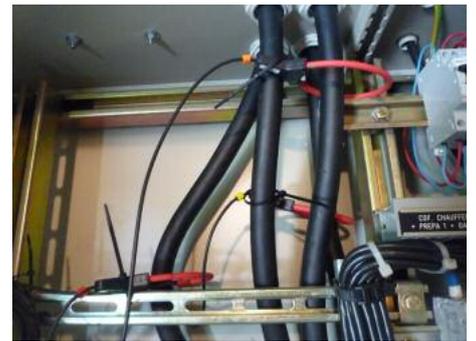
Organigramme de l'installation :



Vue du PEL102 à l'intérieur du TGBT

Prise des tensions en aval du disjoncteur parafoudre

Détail des capteurs flexibles de courant MiniFLEX



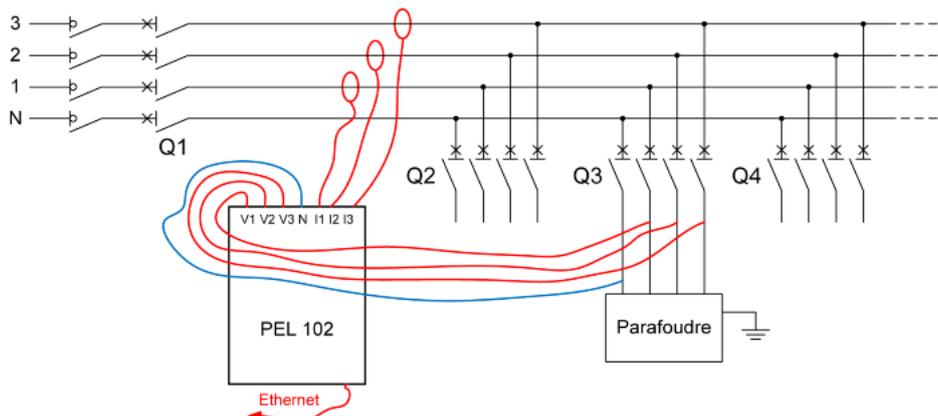
Quel type de réseau d'alimentation est présent au lycée ?

- Monophasé       Biphase  
 Triphasé       Triphasé + N

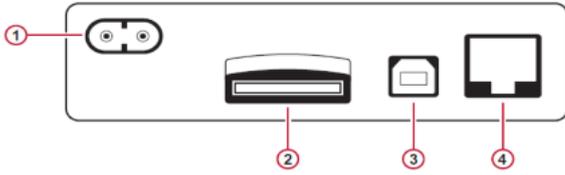
Sur le schéma électrique de distribution indiquer :

- Où doivent être implantés les capteurs de courant MiniFLEX MA193
- Où placerons-nous les fiches (aimantées) de prise de tension

À adapter au TGBT de votre installation (peut faire l'objet de questions sur la distribution électrique)



## Étape 2 : schéma communication : le PEL 103 doit être raccordé au réseau du lycée



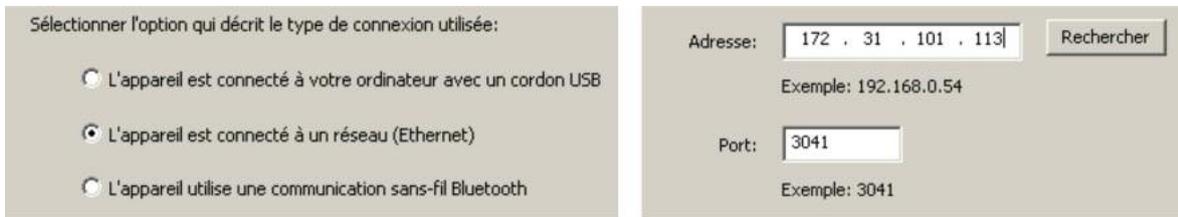
Quel est le repère du connecteur qui va être utilisé ? **4**

Quelle est sa dénomination ? **Connecteur Ethernet RJ45**

*A adapter au réseau informatique de votre lycée (peut faire l'objet de questions sur les réseaux de communication)*

## Étape 3 : configuration de l'appareil

Lancer l'application « PEL TRANSFER », choisir « Ajouter un appareil », prendre l'option « l'appareil est connecté à un réseau (Ethernet) »



Cliquer « suivant », programmer l'adresse IP de l'appareil (172 – 31 – 101 – 113) et le n° du port (3041)

Cliquer « Suivant », cliquer « Terminer » - Sur l'arborescence des fichiers est apparu le PEL (PEL 103-115412MBH)



*Note : l'adresse a été affectée au PEL par le serveur du réseau. Pour la première connexion, il peut être nécessaire de se connecter au PEL avec un PC « en direct » (cordon USB) pour aller lire l'adresse IP dans le PEL.*

## Étape 4 : prise en main : utilisation du PEL en temps réel - Se positionner sur « Données en temps réel »

RMS		PQS		Graphique		Paramètres	
<b>RMS</b>							
V1	238,0 V	U12	409,2 V	I1	46,59 A		
V2	234,9 V	U23	409,5 V	I2	65,07 A		
V3	237,6 V	U31	411,8 V	I3	54,05 A		
				IN	14,39 A		
<b>THD</b>							
V1-THD	1,91 %	U12-THD	1,72 %	I1-THD	11,66 %		
V2-THD	1,82 %	U23-THD	1,88 %	I2-THD	6,61 %		
V3-THD	2,46 %	U31-THD	1,70 %	I3-THD	12,13 %		
				IN-THD	90,09 %		
<b>Facteur de crête</b>							
V1-CF	1,385			I1-CF	1,672		
V2-CF	1,385			I2-CF	1,487		
V3-CF	1,382			I3-CF	1,629		
F	49,99 Hz	Vunb	0,40 %	Ordre de p...	Valide		

**RMS** : permet de visualiser les tensions simples, composées, le THD, les facteurs de crête et la fréquence.

Relever dans un tableau les différentes tensions (simples et composées) et courants de l'installation.

V <sub>1</sub>	238 V	U <sub>12</sub>	409,2 V	I <sub>1</sub>	46,59 A
V <sub>2</sub>	234,9 V	U <sub>23</sub>	409,5 V	I <sub>2</sub>	65,07 A
V <sub>3</sub>	237,6 V	U <sub>31</sub>	411,8 V	I <sub>3</sub>	54,05 A
		I <sub>N</sub>	14,39 A		

L'alimentation est-elle équilibrée ? **NON**  
 Pourquoi ? **Présence d'un courant dans le neutre**  
 Les THD de tension vous semblent-ils importants ? **NON**  
 Les THD de courants vous semblent-ils importants ? **OUI**  
 (« énorme » dans le neutre)

Selon vous quels sont les récepteurs présents au lycée qui engendrent ces courants harmoniques ?

**Ce sont les systèmes informatiques (plusieurs dizaines de PC), ainsi que le nombre important de tubes fluorescents.**

PQS		Facteur de puissance		Tan φ			
P1	7,735 kW	Charge	Q1	3,244 kvar	Inductif	S1	8,388 kVA
P2	12,01 kW	Charge	Q2	5,028 kvar	Inductif	S2	13,02 kVA
P3	9,569 kW	Charge	Q3	4,931 kvar	Inductif	S3	10,77 kVA
PT	29,31 kW	Charge	QT	13,20 kvar	Inductif	ST	32,17 kVA
<b>Cos φ</b>		<b>Facteur de puissance</b>		<b>Tan φ</b>			
Cos φ1	0,926	PF1	0,922	Quadrant 1	Tan φ	0,451	
Cos φ2	0,932	PF2	0,922	Quadrant 1			
Cos φ3	0,906	PF3	0,889	Quadrant 1			
Cos φT	0,921	PFT	0,911	Quadrant 1			
<b>Énergie partielle</b>							
Ep+	173,0 kWh	Eq/q1	59,76 kvarh	Es+	189,0 kWh		
Ep-	0 Wh	Eq/q2	0 varh	Es-	0 VAh		
		Eq/q3	0 varh				
		Eq/q4	0 varh				
<b>Énergie totale</b>							
Ep+	1197 kWh	Eq/q1	421,5 kvarh	Es+	1536 kWh		
Ep-	67,20 kWh	Eq/q2	6962 varh	Es-	754,5 kWh		
		Eq/q3	119,0 kvarh				
		Eq/q4	28,01 kvarh				

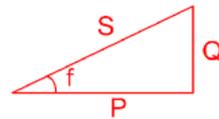
**PQS** : permet de visualiser les puissances **actives, réactives et apparentes**.  
Les **cos φ, FP et tan φ**.  
**L'énergie partielle** et **l'énergie totale**.

Analyse des différentes puissances, tracé du triangle des puissances, etc.

Relever PT, QT, ST et cos φT -  
Tracer le triangle des puissances -

Vérifier  $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

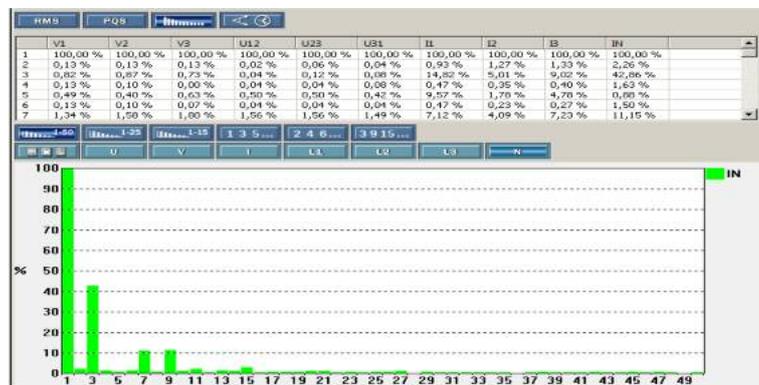
Vérifier  $FPT = PT/ST$



$$S = \sqrt{29,31^2 + 13,2^2} = 32,15 \text{ kVA} \approx 32,17 \text{ kVA}$$

$$FP_T = \frac{P_T}{S_T} = \frac{29,31}{32,17} = 0,911$$

Exemple : harmoniques dans le conducteur de N



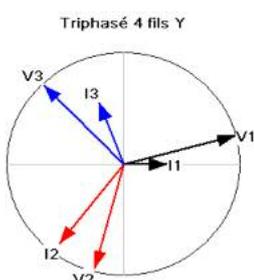
**Harmoniques** :  
tension et courant

Rechercher les rangs d'harmoniques présents sur la distribution

Quels sont les rangs significatifs des harmoniques de courant dans le conducteur de neutre ? **3, 7 et 9**

Phase		φ (U31,U23)		φ (I2,I1)		φ (I1,V1)	
φ (V2,V1)	120°	φ (U12,U31)	120°	φ (I3,I2)	121°	φ (I2,V2)	23°
φ (V3,V2)	121°	φ (U23,U12)	120°	φ (I1,I3)	111°	φ (I3,V3)	23°
φ (V1,V3)	119°						

**Onglet diagramme de Fresnel** : permet de visualiser le diagramme de Fresnel (tensions et courants), ainsi que les différents déphasages.



Travail sur les déphasages et sur l'équilibrage du réseau ! Il pourra être intéressant de chercher quel est (ou quels sont) le(s) secteur(s) du lycée qui participe(nt) le plus au déséquilibre du réseau.

Indiquer :  
La phase avec le plus petit courant : **I1 (46 A)**  
La phase avec le plus grand courant : **I2 (65 A)**

Le réseau de distribution vous semble-t-il bien équilibré ?

**Non, la différence entre I1 et I2 est de 41 %.**

Que faut-il faire ?

**Il serait souhaitable de basculer une partie des consommateurs de la phase 2 sur la phase 1.**

Comment le faire ? **Il faut étudier l'équilibrage de chaque départ et analyser ce qui peut être raccordé différemment en commençant par le départ avec le déséquilibre le plus important.**

## Étape 5 : programmer un enregistrement - Cliquer « Démarrer un enregistrement »

La fenêtre « Configurer un enregistrement » s'ouvre.



Donner un nom à l'enregistrement (Élève Lambda), choisir « **Planifier un enregistrement**, entrer les dates et heures de début et de fin. Cocher « Enregistrer les valeurs 1 s, ne pas cocher « y compris les harmoniques » (laisser la période d'agrégation à 10 mn). Faire « OK », l'enregistrement est programmé.

