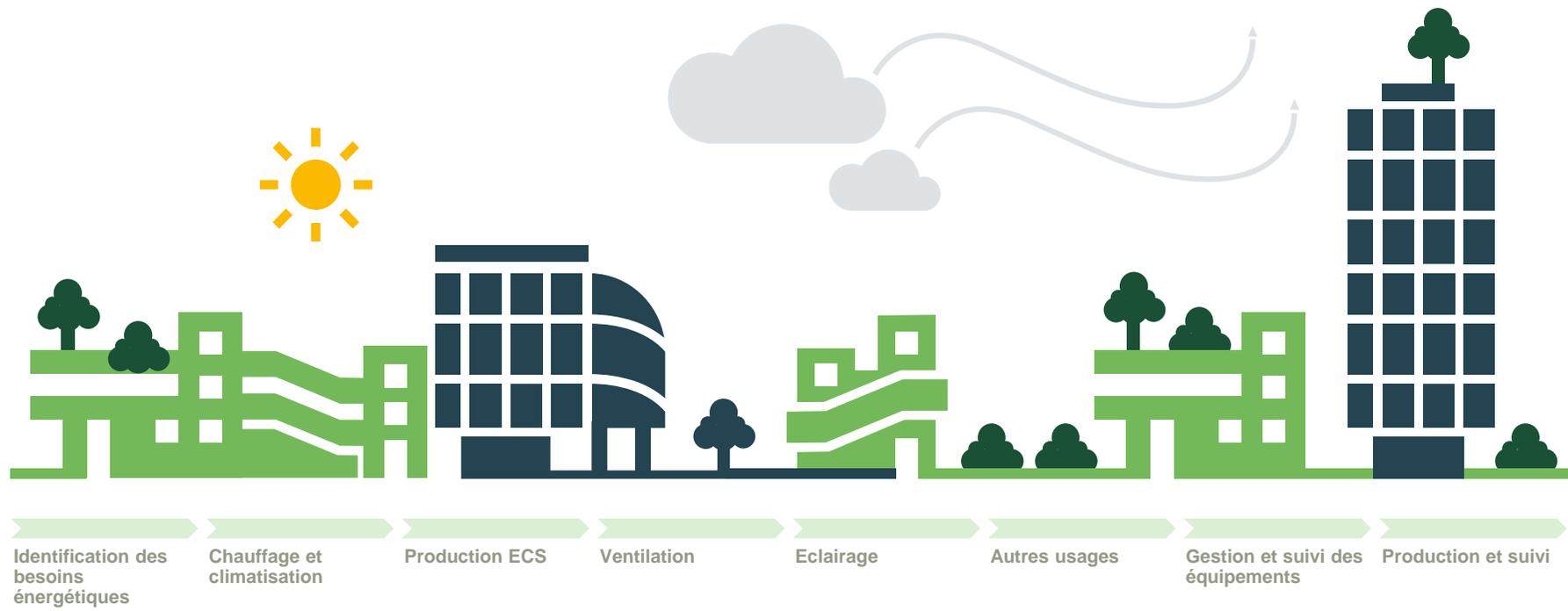


EQUIPEMENTS ET GESTION D'UN BÂTIMENT PERFORMANT

Approfondir les choix des équipements et la gestion d'un bâtiment énergétiquement performant



Accueil

PRÉSENTATION DU FORMATEUR ET DES PARTICIPANTS - VOS ATTENTES ?

OBJECTIFS ET LIMITES DU MODULE 3

→ Concevoir un bâtiment performant à un coût maîtrisé

→ Connaître et respecter la RTCM

→ Ce que la formation n'abordera pas

ORGANISATION

→ Horaires, supports, état d'esprit

PARTENAIRES

→ Cluster EMC

→ GIZ

FORMATION EFFECTUÉE PAR :

Les pictogrammes



TOUT AU LONG DE CE MODULE, VOUS TROUVEREZ LES PICTOGRAMMES SUIVANTS :



Exercice / Atelier



Chauffage / stratégie hivernale



Séquence pratique



Climatisation / stratégie estivale



Zoom / Approfondissement



Secteur résidentiel



Avantage / Inconvénient



Secteur tertiaire

SUR CHAQUE DIAPOSITIVE FIGURE ÉGALEMENT LE DÉROULÉ DE LA FORMATION QUI VOUS INDIQUE LA SÉQUENCE DANS LAQUELLE VOUS VOUS TROUVEZ :

Analyse de site,
des besoins et
demandes

Conception
bioclimatique

**Principes de la
thermique**

Solutions
constructives de
la RTCM

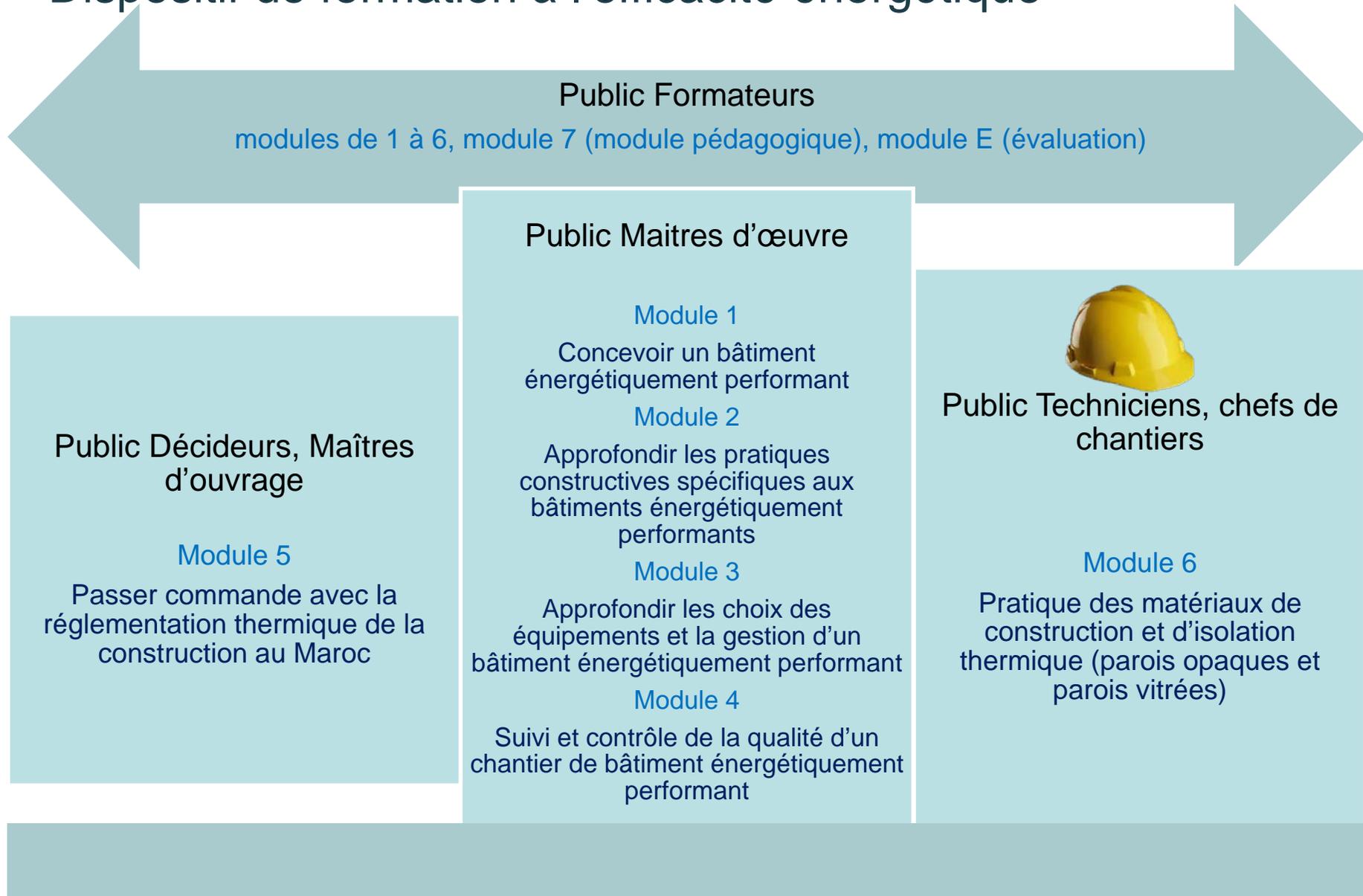
Mise en œuvre
globale

Equipements :
caractéristiques
et bonnes
pratiques

Equipements et
bâtiments
tertiaires

Le bon usage du
bâtiment

Dispositif de formation à l'efficacité énergétique



Tour de table :



QU'EST CE QU'UN BÂTIMENT ÉNERGÉTIQUEMENT PERFORMANT AU MAROC ?



