



## Les 5 à 7 de l'éco-construction

---

Le double flux : l'avenir de la ventilation ?



## POURQUOI ON VENTILE ?

---



# PLUS UN BATIMENT EST ISOLE ET ETANCHE

air neuf

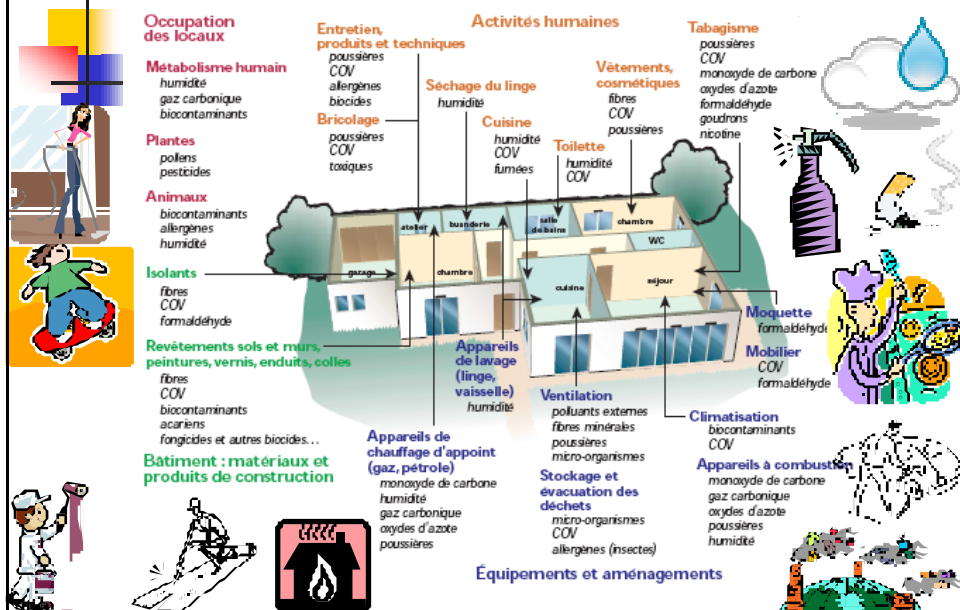


**PLUS IL FAUT  
VENTILER  
CORRECTEMENT**



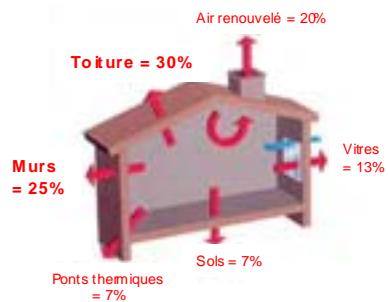
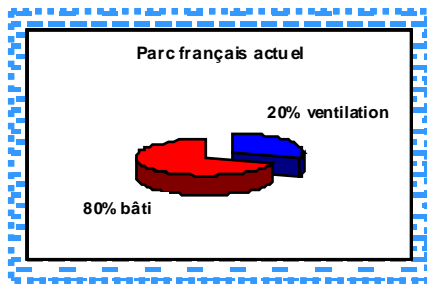
air extrait

# Les pollutions



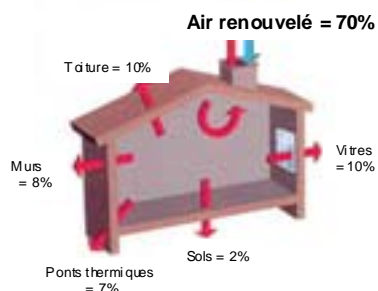
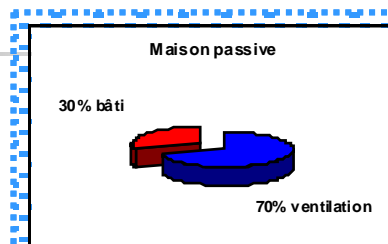
# Energie et ventilation

- 20 à 30% des consommations de chauffage
- 10 à 15% consommation ventilateurs
- 85 à 90% besoin de chauffage



# Et l'avenir ?

- Objectifs :
  - Basse consommation énergétique
  - Bâtiments plus étanches
  - Poids de l'air plus important
  - QAI
  - Acoustique





## Ventilation innovante

---

- Double flux
- Surventilation nocturne et free cooling
- Puits canadiens
- Modulation de débit