**Jour 2 (2 h) :** mercredi 25 juin 8 h à 10 h - Rapatriement des mesures et analyses

## Étape 1 : lancer l'application PEL Transfert

Se positionner sur (PEL 103-115412MBH) « **Sessions enregistrées** », se positionner sur Élève Lambda, cliquer sur l'icône « **Télécharger les données enregistrées** »

Répertoire	Nom de la session	Date de début	Date de fin	Période d'agrégation	Taille (octets)
Ses00001	1er enregistrement	23/06/2014 - 16:00:00	24/06/2014 - 16:00:00	10 min	17578918
Ses00003	Élève Lamda	25/06/2014 - 11:41:26	25/06/2014 - 11:42:59	10 min	17522

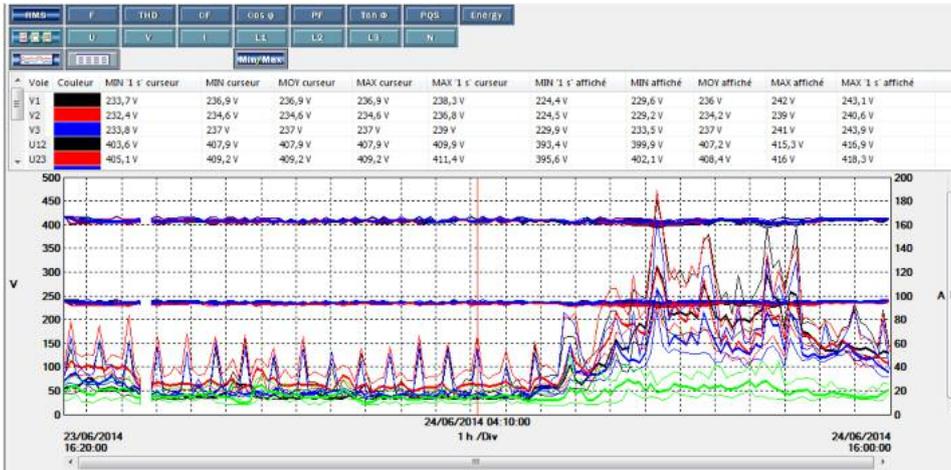
Cliquer sur « **Ouvrir** »

Propriété de la session :

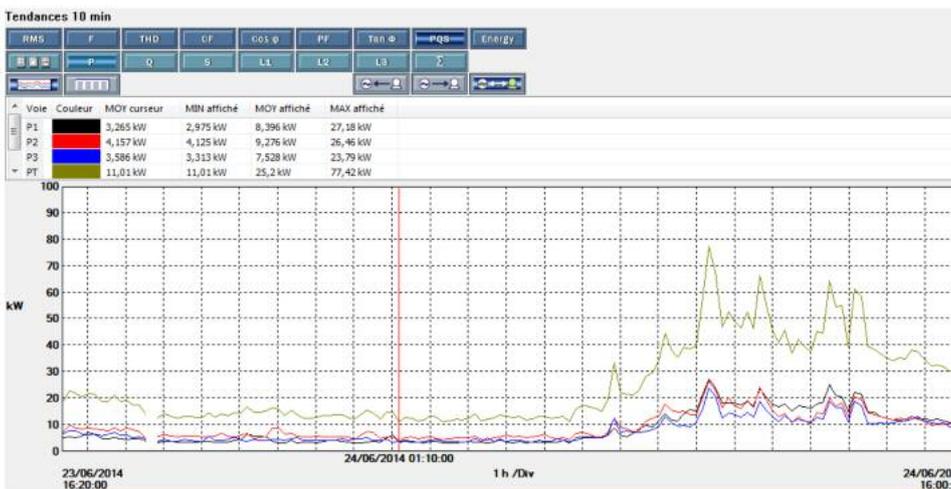
Propriétés de la session	
Nom	Valeur
<b>Etat de l'enregistrement</b>	
Nom de la session	Élève Lamda
Date de début de l'enregistrement	25/06/2014
Heure de début de l'enregistrement	11:41:26
Date de fin de l'enregistrement	25/06/2014
Heure de fin de l'enregistrement	11:50:00
Durée de l'enregistrement	8 min 34 s
Y compris les tendances '1 s'	Oui
Y compris les harmoniques	Non
Période d'agrégation	1 min
Réseau de distribution électrique	Triphasé 4 fils Y
Mode de sélection de la fréquence nominale	50 Hz
<b>ID de l'appareil</b>	
Numéro de série du PEL	115412MBH
Nom du PEL	PEL102-115412MBH
Emplacement du PEL	Office
Version du firmware 'DSP'	1.24
Version du firmware 'logger'	1.14
Version du matériel	A.D

etc...

Voici le graphique de l'enregistrement effectué sur 24 heures (toutes les courbes)



Ci-dessous n'apparaissent que les puissances actives (par phase et totale)



## Exemple d'exploitation :

Quelle est la puissance minimum absorbée et à quelle heure ? **11,01 kW à 1 h 10**

Quelle peut être l'explication ? **Il peut s'agir des frigos, serveurs informatique, PC restés allumés, etc.**

Même chose pour le maximum ? **77,42 kW à 9 h 20**

Quelle peut être l'explication de ce pic de puissance ?

**On peut supposer que c'est la cuisine qui génère ce pic de puissance**

Comment peut-on définir les « consommateurs » étant à la source de ce pic de puissance ?

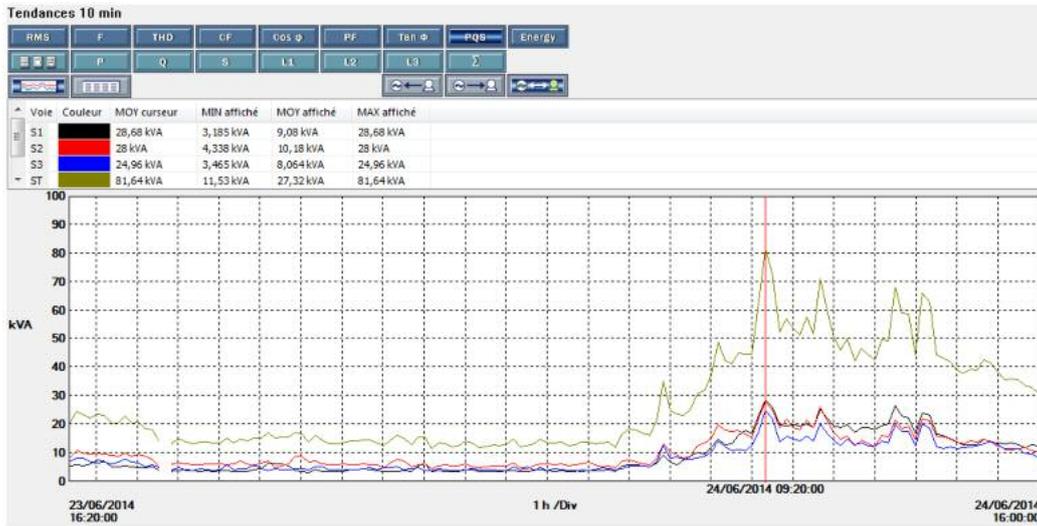
**En procédant à des enregistrements départ par départ sur 24 h (en semaine)**

**Tarification d'énergie :** (à l'aide de la facture EDF jointe)

Quel tarif a été souscrit par le lycée ? **Tarif jaune option base (42 à 240 kVA)**

Quelle est la puissance contractuelle souscrite ? **156 kVA**

Quelle est la puissance apparente maximum absorbée sur 24 h ? **81,64 kVA**



Afin de réaliser des économies, pourrait-on diminuer la puissance contractuelle souscrite ?

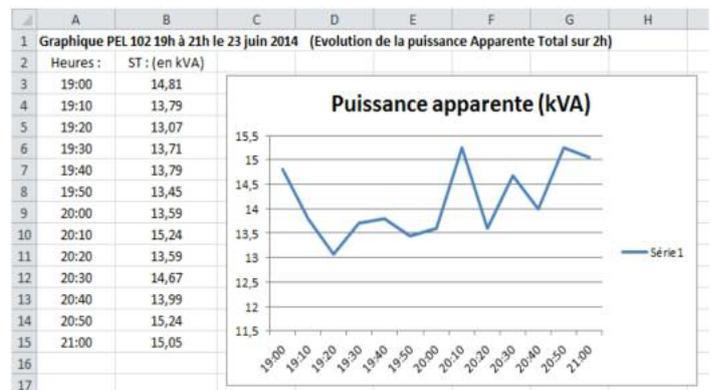
**Oui, nous pourrions diminuer cette puissance à 86 kVA**

Calculer l'économie annuelle réalisée en sachant que la prime fixe mensuelle est de 2,94 € HT par kVA souscrit :

$$156 - 86 = 70 \text{ kVA} \quad 70 \times 2,94 \times 12 = 2469,60 \text{ € HT}$$

Exploitation des données enregistrées avec un tableur : (exemple)

Date	Heure	S1	S2	S3	ST
23/06/2014	19:00:00	3,768 kVA	6,448 kVA	4,59 kVA	14,81 kVA
23/06/2014	19:10:00	3,894 kVA	6,087 kVA	3,81 kVA	13,79 kVA
23/06/2014	19:20:00	3,58 kVA	5,648 kVA	3,842 kVA	13,07 kVA
23/06/2014	19:30:00	3,392 kVA	5,842 kVA	4,476 kVA	13,71 kVA
23/06/2014	19:40:00	3,664 kVA	6,107 kVA	4,022 kVA	13,79 kVA
23/06/2014	19:50:00	3,448 kVA	6,148 kVA	3,855 kVA	13,45 kVA
23/06/2014	20:00:00	3,728 kVA	5,911 kVA	3,946 kVA	13,59 kVA
23/06/2014	20:10:00	3,723 kVA	5,678 kVA	5,839 kVA	15,24 kVA
23/06/2014	20:20:00	3,424 kVA	5,981 kVA	4,181 kVA	13,59 kVA
23/06/2014	20:30:00	3,503 kVA	6,903 kVA	4,26 kVA	14,67 kVA
23/06/2014	20:40:00	3,522 kVA	6,097 kVA	4,374 kVA	13,99 kVA
23/06/2014	20:50:00	4,11 kVA	5,52 kVA	5,614 kVA	15,24 kVA
23/06/2014	21:00:00	4,388 kVA	6,428 kVA	4,235 kVA	15,05 kVA



**Conclusion :** Les possibilités d'exploitation du PEL102 sont immenses, et cet article n'a pu que vous donner des pistes et des idées pour son utilisation pédagogique, en lien avec les cours de communications techniques du Bac Pro ELEEC.

**Pour les 4 parties suivantes :** même déroulement que pour la première partie, mais pour une autre période et par un autre élève. (Seul changement : la partie schéma électrique)

2<sup>ème</sup> partie : La consommation électrique du bâtiment « enseignement général et tertiaire »

3<sup>ème</sup> partie : La consommation électrique du bâtiment « atelier »

4<sup>ème</sup> partie : La consommation électrique du bâtiment « cuisine et réfectoire »

5<sup>ème</sup> partie : La consommation électrique du bâtiment « administration »

Piste possible d'évolution des TP : utiliser la liaison Bluetooth

## Efficacité d'une VMC double flux.

M. Moulay-Hafid TAHIRI et M. Martial KREBS

Professeur en énergétique et professeur en électrotechnique, lycée Ernest Cuvette à FREYMING

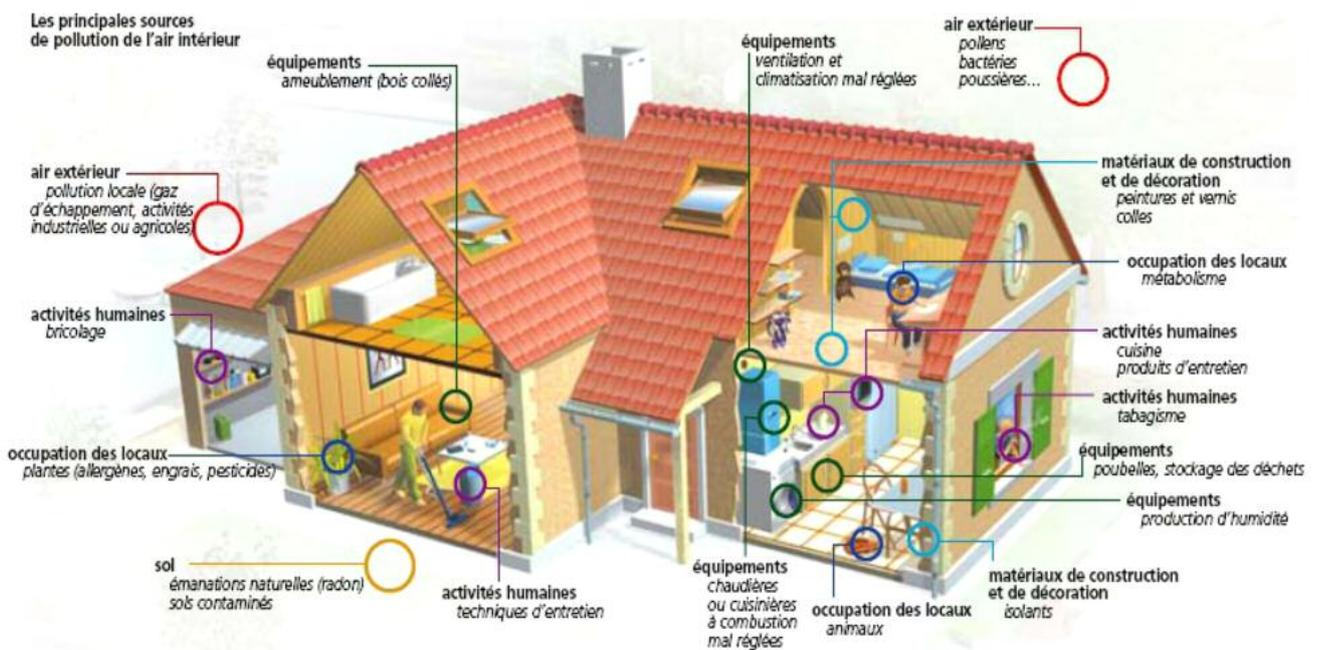
**Objectif :** vérifier l'efficacité affichée par le constructeur d'une Ventilation Mécanique Contrôlée double flux dans le domestique.