Quelles questions se pose t-on pour bien choisir un équipement ?



→ Quels sont les besoins ?

Chauffage, climatisation, eau chaude sanitaire...

→ Quels sont les spécificités du climat ?

Plage des températures extérieures...

→ Quelles sont les puissances nécessaires?

**Agence Nationale pour le Développement
des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique**



Plan de la formation

- I. IDENTIFICATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES
- II. CHAUFFAGE ET CLIMATISATION
- III. PRODUCTION D'ECS
- IV. VENTILATION
- V. ECLAIRAGE
- VI. LES AUTRES USAGES
- VII. GESTION ET SUIVI DES ÉQUIPEMENTS
- VIII. PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE

Attention : tous les prix qui figurent dans la suite de ce document sont donnés à titre indicatif en valeur de septembre 2014.

IDENTIFICATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES

Les besoins dans le secteur résidentiel

EN MATIÈRE D'ÉNERGIE

- Des besoins de climatisation et chauffage prépondérants
- Des besoins d'eau chaude sanitaire importants

EN MATIÈRE DE CONFORT :

- Une problématique de confort d'hiver et d'été
- Peu de dissipations internes de chaleur



Les besoins dans le secteur tertiaire

EN MATIÈRE D'ÉNERGIE:

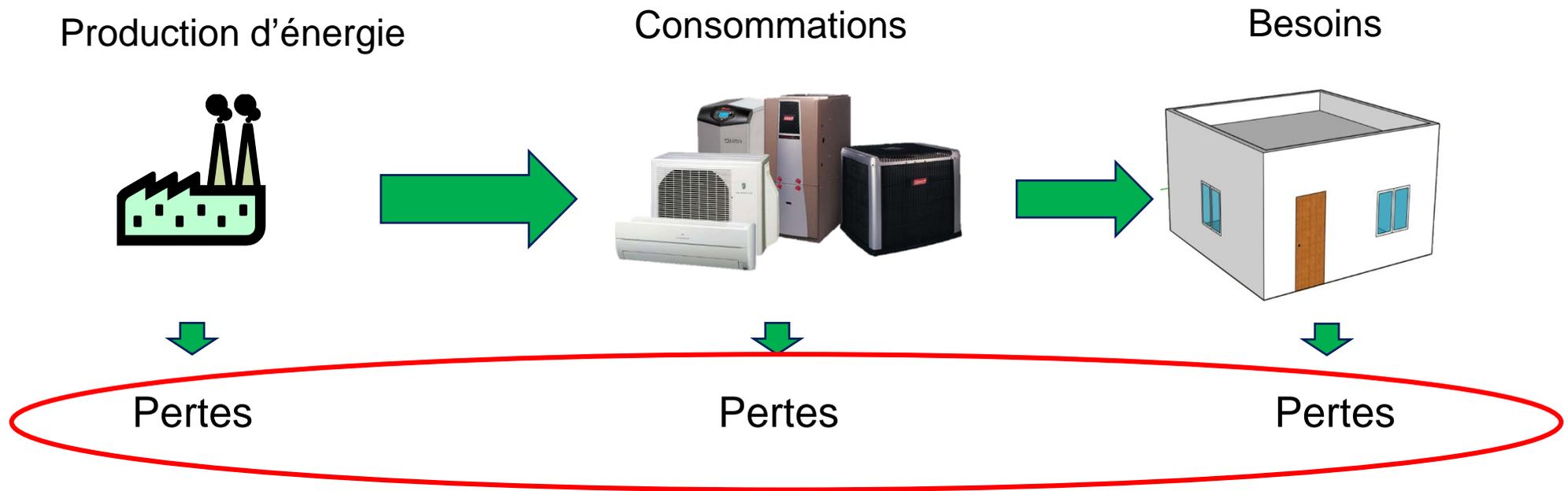
- Des besoins de climatisation prépondérants
- Des besoins d'éclairage importants
- Des besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire moindres

EN MATIÈRE DE CONFORT :

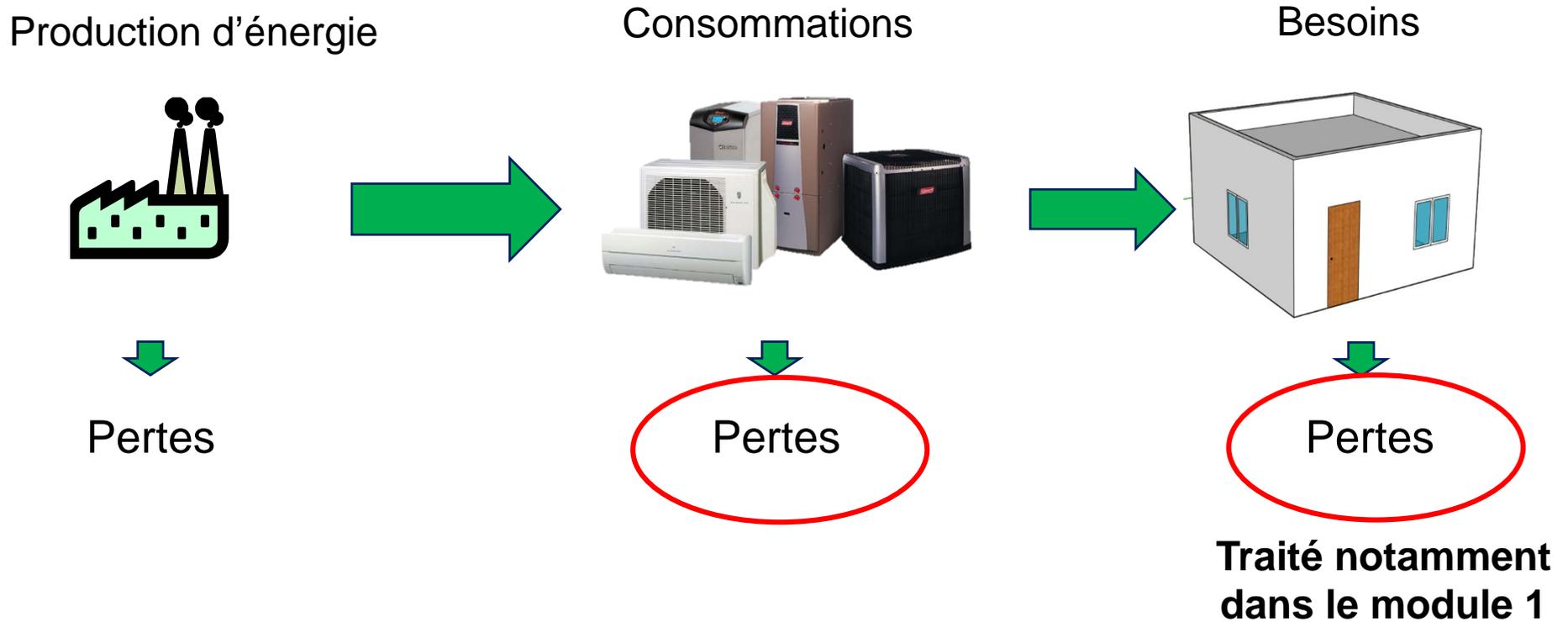
- Beaucoup de dissipations internes de chaleur
- Des surfaces vitrées importantes