## Le Double Flux

---

Un point des arguments  
pour et contre

## Double Flux et QAI

### ■ Pour :

- **Maîtrise de l'air neuf** soufflé dans les pièces de vie, indépendamment des actions dans les autres pièces ou des défauts d'étanchéité du bâti
- **Filtration** de cet air neuf :
  - Type G4 minimum pour les pollens
  - Type F5 pour les pollutions urbaines plus fines

### ■ Contre

- Nécessité de **mise en œuvre et d'entretien** corrects
- Remplacement des filtres réguliers (1 à 2 fois par an selon les zones considérées)

## Double Flux et confort

### ■ Pour :

- **Pré-traitement** de l'air (chauffage, rafraîchissement – confort d'été)
- Meilleur **isolement** de façade

### ■ Contre :

- Risque de **niveau sonore dû à l'équipement** dans les pièces de vie

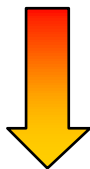
## Double flux et énergie



90%



75%



60%

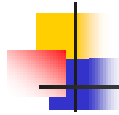
### ■ Pour :

- Une bonne efficacité de **récupération** (70 à 90%)
- Des centrales **isolées** et **étanches**

### ■ Contre :

- Une **consommation des ventilateurs** réduite (0,2 à 0,25 W/(m<sup>3</sup>/h)) est nécessaire du fait du ventilateur supplémentaire
- Plus la récupération est importante, plus **l'étanchéité et l'isolation** des systèmes est prépondérante, plus **l'entretien** et le maintien en état de propreté de l'échangeur sont nécessaires

## Double flux et bâtiment basse consommation



- **Étanchéité du bâti** est bonne
- Suivi de chantier et **qualité d'installation**
- Conduits et centrale en **Volume chauffé**
- Ventilateurs **basse consommation**
- **Bypass été** et **surventilation** à envisager
- **Niveau sonore** à maîtriser

## Le Double Flux : point des évolutions récentes du marché et des performances obtenues

### Des échangeurs individuels statiques plus performants

- Des échangeurs à contre-flux peuvent permettre d'obtenir une **haute efficacité** de récupération 90% (tests selon NF EN 13141-7)
- Développement d'échangeurs récupérant la chaleur latente :
  - Roues enthalpiques
  - Contre-flux enthalpiques
  - Inversion de flux





## Une offre de solutions thermodynamiques



- Baisse des besoins en BBC
- Appareils multifonctions
- L'air sert à chauffer et à l'ecs

### Avantages :

- Ventiler correctement
- Rafraîchir les locaux l'été
- Chauffer les locaux (appoint nécessaire)
- Filtrer et traiter l'air neuf
- Respecter des niveaux sonores faibles