### Pourquoi ventiler ?

Renouveler l'air de la maison est une nécessité vitale :

- pour y apporter un air neuf et pourvoir à nos besoins en oxygène ;
- pour évacuer les odeurs et les polluants qui s'y accumulent ;

- pour éliminer l'excès d'humidité ;
- pour fournir aux appareils à combustion l'oxygène dont ils ont besoin pour fonctionner sans danger pour notre santé.



Source guide Ademe « qualité de l'air »

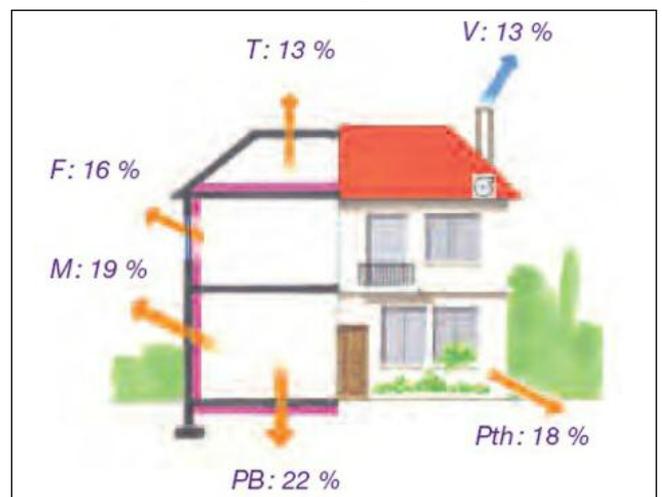
### Approche globale énergétique :

Il faut pour cela comprendre la performance énergétique en déterminant les éléments clés d'un bâtiment puis voir les postes les plus énergivores (% chauffage, % eau chaude, niveau d'isolation et niveau de ventilation).

#### Exemple :

- Maison individuelle neuve type RT2000 en blocs béton de 20 cm ;
- isolée par l'intérieur ;
- S vitrée = 30 % S façade

Nous constatons ici que la ventilation (13%) est un poste de consommation non négligeable.



## Comparatif de consommation des logements



- 1 - avant 1975  
conso > 4300 €
- 2 - RT 2005  
conso < 2180 €
- 3 - BBC ou RT 2012  
conso < 616 €
- 4 - Passive  
conso < 0 €

## La RT2012, un engagement du Grenelle Environnement :

### Un objectif, de l'ambition

Le Grenelle Environnement prévoit une division par quatre des émissions de gaz à effet de serre (GES), facteurs de réchauffement climatique, et de diviser la consommation énergétique des constructions neuves par deux, voire trois.

### Une révolution de la construction

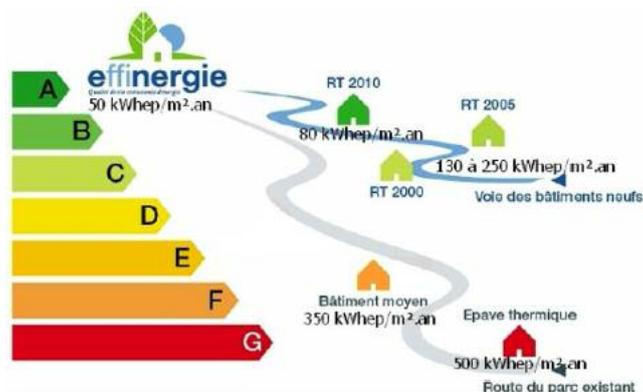
La RT2012 renforce la réglementation en limitant la consommation d'énergie primaire du bâtiment dès sa conception. Cette limite de consommation devient un objectif global à atteindre.

La performance exigée prend en compte l'isolation et encourage une conception bioclimatique des constructions.

Cela nécessite que l'efficacité énergétique du bâti, tout comme les performances des équipements connaissent une évolution significative.

Il est préconisé des constructions de plus en plus étanches et de moins en moins énergivores.

Si l'on désire rentrer dans les **50 kWhep/m².an** cela nécessitera l'utilisation de matériels performants pour diminuer les puissances installées sans compromettre le confort des utilisateurs.



Par conséquent les VMC utilisées dites à doubles flux devront être de faible puissance et posséder un rendement ou efficacité le plus proche possible du 100 %.

### Principe de fonctionnement d'une VMC double flux :

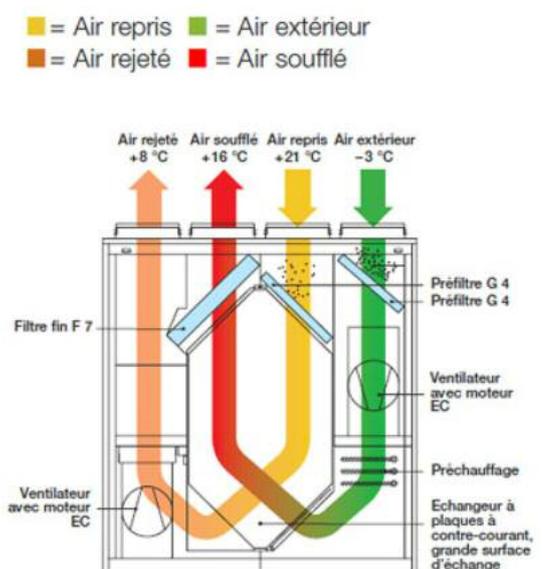
Ce système permet de limiter les pertes de chaleur inhérentes à la ventilation.

Il **récupère la chaleur** de l'air vicié (air repris) extrait de la maison et l'utilise pour **réchauffer l'air neuf filtré** venant de l'extérieur.

Un ventilateur pulse cet air neuf préchauffé (air soufflé) dans les pièces principales par le biais de bouches d'insufflation.

Cet équipement est plus coûteux qu'une VMC simple-flux, mais il permet des **économies de chauffage** importantes :

- récupération jusqu'à plus de **90 %** de l'énergie contenue dans l'air vicié extrait et bénéficie de la chaleur dégagée (cuisson, salle de bain...).

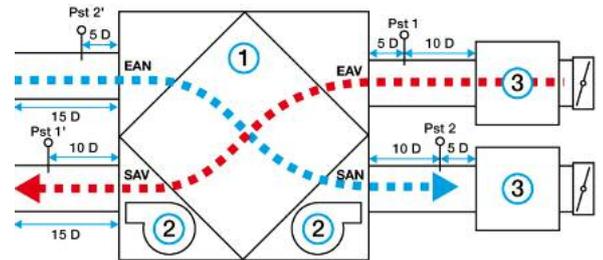


## Efficacité et rendement de l'échangeur :

Selon la norme européenne EN308, les constructeurs définissent l'efficacité de l'échangeur à plaques de leur VMC par la formule suivante:

$$\text{Efficacité [\%]} = \frac{(\text{Température insufflation} - \text{Température extérieure})}{(\text{Température extraction air vicié} - \text{Température extérieure})} \times 100$$

*Nota :* pour effectuer le calcul de l'efficacité, il faut que les débits d'insufflation et d'extraction soient équilibrés (à 10 % près), assurez vous que c'est bien le cas lors de vos mesures. Chaque fabricant de VMC double flux mesure l'efficacité en suivant le schéma suivant préconisé par la **NF 205**.



## Application :

Un constructeur donne une efficacité à 80 % de l'échangeur d'une centrale double flux.

La température extérieure est de -15°C et l'air extrait est à 19°C.

La température de l'air insufflé dans le bâtiment sera alors de :

$$T^{\circ} \text{ insufflé} = \text{Efficacité} \times (T^{\circ} \text{ air extrait ou vicié} - T^{\circ} \text{ extérieur}) + T^{\circ} \text{ extérieur}$$

$$T^{\circ} \text{ insufflé} = 0,8 \times (19 - (-15)) + (-15) = 12,2^{\circ} \text{C}$$

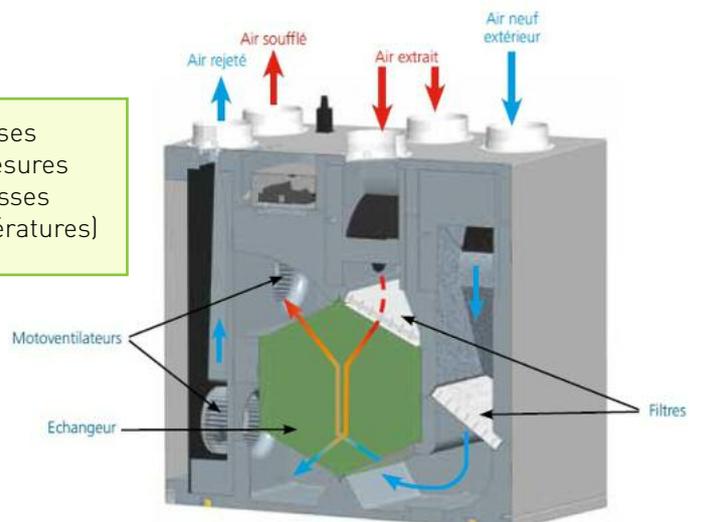


## Mesure de l'efficacité de la VMC double flux

Cette VMC double flux est installée dans un appartement témoin à ossature bois. Lors du test d'infiltrométrie l'appartement est défini comme étant BBC. Présentation de l'installation et du matériel utilisé.

La VMC double flux utilisée est une DUOLIX MAX de chez ATLANTIC, équipée d'un échangeur à plaques haut rendement d'une efficacité de 91,5% (certifié NF205).

Prises de mesures (vitesses et températures)



Le **C.A 1052 \*** est un appareil multifonctions capable de recevoir les sondes suivantes :

- **Sonde anémométrie fil chaud \***
- Sonde anémométrie hélice
- **Sonde hygrométrie \***
- Sonde pression
- Sonde thermocouple K

Ces sondes sont automatiquement reconnues par les instruments et interchangeables.

*(\* Nécessaire et utilisés dans le cadre du TP)*

Pour que les mesures de températures puissent être validées, il faut que les débits d'insufflation et d'extraction soient équilibrés (à 10% près). Pour effectuer ces mesures de débit il faut :

- Une sonde anémométrique à fil chaud pour mesurer la vitesse (m/s),
- La section du conduit (m<sup>2</sup>).



## Anémométrie à fil chaud

Faire glisser vers le bas le tube de protection de l'élément sensible d'une distance égale au rayon du conduit intérieur pour mesurer la vitesse au point 2.

Placer la sonde perpendiculairement au flux d'air : le point rouge situé en bas de la sonde doit être mis face au flux d'air.

Deux possibilités de mesure s'offrent à vous :

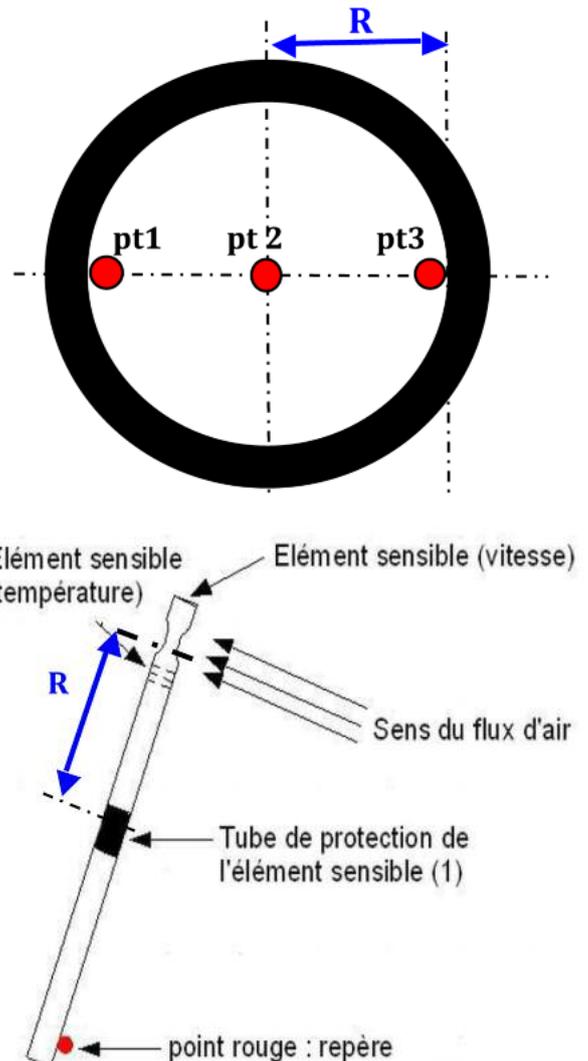
- Si l'appareil vous propose le diamètre du conduit approprié :

Mesurer les débits volumique aux points 1, 2 et 3 puis en déduire le débit volumique moyen.