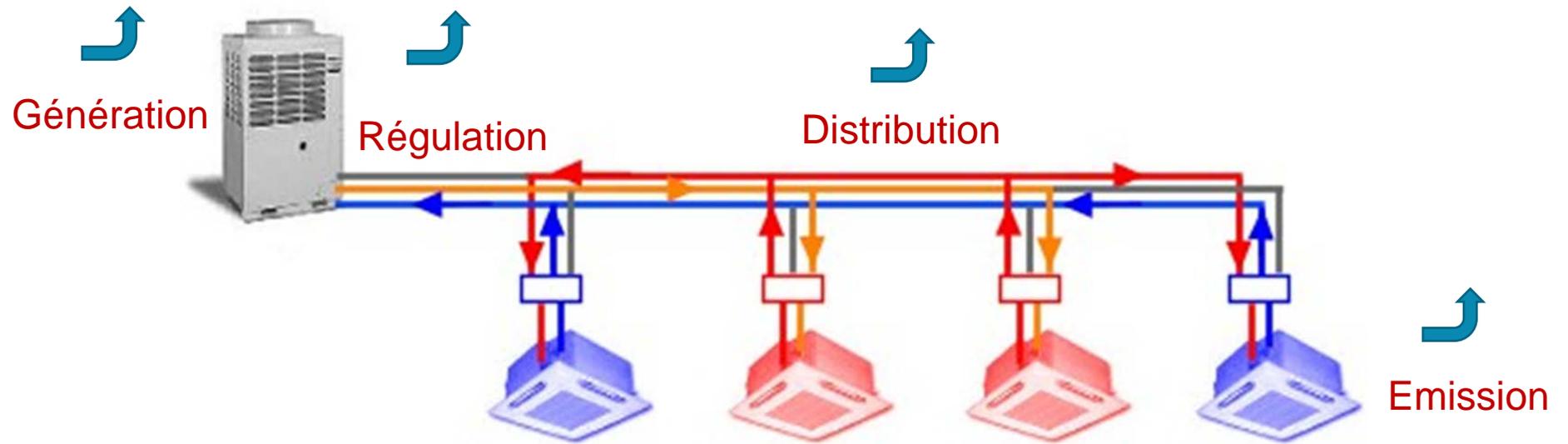
Le lien entre besoin et consommation énergétique



Le lien entre besoin et consommation énergétique



Le rendement η

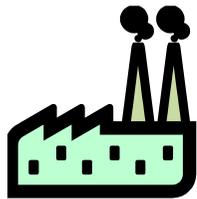


$$\eta_{\text{générateur}} * \eta_{\text{régulation}} * \eta_{\text{distribution}} * \eta_{\text{émission}} = \eta_{\text{global}}$$



Le lien entre besoin et consommation énergétique

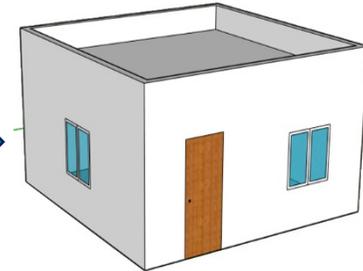
Production d'énergie



Consommations



Besoins



Pertes



Pertes



Pertes



Rendement de la production d'électricité

L'ÉNERGIE PRIMAIRE...

c'est celle qui est brute, présente dans la nature. (charbon, pétrole, gaz...)

L'ÉNERGIE FINALE...

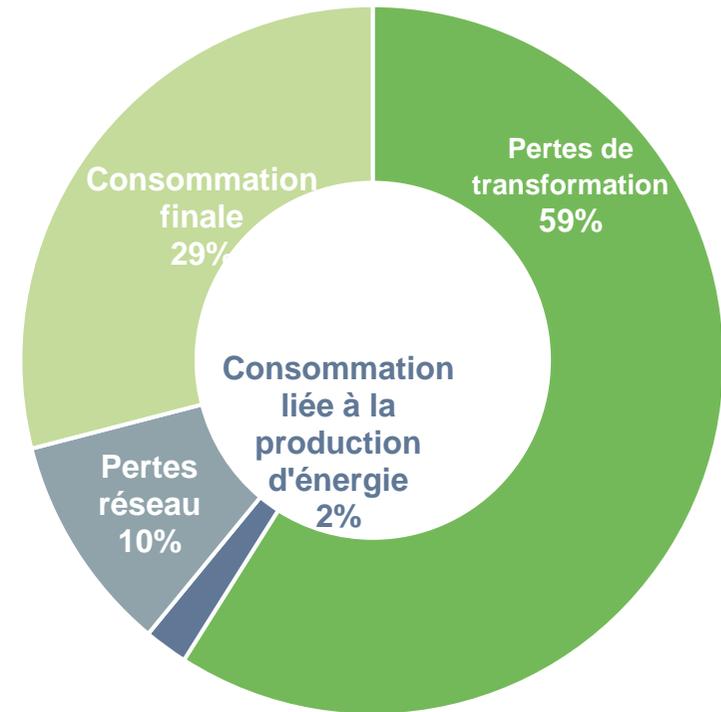
c'est celle qui est consommée dans les bâtiments.

ENTRE LES DEUX,

il y a eu extraction, transformation, acheminement... donc des pertes.



Distribution de la consommation au Maroc



Source : Direction de l'observation et de la Programmation (DOP) –Avril 2013



Energie primaire / énergie finale

DANS LE CAS DU PÉTROLE, DU GAZ, ET DU BOIS CONSOMMÉS DANS LES BÂTIMENTS

les pertes d'extraction, transformation et d'acheminement sont considérées comme négligeables.

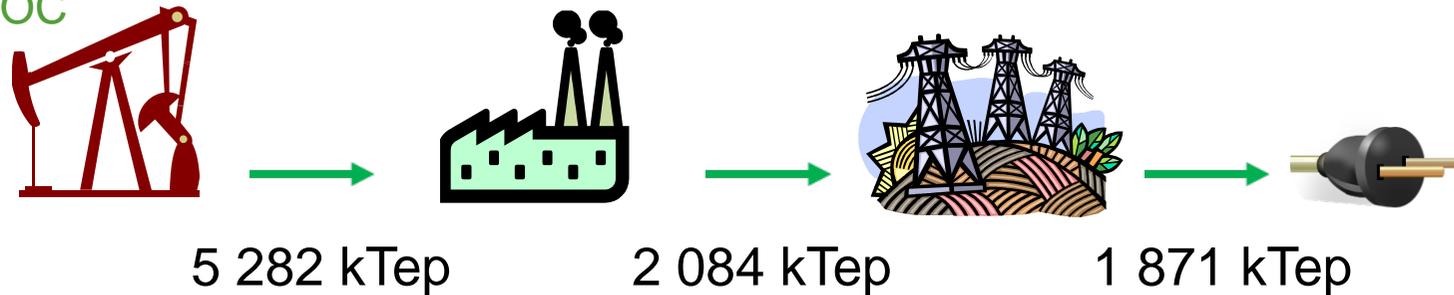
$$1 \text{ kWhEP} = 1 \text{ kWhEF}$$

DANS LE CAS DE L'ÉLECTRICITÉ

le coefficient de passage de l'énergie finale à l'énergie primaire dépend dans chaque pays de la façon dont est produit l'électricité.