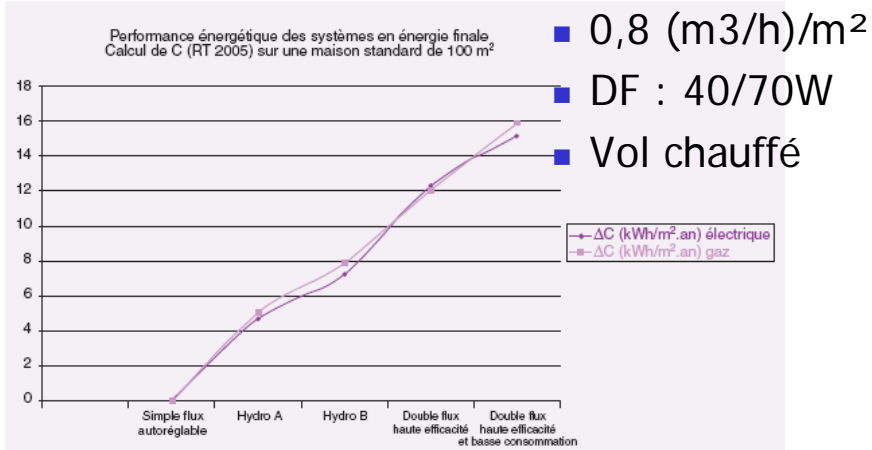


## Double flux et bâtiment basse consommation

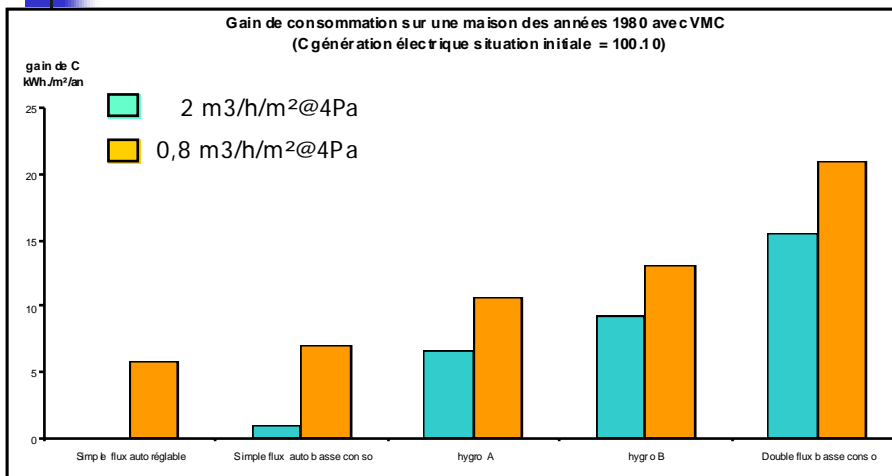


- Étanchéité du bâti est bonne
- Suivi de chantier et **qualité d'installation**
- Conduits et centrale en **Volume chauffé**
- Ventilateurs **basse consommation**
- **Bypass été** et **surventilation** à envisager
- **Niveau sonore** à maîtriser

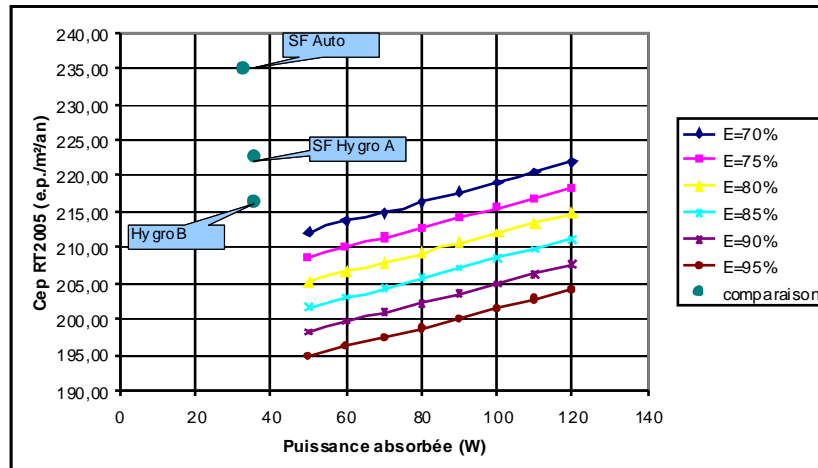
## Les gains en habitat



## Etanchéité et conso ventilateurs (RT2005)



## Conso ventilateur et efficacité (RT2005)

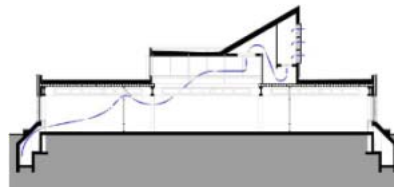
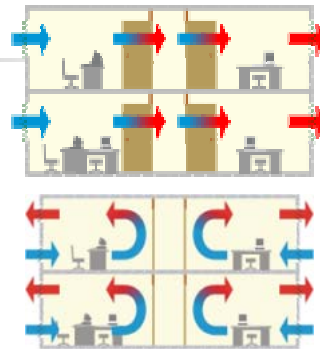


## Surventilation et Free cooling



## Définitions

- Surventilation « nocturne » : augmentation de la ventilation la nuit pour rafraîchir les locaux
  - Traversante
  - Naturelle à conduits
  - Mécanique
- Free-cooling : augmentation des débits d'air neuf en mi saison
  - Tertiaire : associé à fortes charges internes



## Exemple de bureaux : potentiel de free cooling

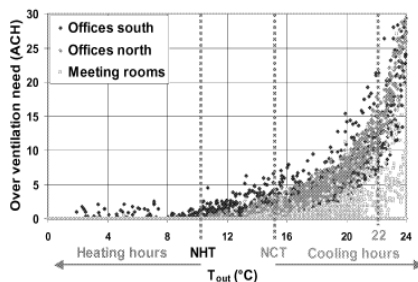


Figure 7. Additional ACH needed in the reference case.