- Sinon mesurer les vitesses aux points 1, 2 et 3. Puis calculer la vitesse moyenne. Enfin en déduire le débit volumique en appliquant la formule suivante :

$$Q_v = V \times S \times 3600$$

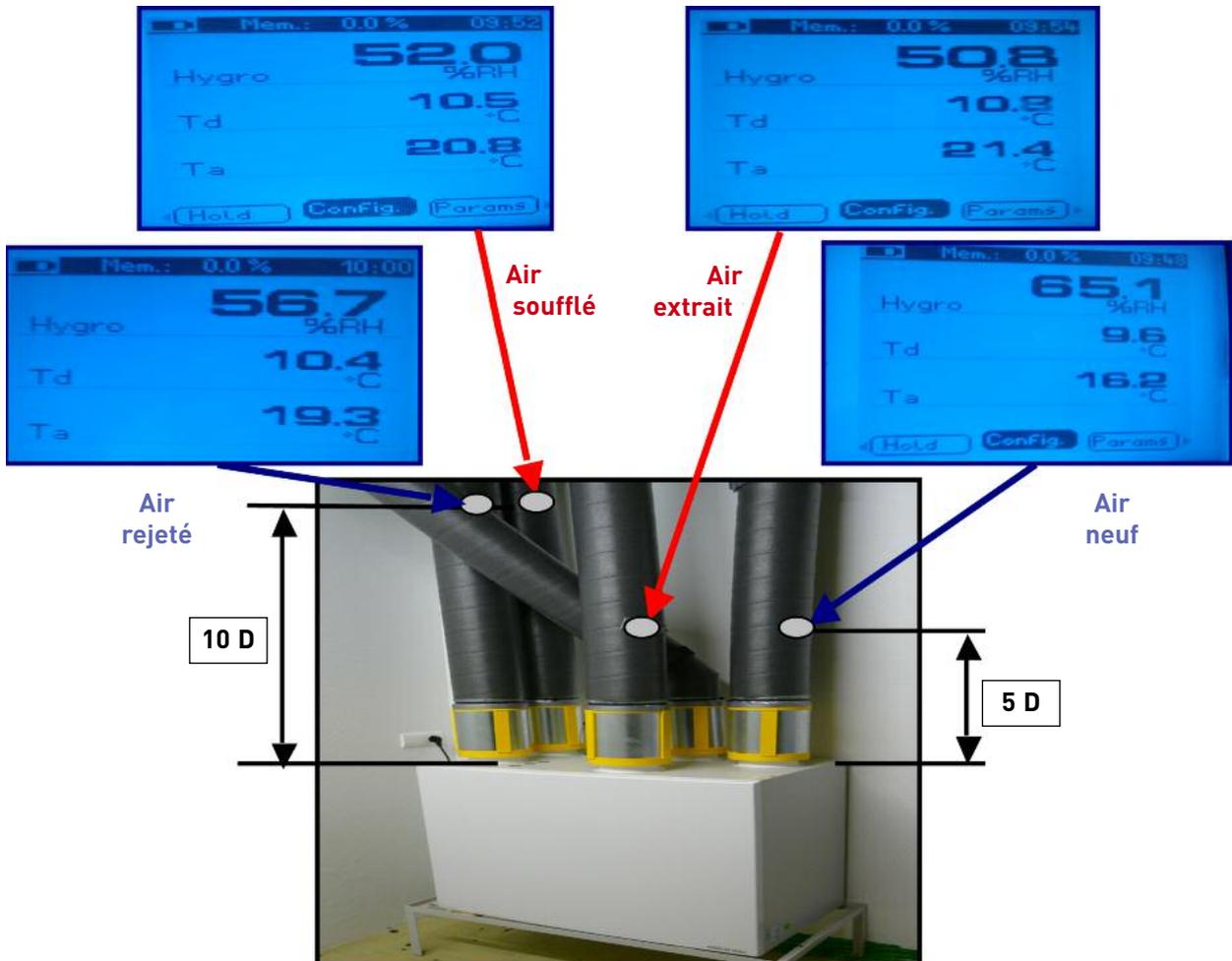
- avec  $Q_v$  : débit volumique en m<sup>3</sup>/h  
 $V$  : vitesse moyenne en m/s  
 $S$  : section intérieur du conduit en m<sup>2</sup>



# TP2

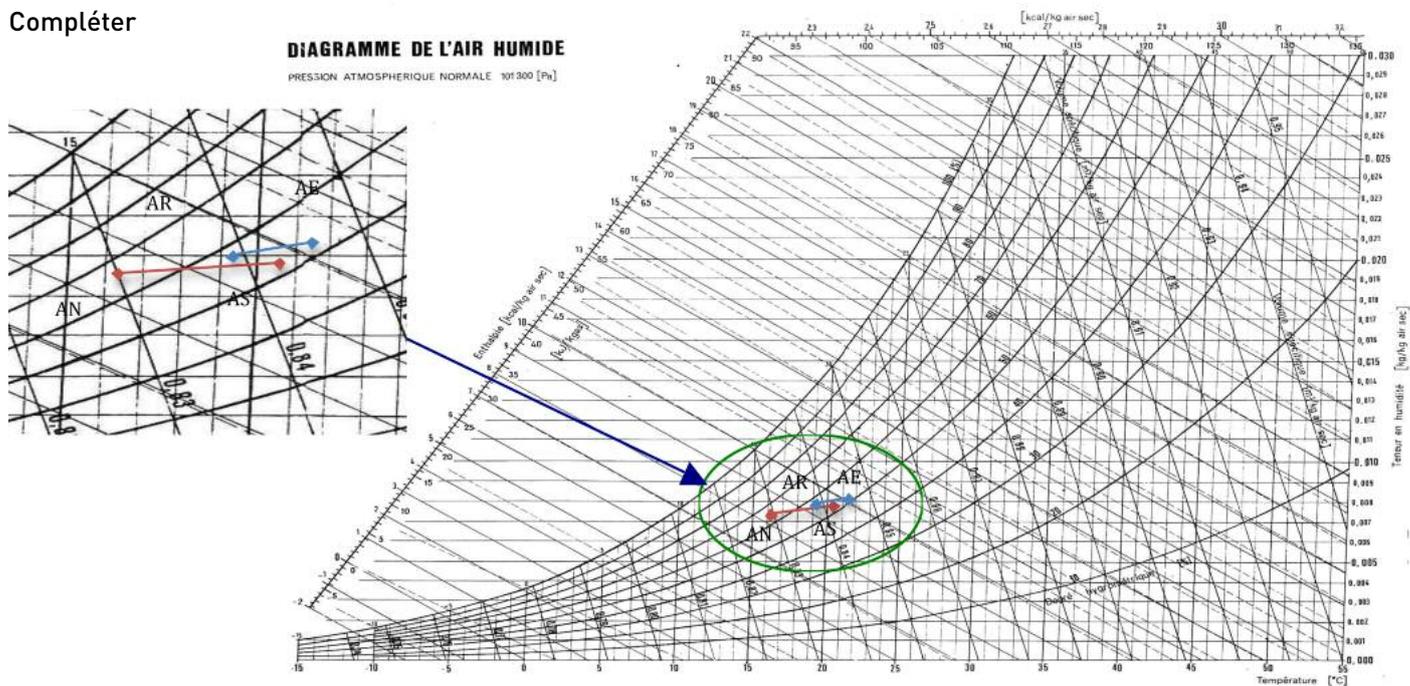
	Vitesse 1 [m/s]	Vitesse 2 [m/s]	Vitesse 3 [m/s]	Vitesse moyenne [m/s]	Diamètre [m]	Section [m <sup>2</sup> ]	Débit [m <sup>3</sup> /h]	Déséquilibre [%]
Air insufflé	4,3	4,6	3,8	4,23	0,125	0,01227	186,93	4,72
Air extrait	4	4,4	3,7	4,03	0,125	0,01227	178,10	< 10%

Pour effectuer les mesures des quatre températures hygrométriques selon la NF 205 nous avons utilisé le C.A 1052 associé à sa sonde hygrométrie.



Tracer l'évolution de l'air rejeté et soufflé à travers la VMC sur le diagramme psychrométrique. Nommer les points sur le diagramme (AN : air neuf, AS : air soufflé, AE : air extrait, AR : air rejeté).

Compléter



Points	T [°C]	HR [%]	r [kg <sub>eau</sub> /kg <sub>gas</sub> ]	h [kJ/kg <sub>gas</sub> ]	Vs [m <sup>3</sup> /kg <sub>gas</sub> ]
AN	16,2	65,1	0,0074	35	0,83
AS	20,8	52	0,0075	41	0,843
AE	21,4	50,8	0,0082	43	0,847
AR	19,3	56,7	0,0080	40	

Calculer la puissance thermique récupérée par l'air soufflé en [kW] :

$$\text{Débit massique d'air soufflé : } Q_m = \frac{186,93}{0,83 \times 3600} = 0,063 \text{ kg/s}$$

$$\text{Puissance récupérée : } P = 0,063 \times (41 - 35) = 0,378 \text{ kW}$$

Calculer l'efficacité de l'échangeur de la VMC :

$$\text{Efficacité [\%]} = \frac{(\text{Température insufflation} - \text{Température extérieure})}{(\text{Température extraction air vicié} - \text{Température extérieure})} \times 100$$

$$Q_m = \frac{186,93}{0,83 \times 3600}$$

L'efficacité calculée lors de ce TP (88 %) est proche de celle annoncée par le constructeur (91,5 %)

## Une Certification Mesure de Chauvin Arnoux et un nouveau site web dédiés aux étudiants et enseignants.

Monsieur Bernard Royannais (IA-IPR, STI de Toulouse) - Chauvin Arnoux



L'énergie est un enjeu majeur et la mesure, un paramètre incontournable dans un marché qui se structure.

Répondre à l'accroissement des besoins énergétiques tout en se préoccupant d'optimiser et d'économiser ceux-ci dans le cadre d'une démarche de développement durable est un enjeu majeur dans le contexte économique actuel. Quel que soit le domaine d'activité, industriel, tertiaire, infrastructure ou collectivité, ces préoccupations d'efficacité énergétique sont au cœur des réflexions d'aujourd'hui. La compétitivité face à la concurrence, l'augmentation du coût des énergies, la nécessité d'accroître les profits, les contraintes économiques...sont telles que réduire ou optimiser les dépenses en énergie fait partie du quotidien des fournisseurs d'énergie mais également des professionnels de la mesure.

Premiers concernés, les électriciens, qui doivent prendre conscience de l'évolution de ces marchés et des nouvelles potentialités énergétiques afin de mieux s'inscrire dans ces enjeux et le cadre normatif qui se structure et les contraint.

La majorité des pays européens ont en effet, mis en place des procédures, normes, règlements ou règles de bonne pratique destinés à mesurer la performance énergétique des installations ou procédés industriels mais également des bâtiments.

Les différentes applications des nouvelles réglementations (RT 2012, et les futures RT 2016...) imposent à l'électricien un nouveau rôle d'énergéticien dans ses missions : de la conception, de la mise en service jusqu'à la maintenance des installations.

Les notions de sécurité et de constat énergétique des installations, les préconisations lors de la conception, de

maintenance ou de rénovation dans l'habitat, d'optimisation des installations industrielles ou tertiaires sont au cœur des actions que les électriciens ont désormais à mener.

Deux étapes structurent cette approche énergétique :

**Le constat énergétique** : le respect des normes et réglementations nécessite la mise en place de bilans énergétiques. La mesure de l'ensemble des données d'une installation est comparée aux valeurs en vigueur.

**Préconisations énergétiques** : à partir de l'analyse des données d'une installation, l'électricien peut être amené à préconiser des solutions techniques d'amélioration énergétique : supervision de l'installation, optimisation du réseau, contrôles des déperditions...en respect de la sécurité matérielle et des usagers.

Afin de préparer les élèves et étudiants à l'évolution du métier d'électricien dans le domaine des énergies, il est nécessaire de travailler avec les partenaires industriels qui investissent dans ce domaine. Les équipes enseignantes portent une attention toute particulière aux nouveaux supports techniques (réseaux informatiques, bus de terrain dédiés, nouveaux constituants,...) dans le cadre de formations qui déboucheront sur de l'emploi.

Si l'électricien est un ensemblier de constituants de plus en plus sophistiqués, sa mission future est aussi de conseiller, guider et éclairer le client sur des choix techniques favorisant le confort et le bien être des usagers tout en réduisant l'impact énergétique et maîtrisant les coûts.

## LA « CERTIFICATION » CHAUVIN ARNOUX : valider les compétences

Face à ces nouvelles contraintes et pour accompagner au mieux les professionnels de demain, **CHAUVIN ARNOUX**, en coopération avec l'Éducation Nationale française, met en place une **Certification Mesure**.

Cette certification a pour objectif de valider les acquis des élèves sur l'utilisation des instruments de mesure par l'intermédiaire d'un QCM en ligne. Elle est destinée aux élèves de baccalauréat professionnel et de BTS des filières électrotechniques, énergétiques et de maintenance.

Deux niveaux de certification sont proposés : BAC et BTS. Le second niveau poussant un peu plus loin les connaissances de l'étudiant sur la cohérence des mesures et les préconisations d'amélioration. Chaque année un fil conducteur sous forme de thème est défini par ChauvinArnoux dans les différentes applications ; industrie, tertiaire, habitation, administration...