$$1 \text{ kWhEP} > 1 \text{ kWhEF}$$

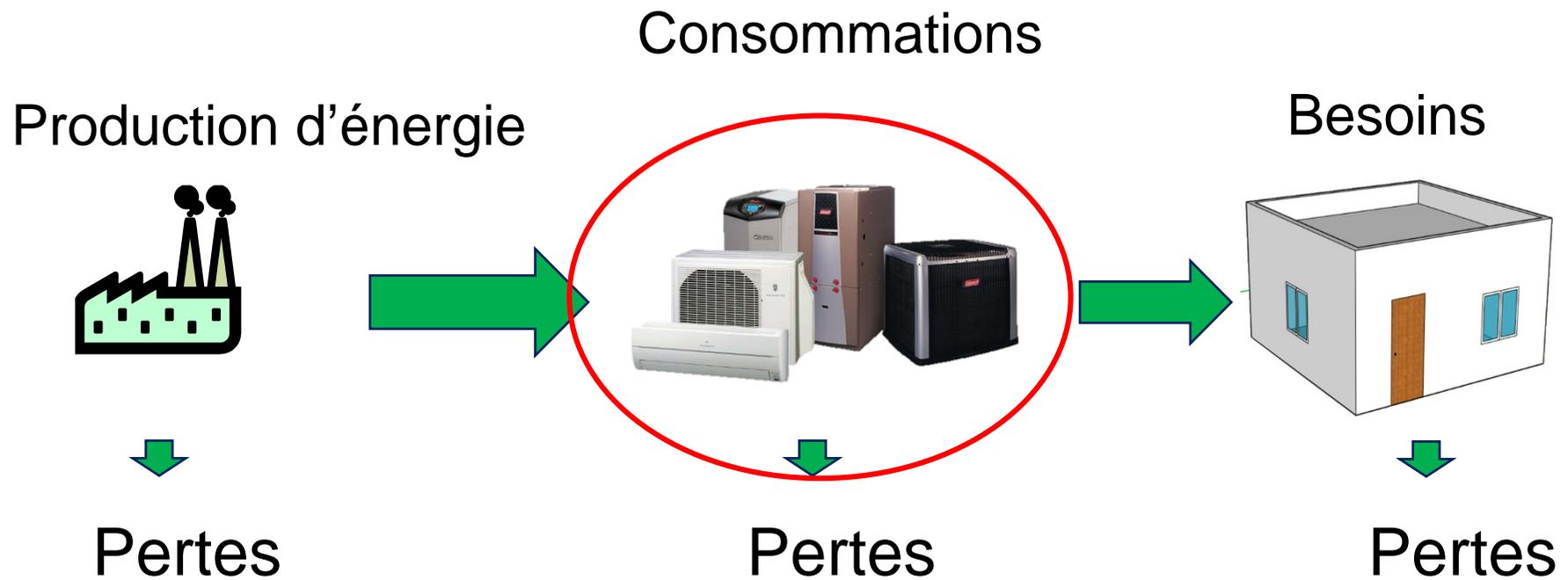
AU MAROC



Source : Direction de l'observation et de la Programmation (DOP) –Avril 2013



Le lien entre besoin et consommation énergétique



Les équipements de production de chaud et de froid:

LES POMPES À CHALEUR

- Eau/eau
- Air/eau
- Air/air

AUTRES SYSTÈMES

- Climatiseur adiabatique
- Énergie solaire
- ...

LES SYSTÈMES À COMBUSTION

- Les chaudières gaz
- Les chaudières bois
- ...