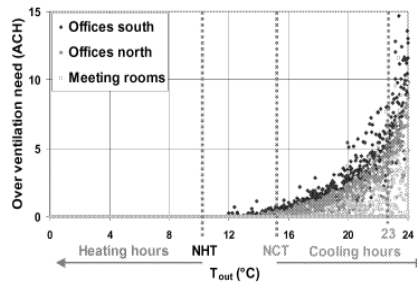


Figure 8. Additional ACH needed in the modified case.

Bureau type RT2005

RT2005 +inertie,-charges

- Surventilation plus efficace dans le bâtiment amélioré

Étude de l'école des mines



## Les règles de conception

---

1. Avoir une bonne inertie
2. Prévoir un cheminement de l'air pour 4 à 8 vol/h en moyenne (entrée, transfert, sortie)
3. Zoner pour tenir compte des usages, occupations et apports internes différents
4. Déclenchement enthalpique et non en température
5. Bypass des deux flux si double flux (perte de charge de l'échangeur)



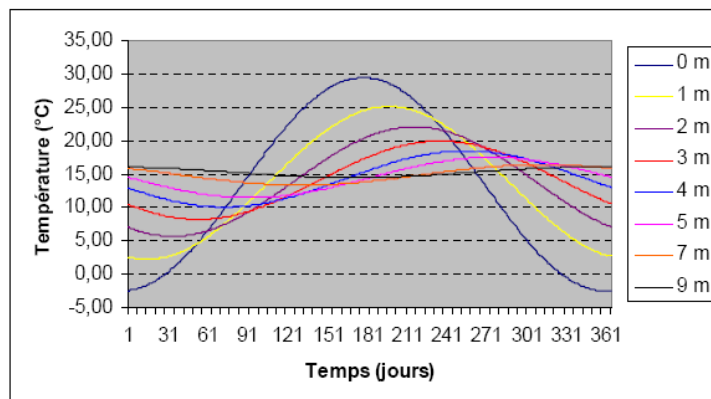
## Les puits canadiens et provençaux

---

## Principe

- Échangeur Terre/air pour
  - Préchauffer l'air neuf en hiver
  - Rafraîchir et surventiler en été
- L'efficacité est basée sur :
  - L'oscillation de température (amortissement par stockage dans le sol)
  - Le déphasage
  - Capacité thermique et conductivité thermique (sol, tube...)

## Amortissement et déphasage

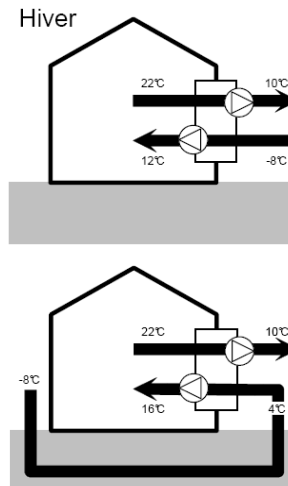


Représentation du comportement d'un signal de température sinusoïdal dans le sol (amortissement et déphasage) en fonction de la profondeur

## Les gains moyens : hiver



- $\varepsilon = \Delta T \text{ air} / \Delta T \text{ entrées(sol-ext)}$
- Puits seul :  $\varepsilon = 40$  à  $50\%$  annuel
  - Ex :  $T_{\text{ext}}=5^\circ$ ,  $T_{\text{sol}}=15^\circ$ ,  $T_s=9^\circ\text{C}$  (40% de  $10^\circ$ )
- Double flux seul :  $\varepsilon = 75\%$  annuel
  - Ex :  $T_{\text{ext}}=5^\circ$ ,  $T_{\text{rep}}=22^\circ$ ,  $T_s=18^\circ\text{C}$  (75% de  $17^\circ$ )
- Couplage : puits + double flux
  - Ex :  $T_{\text{ext}}=5^\circ$ ,  $T_s \text{ puits}=9^\circ\text{C}$ ,  $T_s=19^\circ\text{C}$  (75% de  $13^\circ$ )
  - Donc une efficacité globale de  $14/17=82\%$
  - Efficacité  $\ll$  Puissance
  - Faible intérêt thermique mais absence de givrage