Les étudiants ont également la possibilité de manipuler un certain nombre d'appareils et ont accès à une bibliothèque d'informations professionnelles : évolution des normes électriques, notes d'application, liens internet utiles, découverte technique des produits...leur permettant d'enrichir leurs connaissances scolaires au contact d'une information concrète d'entreprise et de marché.

En validant ses connaissances à l'occasion des périodes de certification, l'étudiant pourra se prévaloir d'une reconnaissance supplémentaire attestant de celles-ci sur des cas concrets de situations de mesures.

Cette année, les thématiques retenues pour cette certification sont **l'efficacité énergétique** et la **réglementation thermique**. Cinq typologies d'instruments de mesure ont été également identifiés et sont à manipuler pour découvrir les points de déperdition énergétique dans le cadre de contextes de mesure différents : tertiaire, industrie, administration, hôpital...

## LES INSTRUMENTS DE MESURE

### Les caméras infrarouges pour la mesure thermique

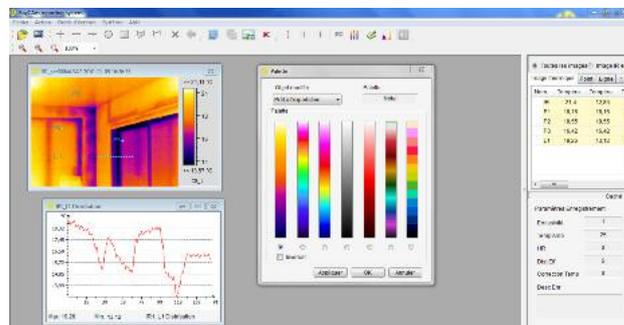
La thermographie infrarouge est une méthode facile et rapide pour mettre en évidence les pertes d'énergie dans les bâtiments, les problèmes électriques dans les armoires....

La caméra C.A 1882 est un modèle simple de prise en main, ergonomique, doté de l'ensemble des outils de mesure nécessaires à une bonne analyse : curseurs manuels et auto, isothermes.

Équipée d'une sortie vidéo, l'image est projetée sur un grand écran lisible par l'ensemble d'une classe.



Son mode « MixVision » permet de superposer le mode infrarouge au mode image réelle afin de localiser le problème sur l'installation.



Le logiciel RayCAM Standard, livré avec le produit, est sans licence. Grâce à son mode analyse, vous pourrez modifier les paramètres influençant la mesure, ajouter des outils curseur, courbes, zones sur l'image infrarouge... Avec son mode rapport, vous pourrez créer une page exportable sous word ou pdf permettant le suivi et le compte-rendu des inspections.

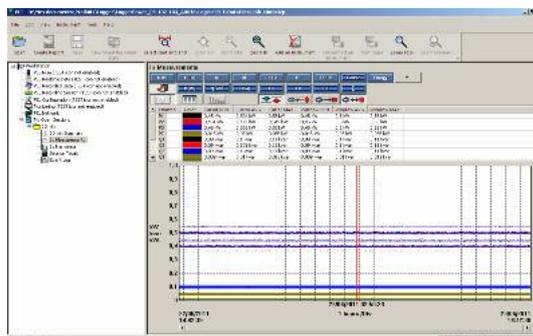
## Les enregistreurs d'énergie

Le suivi des consommations énergétique est un point essentiel. Il est important de réaliser un état des lieux de son site pour cibler les économies réalisables.



Grâce à ses quatre entrées tension et ses trois entrées courant, le modèle PEL permet d'enregistrer et de cartographier aisément les consommations. Ses capteurs souples pour la mesure d'intensité et ses pointes de touche aimantées pour la mesure de tension, permettent l'installation de cet appareil en quelques instants sur votre armoire. Doté de communications USB, Bluetooth ou Ethernet, vous pourrez communiquer à distance avec lui.

Le logiciel, fourni en standard et sans licence, vous permettra de configurer l'appareil vis-à-vis de l'installation en quelques clics ! Visualisez en temps réel vos consommations, téléchargez vos mesures et tirez le bilan énergétique de ces inspections !



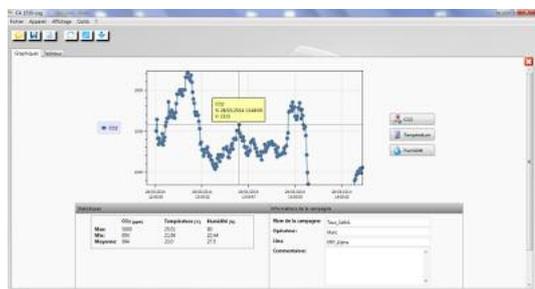
## Le mesureur de la qualité d'air intérieur



Qu'il s'agisse de lieux accueillant du public, de bâtiments professionnels ou d'espaces privés, le taux de CO<sub>2</sub> et un excellent indicateur de qualité d'air et d'efficacité du renouvellement de l'air ambiant. Le C.A.1510 permet la mesure et l'enregistrement de trois paramètres (CO<sub>2</sub>, température, humidité) et élabore des critères de qualité de l'air fondés soit sur le taux de CO<sub>2</sub>, soit sur une combinaison de

trois grandeurs physiques mesurées. Ses multiples fonctionnalités lui permettent de répondre aux besoins des organismes de contrôle, des laboratoires, des professionnels du génie climatique...

Le C.A. 1510 respecte les exigences fonctionnelles et métrologiques pour la mesure de CO<sub>2</sub> du décret français n° 2012-14 dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air intérieur au sein des établissements recevant du public.



Son logiciel, fourni en standard et sans licence, permet de communiquer avec l'instrument en filaire ou via Bluetooth. Vous pourrez alors configurer l'appareil pour les enregistrements, récupérer les données, visualiser les enregistrements, observer en temps réel les relevés...

Une version Android est également disponible !

## Le luxmètre pour la mesure d'éclairage



Les bâtiments « nouvelle génération » sont de moins en moins consommateurs d'énergie. En revanche, la part de l'éclairage représente un pourcentage important dans la facture ! Ainsi, il est nécessaire de mesurer et de contrôler vos pièces !

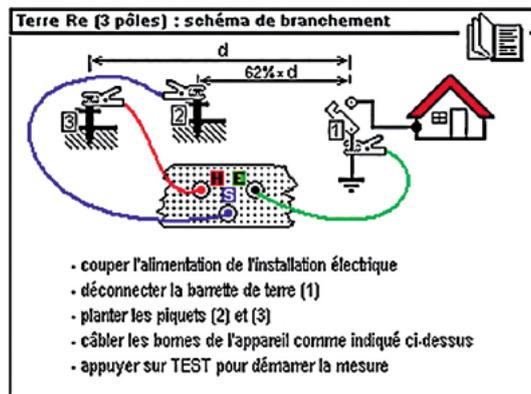
À l'aide du luxmètre C.A.813, avec correction d'incidence et spectrale intégrée, vous pourrez cartographier l'éclairage d'une pièce.

## Le contrôleur d'installation électrique

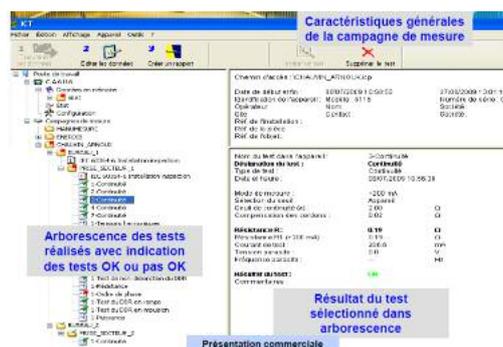
Dans le domestique, le tertiaire ou l'industrie, les contrôleurs d'installation multifonction permettent de vérifier la conformité d'une installation électrique selon les normes en vigueur. Cette vérification est obligatoire pour obtenir l'assurance d'une installation ne présentant aucun danger.



Le contrôleur C.A.6116N a une ergonomie étudiée pour une prise en main rapide et efficace. Un grand écran couleur graphique qui offre une excellente lisibilité. Un commutateur rotatif, permet un accès direct à l'ensemble des fonctions. De nombreux symboles sonores et visuels offrent une interprétation rapide des résultats. Les connexions sont simplifiées grâce à des bornes d'entrée repérées.



Le contrôleur dispose, de plus, d'une aide contextuelle, claire et détaillée. Chaque mesure est dotée d'une aide dédiée, comprenant un guide pour les branchements à effectuer et une explication pour l'interprétation des résultats. Pour plus de sécurité, en cas de mauvais branchement, ou de présence de tension dangereuse, l'appareil affiche un message d'erreur pour prévenir l'utilisateur.



Un logiciel spécifique aux contrôleurs d'installation, livré en standard, permet une analyse simplifiée et rapide des mesures enregistrées. Il permet la récupération des données, le paramétrage de l'appareil, la personnalisation des campagnes de mesure avec transfert dans l'appareil, et l'édition de rapports.

<http://certification-mesure.chauvin-arnoux.com> : un site web dédié aux élèves et aux professeurs

Pour accompagner l'étudiant dans le passage de cette certification, un site internet dédié a été développé. L'objectif de ce site est de réunir un maximum d'informations permettant d'aider à la prise en main des produits, de fournir des exemples de manipulations, de proposer des liens externes... et de confronter ses connaissances en remplissant en ligne le QCM.

**Le site se déploie pour le moment en quatre espaces informatifs :**

**La page accueil**, présente les nouveautés, l'actualité mise en ligne, les nouveaux établissements participants à la certification, le calendrier d'ouverture des QCM... Une partie identification permettra également à l'étudiant de se connecter et de pouvoir ainsi accéder aux différents contenus du site.

**L'onglet bibliothèque**, permet d'accéder aux documentations liées à l'utilisation et à la manipulation des produits : notices d'utilisation, vidéo et présentation animée de prise en main, photos, liens... Ces éléments seront consultables et téléchargeables par l'utilisateur.

**L'espace personnel** est propre à l'étudiant : ses coordonnées de connexion, son profil. Il peut poser des questions à Chauvin Arnoux, proposer des nouveaux liens ou documents... Le QCM à remplir en ligne pour l'obtention de la certification sera disponible dans cet espace. S'il réussit avec succès ce test, l'étudiant aura la possibilité de télécharger son certificat !

**L'onglet expérimentation**, offre des exemples réels de relevés de mesure. L'élève et le professeur pourront consulter une base de données complète de réalisations commentées. Ils pourront également télécharger des courbes et images au format spécifique produit permettant d'utiliser dans son établissement les relevés de mesure.

Enfin, des liens vers des produits seront disponibles permettant d'interroger à distance des produits en situation de mesure, connectés à des systèmes ou équipements.



## Comment aborder le mesurage (Mesures & Contrôles) dans les enseignements de la filière maintenance des véhicules ?

Des pistes de réflexion pour proposer des scénarios pédagogiques dans le cadre du partenariat Chauvin Arnoux – Éducation nationale

### 1 - Introduction : le contexte de la rénovation des diplômes de la filière maintenance des véhicules

Mesurer, tester, réaliser les essais contrôles et interpréter des données sont des actions incontournables pour mener à bien des opérations de diagnostic.

La thématique de la mesure, l'analyse comportementale des systèmes mécaniques ainsi que la compréhension des phénomènes physiques mis en œuvre pour la réalisation de la mesure, conduisent à une approche interdisciplinaire des équipes enseignantes impliquées dans ces formations (pratiques professionnelle-Maintenance, Analyse Fonctionnelle et Structurale, Mathématiques Sciences physiques et chimiques).

La rénovation des diplômes de la filière maintenance des véhicules met l'accent sur la synergie qui doit exister entre ces disciplines d'enseignement pour renforcer l'esprit d'analyse des comportements des systèmes et favoriser le développement d'une culture technique de diagnostic sur des systèmes mécaniques.

L'utilisation des équipements traditionnels de mesure et d'analyse aide à confirmer ou à infirmer des hypothèses de diagnostic et donne accès à des informations sur les dysfonctionnements, sur les symptômes, les défauts, le (les) paramètre(s) relatif(s) à ces symptômes.

L'idée est donc d'aider à une meilleure exploitation des techniques de mesurage et d'expliquer comment des outils de mesure et l'interprétation des données de

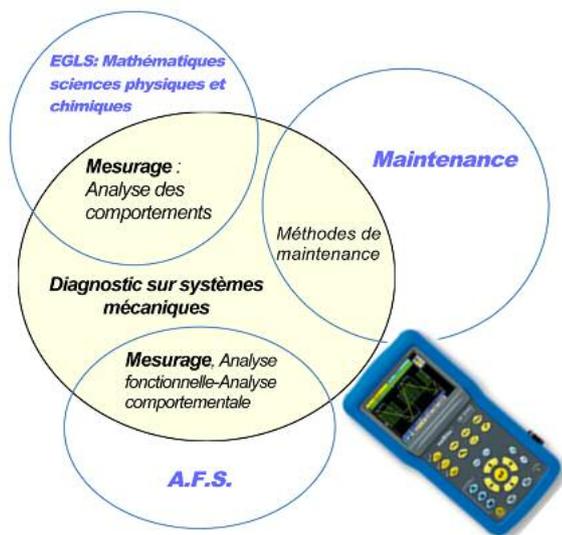
mesures participent de manière efficace à la pertinence des démarches de diagnostic sur systèmes mécaniques.