Les types d'équipements

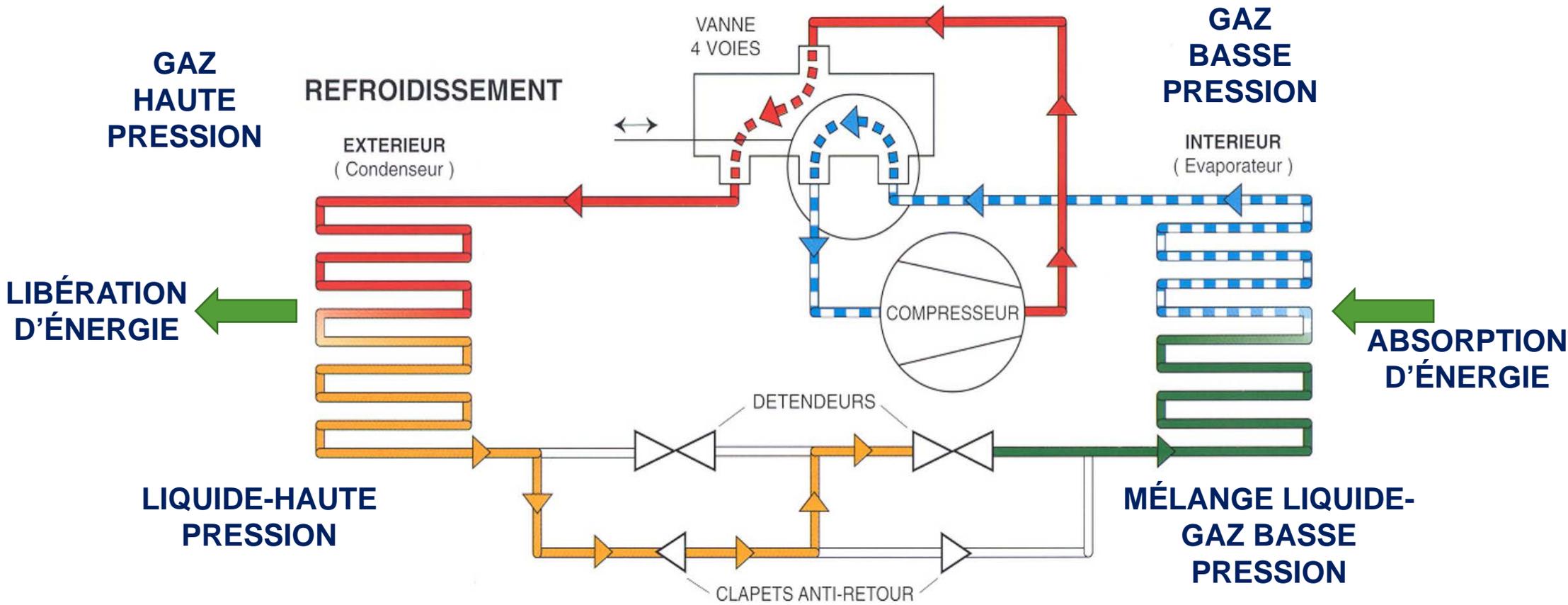
Les pompes à chaleur



Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur

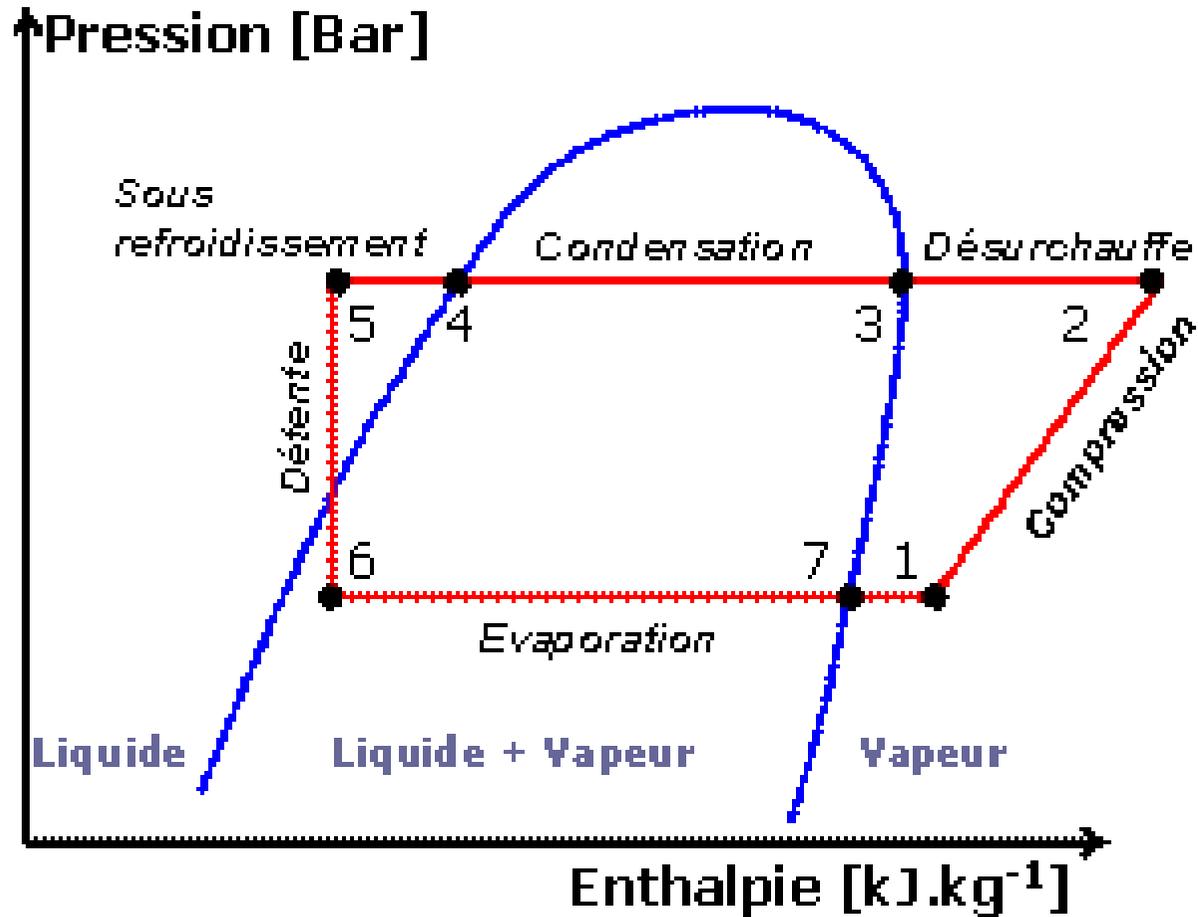


EN MODE REFROIDISSEMENT.



- Identification des besoins énergétiques
- Chauffage et climatisation
- Production ECS
- Ventilation
- Eclairage
- Autres usages
- Gestion et suivi des équipements
- Production et suivi équipements

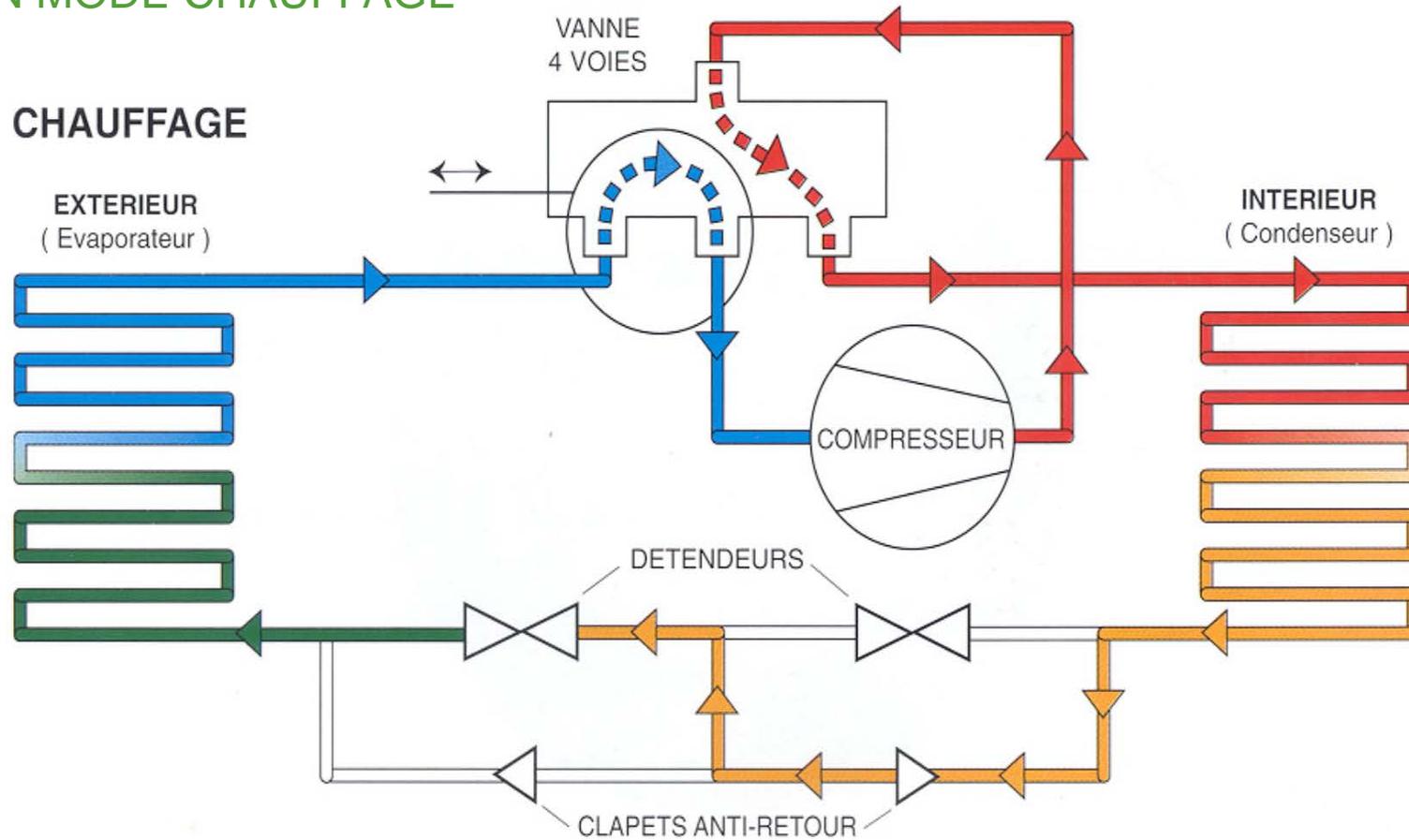
Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur



Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur



EN MODE CHAUFFAGE



Le « Rendement » d'une pompe à chaleur

EN CLIMATISATION

Les performances énergétiques minimales des installations de climatisations sont données en termes d'Efficacité Énergétique en mode refroidissement

$$EER = \frac{\text{La puissance totale de refroidissement}}{\text{Puissance électrique absorbée}}$$

EN CHAUFFAGE

et en terme du coefficient de performance (COP : Coefficient of Performance) en mode chauffage.

$$COP = \frac{\text{La puissance totale calorifique}}{\text{Puissance électrique absorbée}}$$

EN 14511-2



Le « Rendement » d'une pompe à chaleur

LE RENDEMENT MAXIMAL THÉORIQUE D'UNE POMPE À CHALEUR EST LE COP DE CARNOT.

Il s'agit du rendement maximum du cycle thermodynamique.

$$COP_{\text{réel de la PAC}} < COP_{\text{Carnot}}$$

Avec η qui dépend de la performance de la pompe à chaleur (surface et type d'échangeur, type de fluide caloporteur...).