## Les gains moyens : hiver



comparaison simple flux-double flux

	Nancy	La rochelle	Nice
réduction du besoin de chauffage	2772 kWh/an	1777 kWh/an	1108 kWh/an
augmentation des consommations	394 kWh/an	291 kWh/an	286 kWh/an

comparaison double flux-double flux avec puit canadien

	Nancy	La rochelle	Nice
réduction du besoin de chauffage	58 kWh/an	41 kWh/an	11 kWh/an
augmentation des consommations	-42 kWh/an	50 kWh/an	75 kWh/an

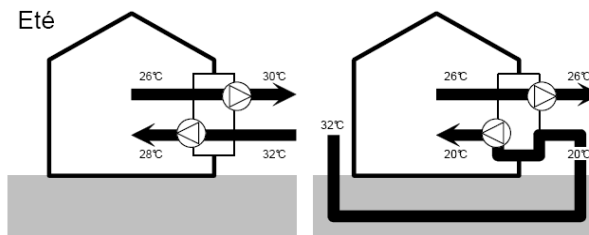
	Nancy	La rochelle	Nice
Température minimum (°C)	-11,9	-4,9	1,9
Température maximum (°C)	32,9	30,6	28,8
Degré heures chauffage à 19°C (°C.h)	86360	60610	44240
Degré heures rafraîchissement à 26°C (°C.h)	251,2	164,8	203
Radiation solaire horizontale de base (kWh/m²)	1066	1293	1397

Etude LEPTIAB, maison de 100 m<sup>2</sup>

## Les gains moyens été



- Rafraîchissement selon le débit mis en œuvre
  - Gain de 2 à 4°C en général pour des débits de 0,5 à 4 Vol/h (sous 2,5m HSP)
- Penser au bypass:
  - si la température de sortie du puits est inférieure à la Tint
  - Si le débit > régl. dans l'échangeur (Pertes de charges)
- Permet de surventiler en journée



## Caractéristique du sol



- Sol autour des tubes ( $c$  et  $\lambda$ )
- Sol en surface, deux cas :
  - Puits protégé (sous bâtiment ou parking) – adiabatique
  - Puits sous terrain soumis à ensoleillement, au vent...



## Caractéristique du

## sol

Matière	Masse volumique	Capacité calorifique	Conductivité thermique
	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	C (kJ/K.kg)	$\lambda$ (W/K.m)
Minéraux (moy.)	2650	0,80	2,90
Sable et Gravier	1700 à 2200	0,91 à 1,18	2,00
Argile et Limon	1200 à 1800	1,67 à 2,50	1,50
Matière organique	1300	1,90	0,25
<b>Eau</b>	<b>1000</b>	<b>4,20</b>	<b>0,585</b>
Glace	920	2,10	2,20
Air	1250	1,00	0,023

Propriétés thermiques des principaux constituants d'un sol  
(Source : Mussy et Soutter et RT2000)

Attention : un sol à faible  $\lambda$  peut être préférable en été pour réduire les surchauffes

## Puits protégés

- Si le puits est protégé (bâtiment, parking) :
  - Nécessité d'irriguer le puits pour régénérer le sol autour
  - Risque de drainer les calories du bâtiment en cas de défaut d'isolation de la dalle

## Les questions souvent posées



- Eau / Humidité : il y en a forcément !
  - Vérifier impérativement l'étanchéité des conduits à réception
  - Respecter pentes, évacuation condensats
- QAI
  - Peu d'études, une en Suisse n'a pas mis en évidence de problème générique
  - CSTB en cours
  - Utiliser matériau propice (dégagements COV...) – discussion en cours sur le DTU VMC
  - Quid des films argentés ?
  - Entretien impératif ! (donc accès...)