C'est dans cet esprit que le partenariat entre établissements de formation et Chauvin Arnoux peut contribuer de manière significative à faire travailler des équipes pluridisciplinaires autour de la même problématique : comment mettre en œuvre et exploiter les activités et données des mesurages (Mesures & Contrôles) dans les stratégies pédagogiques pour aider au développement des techniques de diagnostic sur systèmes mécaniques ? Quelle réflexion à mener pour proposer des situations de formation en prenant appui sur le modèle pédagogique de la chaîne scientifique ?

Ce travail et les développements en cours et à venir sont coordonnés à l'échelon national par Mme Pascale COSTA, IGEN STI.

Le contenu de cet article est le fruit de la réflexion menée au sein du groupe de travail de l'académie de Strasbourg animé par les inspecteurs :

- Arnaud MAKOUDI, IEN ET STI - Académie de Strasbourg
- Denis DEFAUX, IEN ET STI - Académie de Dijon
- Laurent MICHEL, IEN EG (Mathématiques sciences physiques et chimiques - Académie de Strasbourg
- Jean Paul KREPS, IEN ET STI - Académie de Caen
- Michel BRETON, IEN ET STI - Académie de Lyon



# Réforme

## 2 - Exemple de stratégie pédagogique et d'organisation des enseignements selon l'approche « centres d'intérêt » :

L'organisation des enseignements dans le cadre du baccalauréat professionnel maintenance des véhicules est pensée autour de six centres d'intérêt.

Exemple : Ci5 – Les mesures et contrôles

### Tâches professionnelles :



**T1.1** - Effectuer les contrôles définis par la procédure

**T2.2** - Identifier les systèmes, les sous-ensembles, les éléments défectueux

### Compétences visées :



**C32** - Effectuer les mesures sur véhicule

**C33** - Effectuer les contrôles, les essais

## 3 - L'approche adoptée dans le cadre d'un groupe de travail (Recherche-Formation) composé d'enseignants de différentes disciplines et d'inspecteurs de l'Éducation Nationale (ET et EG) :

Au niveau d'une académie, une équipe pédagogique élargie qui, autour du même centre d'intérêt, développe des stratégies pédagogiques et des scénarios de formation pour donner du sens aux enseignements. Le concept de la chaîne scientifique est retenu pour permettre à l'élève de partir du réel observé, réalisé, mesuré dans une activité sur le plateau technique de l'établissement et/ou en entreprise,

- pour analyser, modéliser et simuler lors des séances dédiées à l'Analyse Fonctionnelle et Structurelle (AFS),
- puis calculer et vérifier la loi générale en mathématiques ou physique chimie.

**Démarche** : à partir de l'étude de défaillances, déformations, usures ou dysfonctionnements constatés, définition des sollicitations mécaniques et leurs incidences sur les différents organes et/ou composants, établir et mettre en œuvre des scénarios de mesurages adaptés pour conduire une démarche de diagnostic sur systèmes mécaniques.

**Publics ciblés** : élèves de BAC PRO MV, BAC PRO réparation des carrosseries.

## 4 - Thématiques retenues (Contrôle/diagnostic mécanique et mesurages) :

1. Analyse vibratoire, mesures et interprétation des bruits (défauts des roulements et des engrenages, arbre à came, régime du vilebrequin, mesures rotationnelles de l'arbre d'entraînement du moteur etc..).

2. Contrôle d'alignement, mesures d'angles, géométrie des trains roulants, liaison au sol, etc.. suite à un dysfonctionnement et à partir de résultats de mesures de géométrie sur un banc ou d'essais, définition du diagnostic et des opérations à effectuer.
3. Mesures d'alignement, équilibrage des roues – travail sur les masses, les balourds, déséquilibres statique et dynamique, problème de desserrement, mesures sur bancs de freinage, etc..
4. Mesure de pression, mesures de régime moteur, incidence de l'accélération sur le régime moteur
5. Mesure de cylindrée, notion de puissance, mesure de fuite d'air, rapport volumétrique
6. Contrôle et mesure de la force de tension de la courroie, effets sur les roulements d'alternateur, etc..
7. Contrôle thermographique, utilisation de l'endoscope, liaison avec la chaîne de mesure en maths sciences.
8. Analyse d'huile
9. Mesures des déformations, usures, etc..
10. Analyse des gaz : diagnostic mécanique – Fonctionnement du filtre à particules, analyse des carburants
11. Mesures de l'usure et du vieillissement des batteries, mesure de pH, électrolyse, etc..
12. Mesures de distances par propagation du son (illustration à travers l'installation d'un radar de recul)
13. Production du froid, fluides frigorigènes

## 5 - Exemple de scénario pédagogique :

Conçu et réalisé dans le cadre d'un groupe de travail (Académie de Strasbourg) composé de :

- M. Jean Jacques KRATZ, Professeur de Mathématiques Sciences Physiques et chimiques au lycée Emile Mathis de Schiltigheim
- M. Jacky MULLER, Professeur de Maintenance des véhicules au lycée Emile Mathis de Schiltigheim
- M. Alexis FEHR, Professeur de Maintenance des véhicules au lycée Emile Mathis de Schiltigheim
- M. Yann REMY, Professeur d'AFS (GMC) au lycée Paul Emile Victor d'Obernai
- Mme Marie COURRIERE, Responsable Marché Enseignement – Chauvin Arnoux
- M. Laurent Michel, IEN EG Mathématiques Sciences Physiques et chimiques, Académie de Strasbourg
- M. Arnaud MAKOUDI, IEN ET STI, Académie de Strasbourg

# Réforme

## 5.1 - L'objectif recherché :

### Comprendre le fonctionnement du système de climatisation, du cycle frigorifique pour mieux diagnostiquer

L'activité de travaux pratiques dont le synopsis est décrit ci-dessous est destinée aux élèves de Bac Professionnel maintenance des véhicules. Elle est pensée et conduite par trois enseignants (Mathématiques-Sciences – Physiques et chimiques – Pratique professionnelle – A.F.S.) autour du centre d'intérêt **Ci5 : les mesures et contrôles**.

Une double problématique est abordée dans cet exercice pédagogique :

1. Celle relative à l'amélioration du système de climatisation d'un véhicule client

2. L'approche pluridisciplinaire du système et du principe de climatisation en utilisant une caméra thermique et le logiciel de traitement de l'image pour relever les pressions et les températures.

L'analyse en commun dans le cadre d'une démarche d'investigation, du fonctionnement des circuits de haute et basse pression, l'interprétation des résultats des mesures, doit permettre aux élèves de conduire une démarche de diagnostic adaptée en intégrant l'intérêt et l'articulation des trois disciplines.

**Constat du client / Code Panne** : manque d'efficacité du système de climatisation

## 5.2 - Articulation disciplinaire

Niveau d'enseignement : Terminale BAC PRO M.V.								
		Enseignement Général - EGLS		Enseignement professionnel				
Centre d'intérêt	Objectif	Mathématiques Sciences Physiques et chimiques		Savoirs associés	Activité de travaux pratiques	AFS	PSE	Synthèse en PFMP
<b>Ci 5</b>	Réaliser les mesures et contrôles : <i>Contrôler le cycle frigorifique</i>	Mesure de pression Mesure de température Relevé du changement d'état	Mesures sur maquette didactique	Les réglages, contrôles et les prescriptions de maintenance	Mesures et relevés sur véhicules	Analyse fonctionnelle des pompes, fonctionnement du compresseur de climatisation et analyse des pertes de compression	Manipulation des liquides frigorigènes : Analyse des risques et règles de prévention.	Mesures et contrôles sur véhicules Diagnostic et proposition d'amélioration du système de climatisation

## 5.3 - Compétences visées :

→ En maintenance et en A.F.S. (Enseignement professionnel)

Capacités et compétences visées	C32 Effectuer les mesures sur véhicule C33 Effectuer les contrôles, les essais
Savoirs associés	S1.1 Notion de systèmes du véhicule S1.2 Les fonctions du système, des sous-systèmes du véhicule S2.1 Les réglages, contrôles et les prescriptions de maintenance

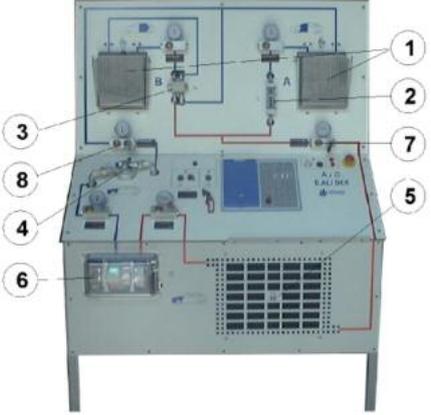
→ En mathématiques-sciences physiques et chimiques

- Mesurer une température, une pression.
- Vérifier expérimentalement que lors d'un changement d'état, la température d'un corps pur ne varie pas.
- Savoir que la chaleur est un mode de transfert de l'énergie.
- Savoir que la quantité de chaleur s'exprime en joule.
- Savoir qu'un changement d'état libère ou consomme de l'énergie.
- Calculer une pression et la convertir en bar ou en pascal.
- Connaître l'influence de la pression et du volume sur la température.

# Réforme

## 5.4 - Conditions de réalisation :

Lieu : plateau technique « maintenance des véhicules »

	Équipements	Observations
Véhicule client	Véhicule de marque Renault équipé d'un système de climatisation.	
Maquette didactique « Climatisation » + outil de diagnostic multi marques		
Outil de mesures et de contrôle : caméra thermique IR <b>C.A 1882 EduCAm</b>	 	
Outil de mesure des performances du circuit de climatisation		
Laboratoire de Mathématiques sciences – physiques et chimiques	Équipements de mesures traditionnelles (oscilloscopes , sondes de températures, etc..)	

## 5.5 - Proposition d'emploi du temps favorisant l'intégration de l'enseignement général et de l'AFS avec possibilités de co animation :

Lundi de 8 h à 10 h : créneau (libre de cours) commun à tous les élèves et tous les professeurs.

Ce créneau permet la mise en place de séances communes, la classe est prise en charge par un professeur de spécialité et un professeur en charge des EGLS.

Jeudi de 8 h à 10 h

La classe est prise en charge par un professeur d'AFS et un professeur de spécialité.

## 5.6 - Le scénario pédagogique : exploitation pédagogique avec les élèves

### Étape 1 : présentation du système

Classe entière en présence des Professeurs de maintenance des véhicules, de maths/sciences et d'AFS

#### Activités :

- Identifier les composants d'un système de climatisation (document 1).
- Vérifier la production de froid avec le système sur la maquette pédagogique et sur un véhicule réel.

### Étape 2 : mesures

Deux groupes d'élèves : Professeurs de maintenance des véhicules et de maths/sciences en co-animation

#### Activités :

- Effectuer des mesures de température et de pression et observer l'état du fluide en différents points de la maquette didactique (document 2).

- Relever les images thermographiques des différents éléments de la maquette (document 3).

### Étape 3 : interprétation

Classe entière en présence des professeurs de maintenance des véhicules, de maths/sciences et d'AFS

#### Activités :

- Interpréter les mesures et les images thermographiques (document 4).
- Expliquer le rôle et le fonctionnement des composants du système (document 5 – AFS).
- Simuler une vaporisation avec un gaz sous pression (aérosol). (document 6).
- Simuler une phase de compression avec une pompe à vélo. (document 7).

NB : le mode co-animation permet de faire le lien immédiat avec le système étudié.

### Étape 4 : maintenance

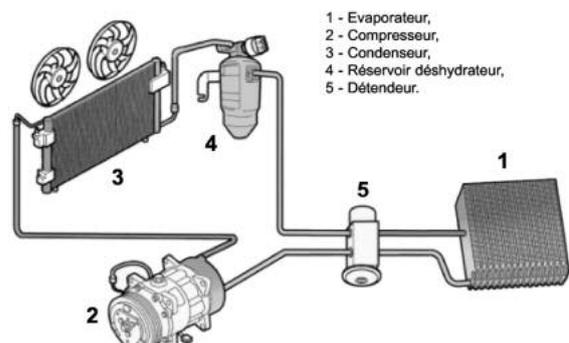
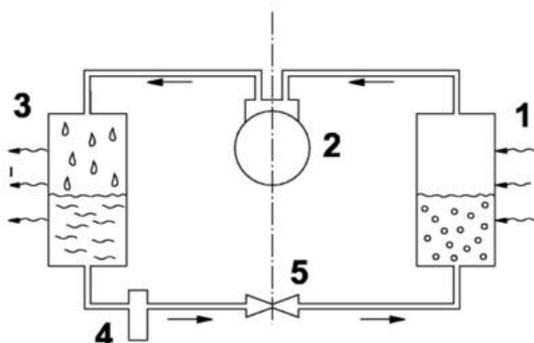
Groupes d'élèves en présence des professeurs de maintenance des véhicules

#### Activités :

- Effectuer des contrôles et des mesures pour diagnostiquer un système en dysfonctionnement (outil de diagnostic).