Mais le COP du cycle de Carnot n'est pas constant.

$$COP_{\text{Carnot}} = \frac{T_{\text{extérieure}}}{T_{\text{extérieure}} - T_{\text{intérieure}}}$$

Donc :

- La performance d'une pompe à chaleur dépend des conditions extérieures
- On a intérêt à ne pas solliciter la PAC pour produire des températures trop élevée ou trop basse



EER d'une climatisation



Le EER, Efficiency Energy Ratio (EER) représente la performance énergétique d'un climatiseur, mais il varie en fonction des températures extérieur et de consigne.

Un coefficient plus pertinent est donc l'ESEER (European Seasonal EER), qui est un coefficient saisonnier annuel. Il est calculé selon une formule qui prend en compte les valeurs d'EER à différents pourcentages de régulation de puissance d'un groupe, en fonction d'une durée de temps pour chacun d'entre eux.

Plus les EER et ESEER sont élevés, plus la consommation énergétique sera faible.



Pouvoir de réchauffement global des fluides frigorigènes



LE PRG EST UNE INDICATION SUR LA NOCIVITÉ D'UN GAZ PAR RAPPORT À L'EFFET DE SERRE

Molécule	CO ₂	Méthane	Propane	R22	R134a	R410a	R407c	Ammoniac	Eau
PRG	1	23	3	1700	1300	1980	1650	0	0

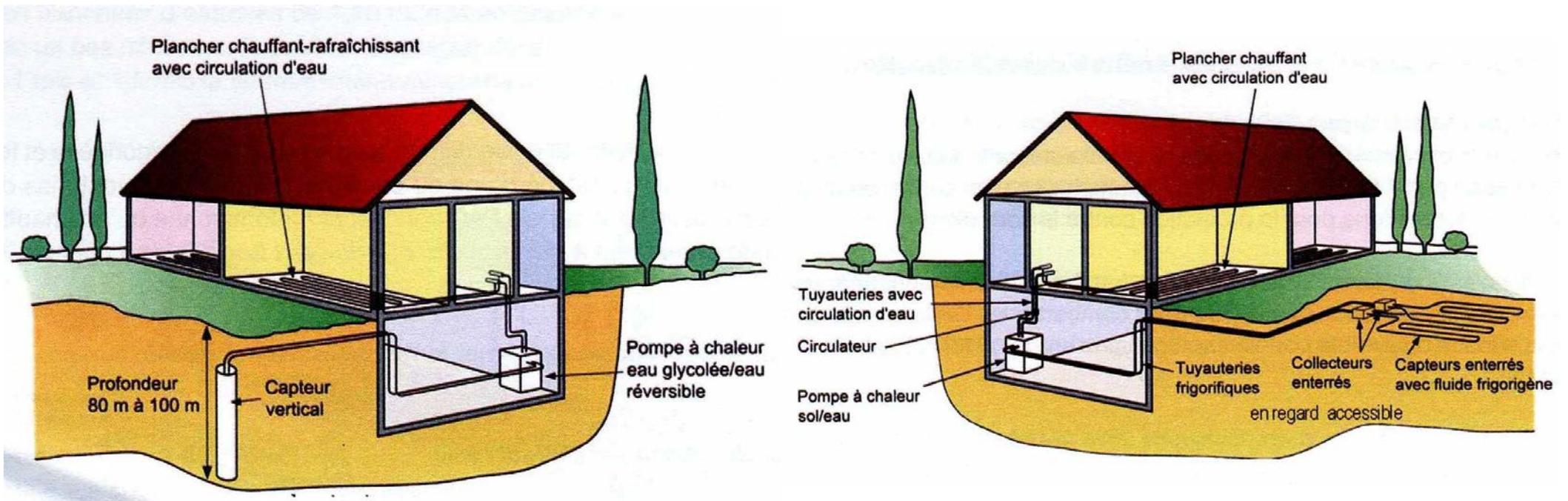
Source: NF EN 378-1 –Annexe E



Les différents types de pompes à chaleur



PAC EAU/EAU : la source de chaleur et le fluide caloporteur sont de l'eau



Source: Costic

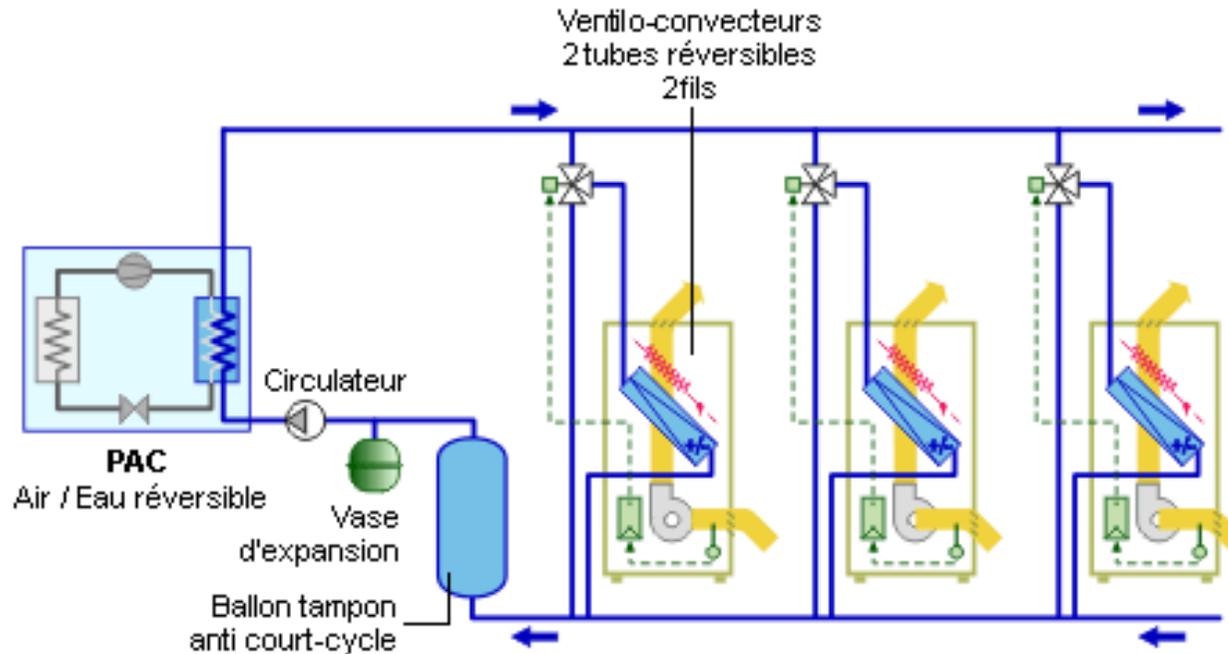


Les différents types de pompes à chaleur



PAC AIR/EAU : la source de chaleur est l'air extérieur tandis que le fluide caloporteur est l'eau

Groupe d'eau glacée (peut éventuellement être réversible)