## Les questions souvent posées

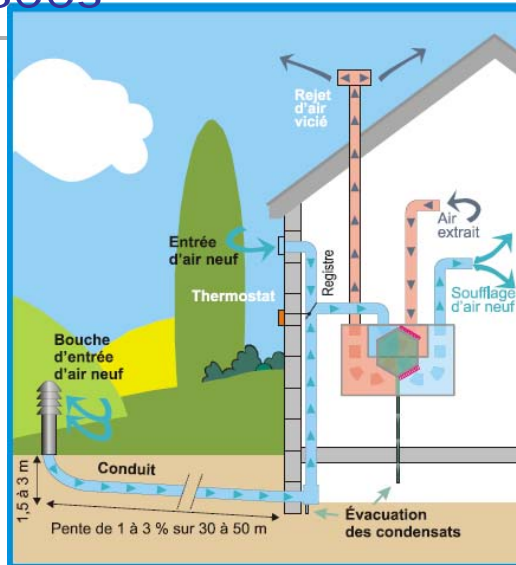


- Energie et rentabilité
  - Thermique d'hiver discutable par rapport à d'autres options
  - Gain sur le dégivrage
  - Gain sur l'été en rafraichissement
  - Faire un bilan global en incluant la consommation des ventilateurs
  - Attention aux défauts d'isolation en sortie de puits et aux fuites des registres (sur une maison perte de 25% sur l'efficacité du puits)
  - Attention à l'isolation de la dalle si le puits passe dessous



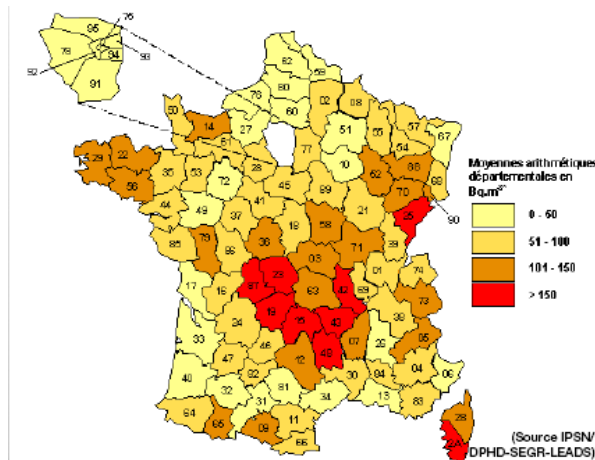
## Les questions souvent posées

- Conception de la ventilation (hiver)
  - Puits = insufflation mécanique
  - En maison, nécessité de double flux
  - En tertiaire, simple flux possible sur des zones fortement occupées sans pollutions spécifiques



## Les questions souvent posées

- A éviter dans les zones de radon



## La modulation des débits de ventilation

---



## Modulation

---



- Tertiaire :
  - Variations d'occupation
  - Variations d'usage (ex : cuisines prof., parking)
- Résidentiel
  - 50% des VMC sont hygroréglables aujourd'hui
- Quel potentiel ?

## Potentiel

- Étude CETIAT pour l'ADEME
  - 10 sociétés
  - Enquête volontaire dans les salles de réunion
  - Comptage d'occupation dans les bureaux
  - 40% d'occupation des bureaux
  - 8% d'occupation des salles de réunions (48% de l'occupation maxi pendant 16% du temps)

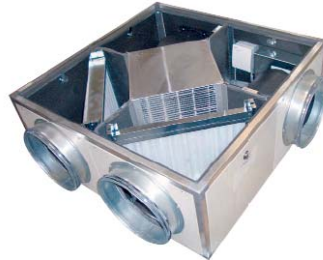
## Les systèmes

- Monozone (ventilo) / Multizone (volet)
- Capteurs :
  - Asservissement : CO<sub>2</sub>, agitation,
  - présence (tout ou peu) : optique
- Action :
  - proportionnelle ou séquentielle,
  - tout ou peu (rien)
- Systèmes sous Avis Techniques (crdnr = coefficient multiplicateur du débit pour calculer les gains)
- Attention aux gains sur la consommation du ventilateur selon la variation choisie



## Les règles de conception

- Choisir le système :
  - Simple ou double flux
  - Asservissement
  - Capteur, nombre et position
    - Bonne diffusion du CO<sub>2</sub>, recommande en reprise (mélange uniquement) ou à H<3,5m
    - Capteurs optiques généralement < 5m, dimensionner selon la zone de couverture
- Vérifier le confort aux débits min et max :
  - Acoustique
  - Diffusion d'air



## En résumé

- Deux grandes stratégies en hiver :
  - Récupérer
  - Moduler
- Free-cooling et surventilation
- Ventilateurs basse consommation
- Attention à la mise en œuvre :
  - Étanchéité des réseaux
  - Minimiser les pertes de charge
- Prévoir l'entretien



Merci de votre attention

---