## Document 1 : CYCLE FRIGORIFIQUE

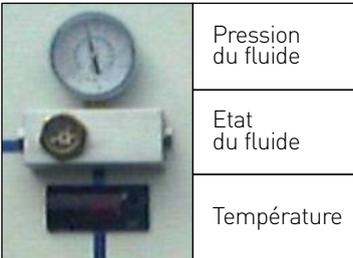
Pour fabriquer du froid, il faut donc avoir au départ un fluide haute pression à l'état liquide, que l'on détend et évapore, ce qui donne un gaz basse pression (froid). Pour boucler le circuit, le gaz basse pression est aspiré et comprimé par un compresseur, ce qui donne un gaz haute pression (chaud). Il passe alors dans un condenseur, balayé par de l'air extérieur. Le fluide, via les ailettes du condenseur, cède sa chaleur à l'air extérieur et se condense (il redevient liquide) tout en conservant sa haute pression. Il est alors prêt à subir un nouveau cycle détente/évaporation.



# Réforme



## Document 2 : mesures sur maquette didactique



Régime	Température extérieure	Point de mesure	Température	Pression	État physique du réfrigérant
2000 tr/min	20 °C	Sortie du compresseur	80 °C	13 bars	G
		Sortie du condenseur	45 °C	13 bars	L
		Sortie du détendeur calibré	5 °C	2 bars	G+L
		Sortie de l'évaporateur	2 °C	2 bars	G
		Sortie du filtre déshydrateur	2 °C	2 bars	G

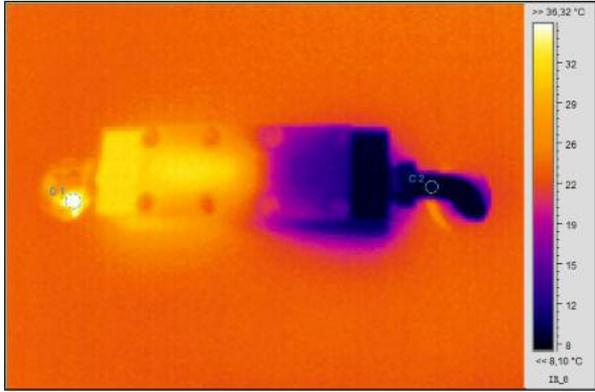
## Document 3 : images thermographiques

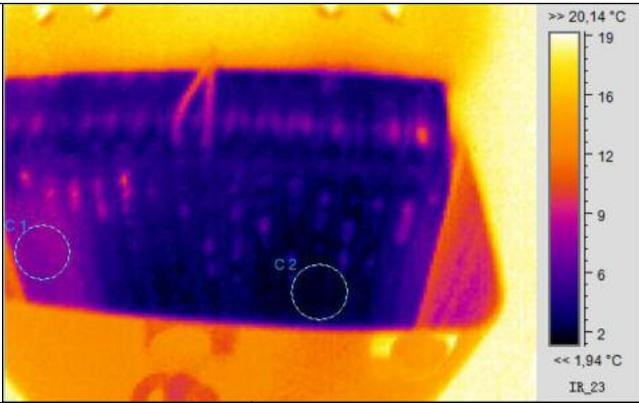
Utiliser la caméra thermique et le logiciel de traitement de l'image pour relever les températures d'entrée et de sortie des éléments constitutifs du circuit :

Élément	Image réelle	Image thermique			
Compresseur					
		<b>Info image</b>		<b>Info point chaud</b>	
Info Image	Valeur	C1 : Temp Min	49,18 °C	C2 : Temp Min	30,23 °C
Temp Min	28,77 °C	C1 : Émissivité	1	C2 : Émissivité	1
Émissivité	1	C1 : Temp Max	56,84 °C	C2 : Temp Max	33,75 °C
Temp Max	56,84 °C	C1 : Temp Moy	53,49 °C	C2 : Temp Moy	31,45 °C

Élément	Image réelle	Image thermique			
Condenseur					
		<b>Info image</b>		<b>Info point chaud</b>	
Info Image	Valeur	C4 : Temp Min	51,21 °C	C6 : Temp Min	16,78 °C
Temp Min	16,23 °C	C4 : Émissivité	1	C6 : Émissivité	1
Émissivité	1	C4 : Temp Max	53,25 °C	C6 : Temp Max	25,15 °C
Temp Max	53,25 °C	C4 : Temp Moy	52,23 °C	C6 : Temp Moy	20,94 °C

## Document 3 : images thermographiques

Élément	Image réelle	Image thermique			
Détendeur fixe					
<b>Info image</b>		<b>Info point chaud</b>		<b>Info point froid</b>	
Info Image	Valeur	C1 : Temp Min	33,52 °C	C2 : Temp Min	7 °C
Temp Min	6,23 °C	C1 : Émissivité	1	C2 : Émissivité	1
Émissivité	1	C1 : Temp Max	38,95 °C	C2 : Temp Max	9,79 °C
Temp Max	38,95 °C	C1 : Temp Moy	36,39 °C	C2 : Temp Moy	8,19 °C

Élément	Image réelle	Image thermique			
Évaporateur					
<b>Info image</b>		<b>Info point chaud</b>		<b>Info point froid</b>	
Info Image	Valeur	C1 : Temp Min	6,42 °C	C2 : Temp Min	1,48 °C
Temp Min	1,44 °C	C1 : Émissivité	1	C2 : Émissivité	1
Émissivité	1	C1 : Temp Max	8,71 °C	C2 : Temp Max	3,95 °C
Temp Max	24,07 °C	C1 : Temp Moy	7,29 °C	C2 : Temp Moy	2,08 °C

## Document 4 : interprétation des mesures et des images thermographiques

Compresseur : l'image thermographique met en évidence l'élévation rapide et importante de la température du fluide en sortie du compresseur. On peut compléter l'interprétation en faisant le lien avec le fonctionnement du compresseur étudié en AFS et avec l'échauffement d'un gaz sous l'action de la pression étudié en sciences.

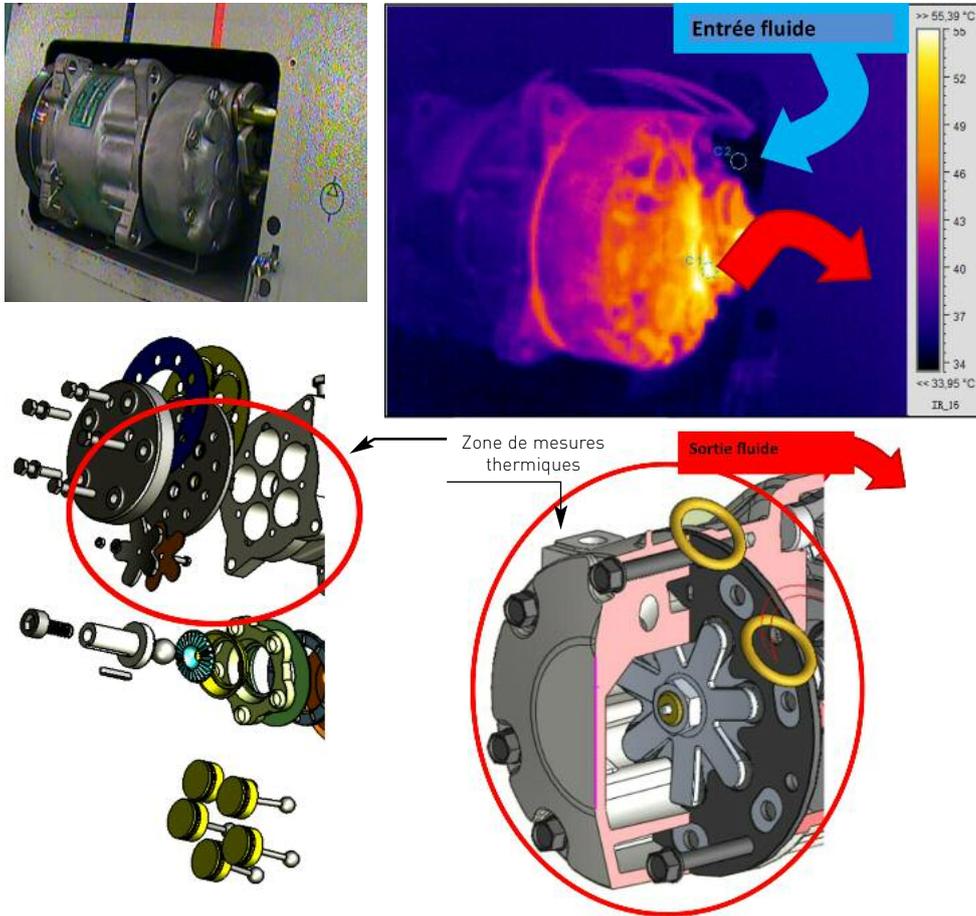
Condenseur : l'image montre le refroidissement du fluide et l'efficacité du ventilateur. Au cours du cycle, la caméra permet de visualiser la circulation du fluide dans le serpentin.

Détendeur : l'image montre la brusque variation de température du fluide due à sa vaporisation. Un tel phénomène est autrement difficilement observable.

Évaporateur : l'image montre que le changement d'état liquide – gaz se produit à une température pratiquement constante entre l'entrée et la sortie.

## Document 5 : le compresseur - Principe de fonctionnement

Identification des zones de compression (prise en compte de l'image thermique du compresseur)



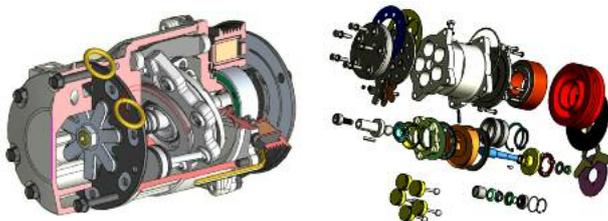
### Comment se fait la compression ?

Données :

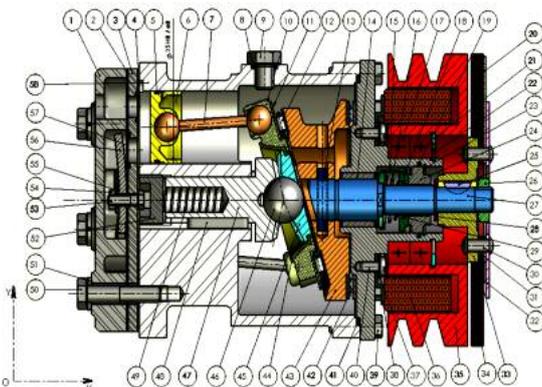
- Un dossier technique + le modèle réel comprenant :
- Mise en plan.
- Éclaté.
- Nomenclature.
- Modèle solidworks.

### Principe de fonctionnement

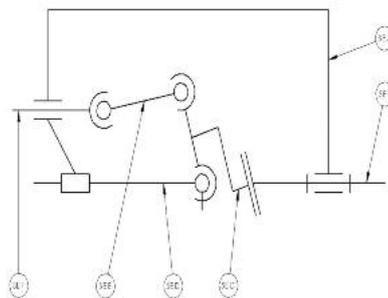
Le compresseur est représenté, sur le document, en coupe longitudinale dans le plan (0,x,y) fixe par rapport au corps **58**. Il est composé de cinq pistons **6** identiques, de diamètre 35 mm, disposés axialement. Lorsque la bobine **36** de l'embrayage électromagnétique est alimentée, le champ magnétique fait adhérer la rondelle **34** sur la poulie **35** qui est alors en liaison encastrement avec l'arbre d'entrée **27**. Le plateau came **43** et le plateau oscillant **10** transforment le mouvement de rotation continue de l'arbre d'entrée **27** en un mouvement de translation alternatif des pistons **6**.



Le fonctionnement du compresseur est décrit par l'élaboration d'un schéma cinématique.

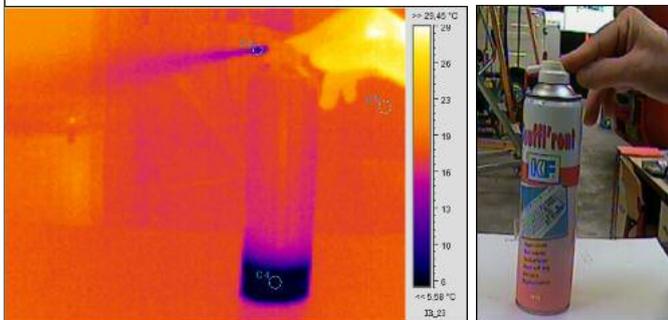


Dans l'objectif d'identifier la panne due à une perte de compression, différentes hypothèses peuvent être avancées en identifiant les différents sous ensembles fonctionnels à travers le diagramme F.A.S.T.



## Document 6 : expérience de vaporisation d'un fluide

L'image thermographique visualise la production du froid lié à la vaporisation du fluide contenu dans l'aérosol



### 6 - Conclusion :

L'utilisation d'une caméra thermique présente un réel intérêt pédagogique. L'analyse des images thermographiques permet de visualiser des variations de température au cours des changements d'état physique du fluide frigorigène. Ces images contribuent ainsi à une meilleure compréhension du circuit frigorigène.