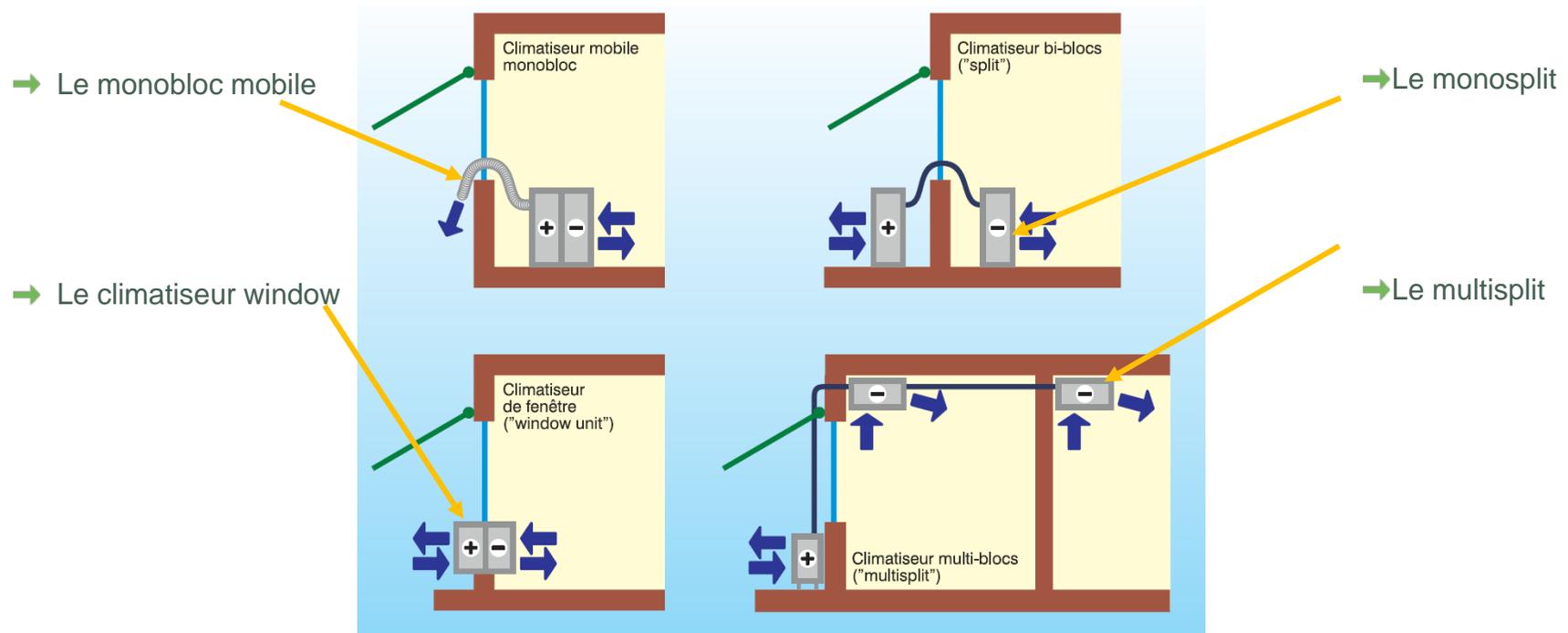
Source : www.energieplus-lesite.be



Les différents types de pompes à chaleur



PAC AIR/AIR : la source de chaleur et le fluide caloporteur sont l'air.



Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques – A. Liébard, A. De Herde - 2004

Les performances minimales réglementaires



Catégorie	Mode de fonctionnement	Climatiseurs split et multi-Split	Climatiseurs monoblocs
Climatiseurs à condensation par air	Refroidissement	EER > 2,8	EER > 2,6
	Chauffage	COP > 3,2	COP > 3,0
Climatiseurs à condensation par eau	Refroidissement	EER > 3,1	EER > 3,8
	Chauffage	COP > 3,2	COP > 3,0

Agence Nationale pour le Développement des Énergies Renouvelables et de l'Énergie Économique



Source : Guide technique pour le chauffage, la ventilation et la climatisation – ADEREE - 2014



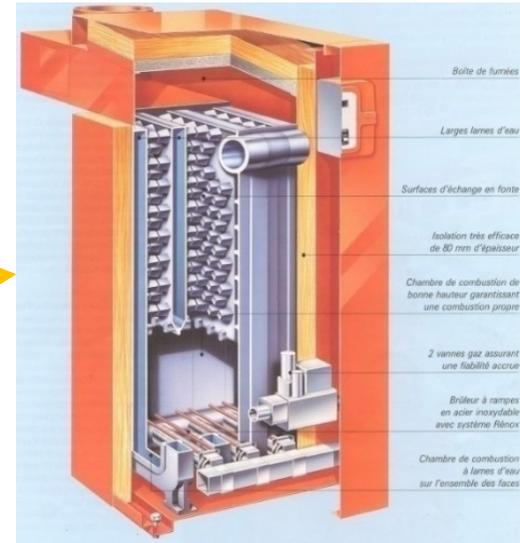
Les types d'équipements

Les systèmes à combustion



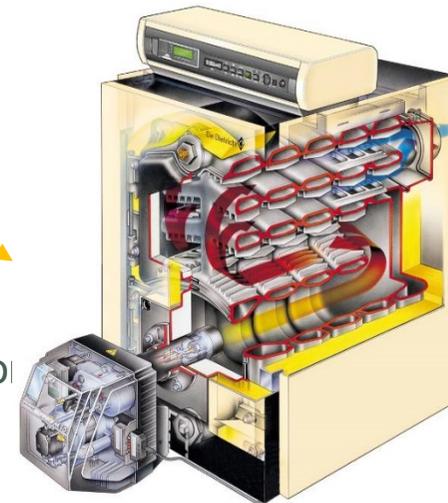
Les chaudières

Chaudière avec brûleur atmosphérique



(www.viessmann.com)

Chaudière à brûleur à air soufflé



(www.dedietrich-thermique.fr)

Autres combustibles possibles gaz, bois, fioul, charbon



Chaleur latente et sensible



CHALEUR LATENTE / CHALEUR SENSIBLE

La chaleur latente change l'état physique d'une matière. Par opposition à la chaleur sensible qui modifie la température d'une matière.

PCI/PCS

Le PCI est la quantité totale de chaleur dégagée par la combustion d'un combustible.

Le PCS est égal à la somme du PCI et de la chaleur latente dans la vapeur d'eau produite par la combustion.

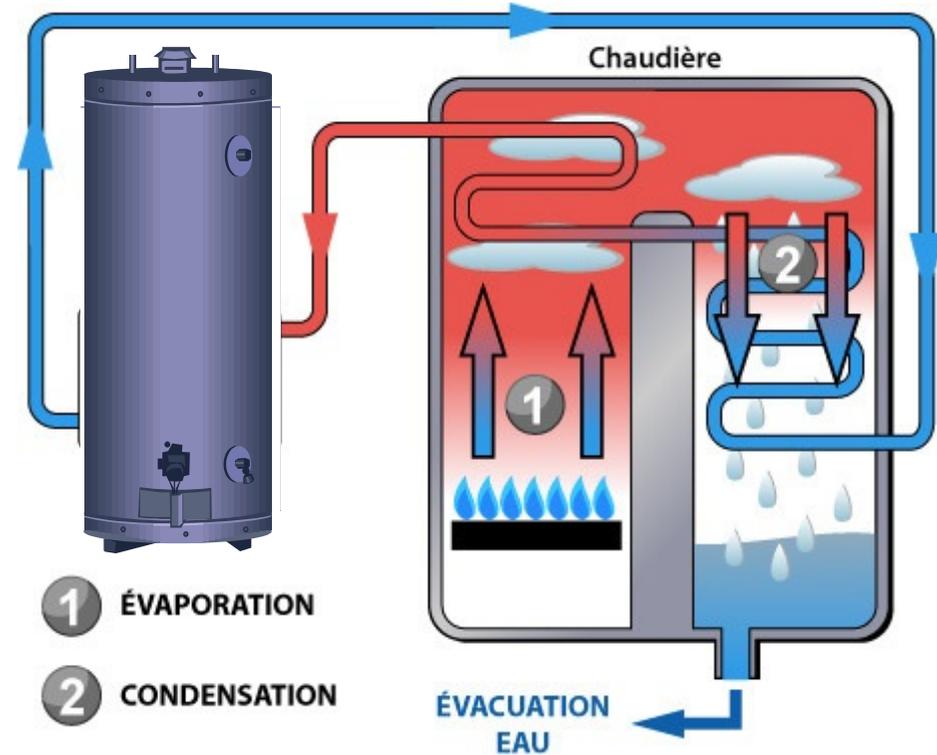


Chaudière gaz à condensation



La chaudière à condensation est une chaudière ayant la particularité de tirer profit de la chaleur latente de la vapeur d'eau contenue dans les gaz d'échappement, en condensant ces vapeurs avant de rejeter l'eau sous forme liquide.