Même si l'utilisation d'images thermographiques pour établir un diagnostic reste limitée actuellement dans la profession où d'autres outils sont utilisés, les images thermiques obtenues et les mesures de température précises que l'on peut effectuer, sans aucun contact physique, permettent de déceler instantanément toutes sortes de défauts : la thermographie infrarouge est, après l'analyse vibratoire et l'analyse d'huile, l'outil d'aide au diagnostic le plus utilisé.

Cette activité d'enseignement et les images relevées avec leur analyse en équipe pluridisciplinaire (TP et synthèse co-animation) permettent dans ce cas précis de montrer directement la relation pédagogique qui existe entre les enseignements de spécialité, l'AFS et mathématiques-sciences physiques et chimiques et ainsi de donner plus de cohérence et de sens aux enseignements.

C'est une véritable démarche inductive et/ou expérimentale qui permet aux élèves de la voie professionnelle de mieux comprendre les concepts et les lois générales liés à sa spécialité et qui donne du sens aux enseignements des différentes disciplines.

Ce concept permet à une partie de l'équipe pédagogique :

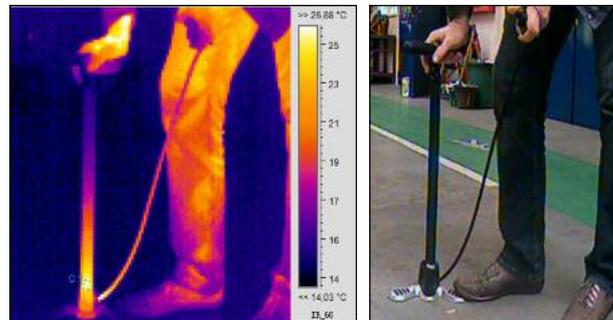
- de travailler ensemble en partageant le concept la chaîne scientifique,
- de mettre en œuvre des activités pédagogiques choisies et faisant partie du référentiel de formation des élèves de sa discipline,
- d'utiliser un support d'activités réel faisant partie du métier,

□ L'intérêt pour les enseignants :

- Chaque professeur conduit des activités pédagogiques dont le contenu est celui de son référentiel de formation, et dont les thématiques et la démarche mobilisent l'élève dans des apprentissages de sa didactique disciplinaire, travaux pratiques à l'atelier, analyse et modélisation en Analyse Fonctionnelle et Structurelle, ensuite calculs et interprétation de résultats en mathématiques sciences physiques et chimiques.

## Document 7 : expérience de compression d'un gaz

L'image thermographique visualise la montée en température lors de la compression de l'air dans une pompe manuelle.



Difficultés principales rencontrées lors des mesures:

- Figurer l'échelle de mesure de température.
- Étalonner les mesures de température en tenant compte des paramètres extérieurs

- La démarche pédagogique utilisée est une démarche de pédagogie inversée qui part du réel pour aller vers le scientifique.

- Chaque professeur optimise le temps de formation dont il dispose,

□ L'intérêt pour les élèves :

- Dans chaque discipline concernée, l'élève conduit des apprentissages à partir de problématiques réelles liées à son métier.

Pour aller plus loin et en partant des résultats de cette expérimentation, un travail collaboratif inter académique pourra être initié pour développer en commun des ressources et expérimentations pédagogiques visant à enrichir les pratiques pédagogiques notamment dans le cadre des activités de projets et des enseignements généraux liés à la spécialité.

Les travaux relatifs à cette action pourraient se réaliser dans le cadre de Groupes Recherche Formation constitués d'enseignants (Maintenance + AFS + Mathématiques Sciences) + Ingénieurs ou techniciens de Chauvin Arnoux et pilotés par des inspecteurs territoriaux.

Le concept de la chaîne scientifique pourrait être adopté comme stratégie pédagogique qui utilise comme fil rouge un projet commun support d'activités pédagogiques pour les élèves avec les principes suivants :

→ Montrer et mettre en évidence les liens qui existent entre les disciplines professionnelles et enseignements.

→ Donner du sens aux enseignements en prenant appui sur une activité réelle de maintenance pratiquée sur un support réel (le véhicule) avec des points de repère :

- 1 - partir du réel observé, réalisé, mesuré dans une activité sur le plateau technique ou en entreprise,
- 2 - analyser, modéliser et simuler en A.F.S.,
- 3 - calculer et vérifier la loi générale en mathématiques ou physique chimie.

Le résultat des travaux menés pourrait faire l'objet d'un séminaire de formation « techniques de mesurages en maintenance des véhicules » et d'une publication dans le journal d'informations pour l'enseignement de Chauvin Arnoux et Metrix et sur les réseaux RNR et Educ Auto.

Dans le prolongement du partenariat avec Chauvin Arnoux, une action de formation des enseignants portant sur les techniques de mesurage pourrait être proposée dans le cadre des formations pilotées par le CERPEP.

## Association "Un bateau pour tous"



### L'Association en quelques mots...

L'association a pour vocation de faire découvrir le nautisme au monde du handicap, à tous les types de handicap, que ce soit la mobilité réduite, la cécité ou la déficience intellectuelle. Pour ce faire nous possédons trois bateaux et trois jets ski. Tous ces matériels sont équipés pour recevoir ces personnes à bord et leur permettre de piloter. L'association est rattachée au lycée St Jean Baptiste De La Salle d'Avignon, ce qui nous a permis d'adapter nos embarcations en faisant développer par les élèves du lycée différents systèmes (siège de maintien pour jet ski, joystick pour piloter etc.).

**Didier Vindolet et Patrick Lefort**



Siège social : Lycée La Salle

9 rue Notre-Dame des sept douleurs-BP 165 84008 AVIGNON CEDEX 1

Tél : 04.90.14.56.56 – Fax : 04.90.14.56.63

E-mail : [unbateaupourtous@lasalle84.org](mailto:unbateaupourtous@lasalle84.org) / Site web : [www.unbateaupourtous.org](http://www.unbateaupourtous.org)

Nos bateaux sont amarrés à la capitainerie d'Avignon à l'année et nous possédons environ 110 m<sup>2</sup> de pontons flottants que nous installons sur le fleuve en partenariat avec le club « jetboard » à la base nautique de Barbentane pour la saison estivale.



Nous avons développé des fiches pédagogiques sur la navigation pour des élèves déficients intellectuels, mises en application avec le SESAD St Ange d'Avignon avec lequel nous travaillons depuis plusieurs années dans le cadre des classes ULIS du collège Gérard Philippe d'Avignon. Plusieurs élèves naviguent régulièrement sur le fleuve avec nos embarcations.



Nous sommes aussi partenaire du GNDD (Groupement Nautique Notre Dame des Doms) qui nous fournit occasionnellement des pilotes pour assurer certaines de nos sorties. Ils sont très appréciés grâce à leur grande connaissance du fleuve.

Nous proposons une activité nautique à nos élèves du lycée afin qu'ils passent leur permis côtier avec notre partenaire Delta Marine, bateau école. Delta Marine se charge aussi de l'entretien de nos bateaux.



Nous sommes affiliés à la Fédération Française Motonautique et à la Fédération Française Handisport.



# Reportage

## L'HISTORIQUE...

Le rêve de Ludovic



2005

Acquisition du Delasalle 1



2006 Adaptation du bateau par les élèves



2007 Ludovic réalise son rêve



2008 Permis bateau handicap

2013 1<sup>er</sup> essais



2011 Lancement du projet MOST



2009 Un jet adapté



## Le DELASALLE II

Un « quiksilver » open rigide de 6 m 35 équipé d'un moteur de 175 ch.

Il peut recevoir une grue pour le transfert des personnes. Il est équipé de deux sièges ergonomiques réglables pour une assise confortable et de commandes électriques pour une maniabilité aisée.



## Le DELASALLE V

Un « Valliant » semi rigide de 5 m 70 équipé d'un moteur de 110 ch. Il possède un système d'arrimage pour fixer un fauteuil. (Système utilisé dans les véhicules adaptés).



Que de chemin parcouru....

Que de joies partagées....

Il faut continuer....

Ne restez pas sur le quai !



## ACCESSIBILITÉ DU NAUTISME AU MONDE DE L'HANDICAP

# Reportage

## Le bateau électrique

Projet réalisé par les élèves de BTS Électrotechnique du lycée, sa propulsion est électrique. Il possède des panneaux solaires permettant un maintien de la charge des batteries. Équipé d'un siège ergonomique et d'une commande déportée de type joystick, il peut se commander comme les fauteuils roulants électriques.



## Les jets ski

Modèle GTI de la marque SEEDOO il possède un moteur de 135 Ch. Les élèves ont développé un siège qui permet de maintenir une personne à mobilité réduite qui peut alors être transportée ou piloter si elle est titulaire du permis.

Stéphane, paraplégique ayant passé son permis sur notre bateau, peut ainsi s'adonner à sa passion.



## Les pontons

Notre ponton à la capitainerie d'Avignon est équipé d'un puits pouvant recevoir la grue de transfert.

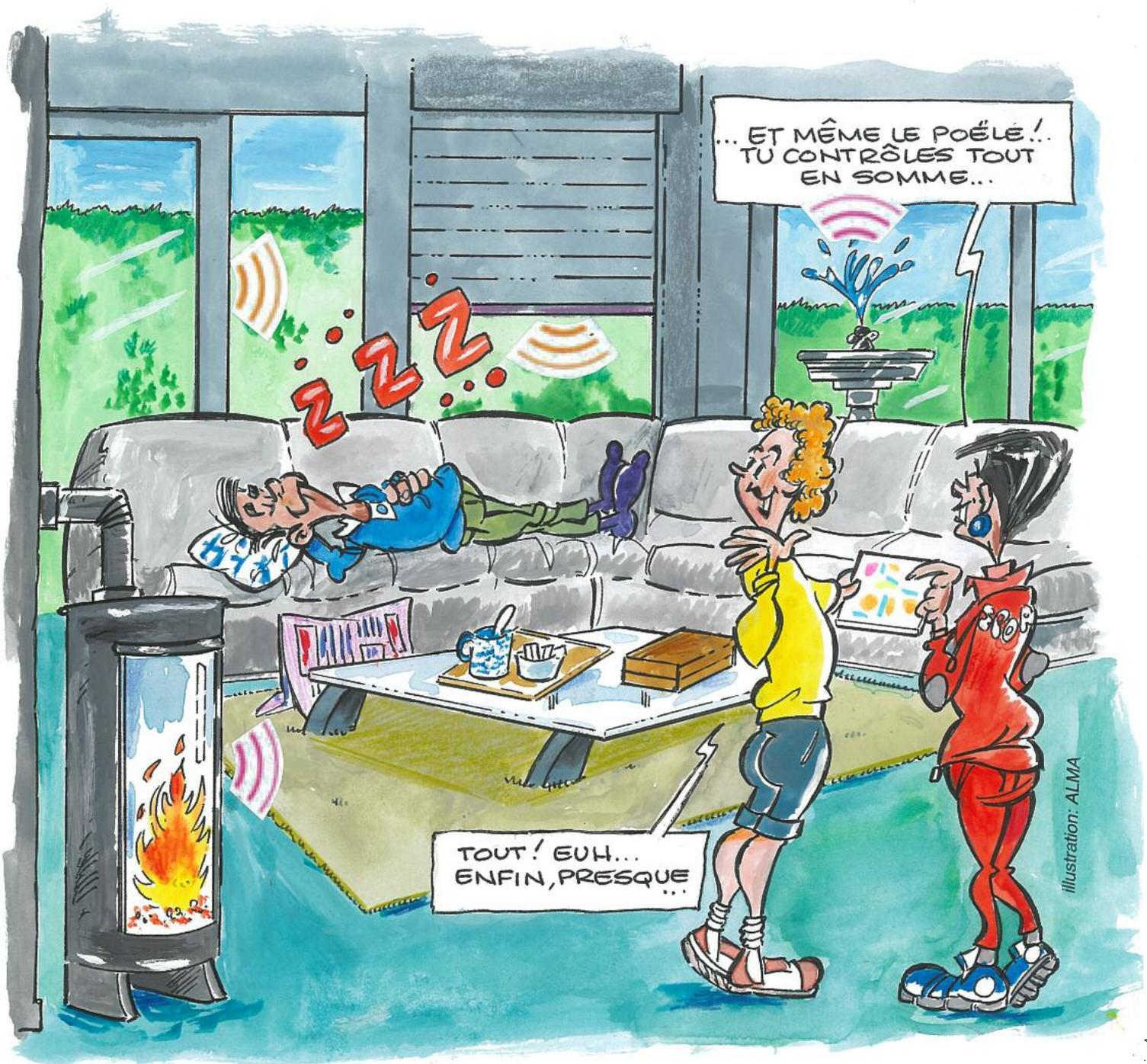
Nous possédons aussi 90 m<sup>2</sup> de pontons flottants accessibles aux fauteuils et qui peuvent aussi recevoir la grue de transfert.



Équipés de rampes d'accès pour les jets ski nous pouvons amarrer tous nos navires et ainsi transférer toutes les personnes à mobilité réduite à bord.



# sourire



❖ E-Mail : [info@leclubdumesurage.com](mailto:info@leclubdumesurage.com) ❖

❖ [www.leclubdumesurage.com](http://www.leclubdumesurage.com) ❖

Diffusion gratuite, tous droits de reproduction réservés.