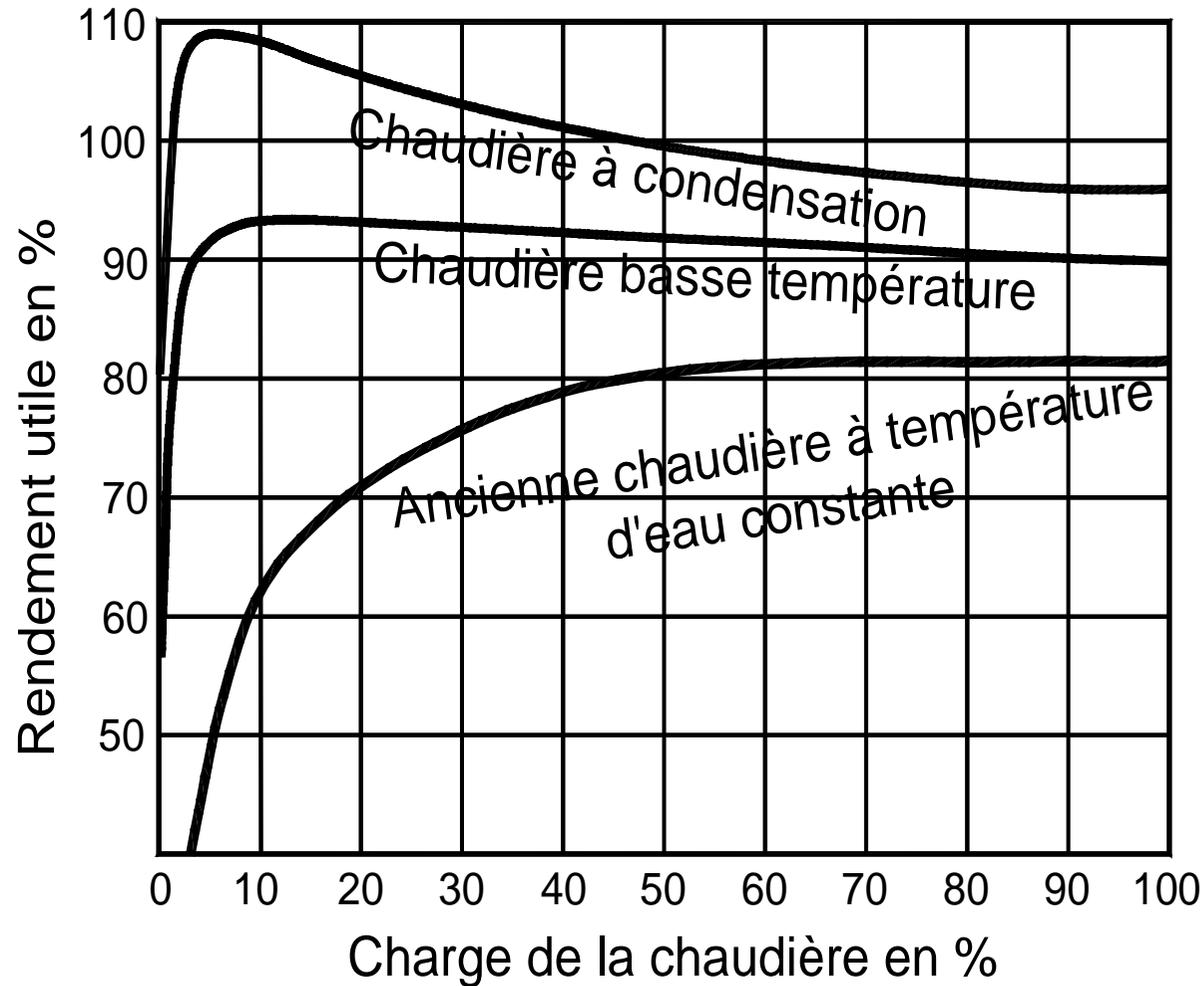
Principe d'une chaudière gaz à condensation



Source: FT média



Les différentes technologies de chaudières

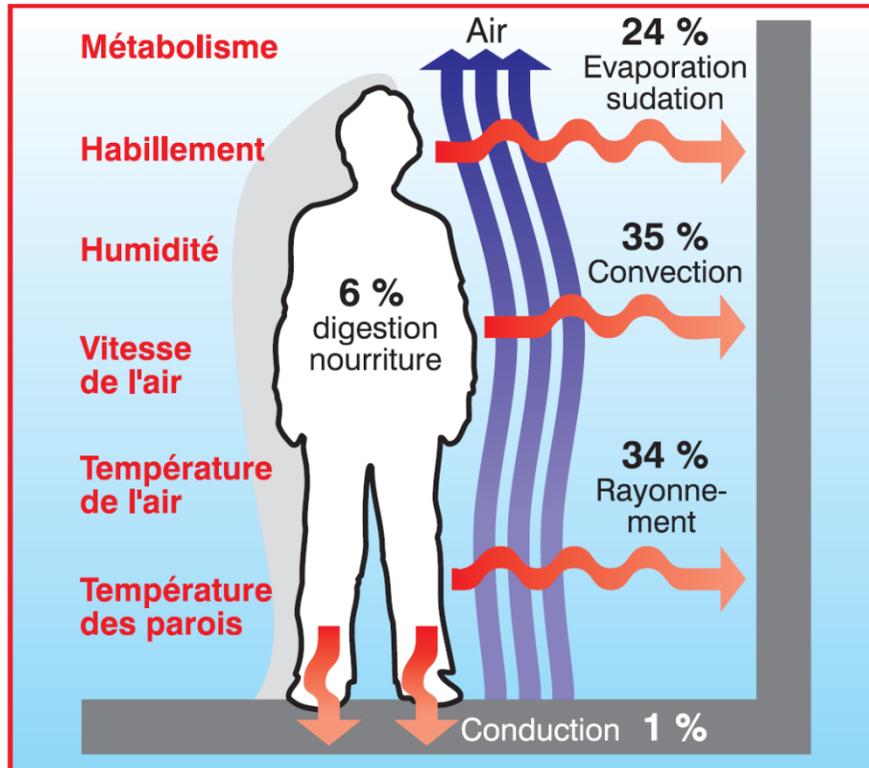


Plan de la formation

- I. IDENTIFICATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES
- II. CHAUFFAGE ET CLIMATISATION
- III. PRODUCTION D'ECS
- IV. VENTILATION
- V. ECLAIRAGE
- VI. LES AUTRES USAGES
- VII. GESTION ET SUIVI DES ÉQUIPEMENTS
- VIII. PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE

Attention : tous les prix qui figurent dans la suite de ce document sont donnés à titre indicatif en valeur de septembre 2014.

Rappels sur le confort



LE CONFORT HYGROTHERMIQUE DÉPEND DE NOMBREUX PARAMÈTRES.

Le corps humain échange en permanence de l'énergie avec son milieu ambiant via divers modes.

Mais il n'y a pas que le confort hygrothermique :

- Acoustique
- Visuel
- Olfactif
- Qualité sanitaire

Source : *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique* – A. Liebard A. De Herde - 2005



CHAUFFAGE ET CLIMATISATION

Objectif de la séquence : savoir dimensionner une installation de chauffage/climatisation en fonction du bâtiment et évaluer sa consommation d'énergie future.

RÉFÉRENCES NORMATIVES :

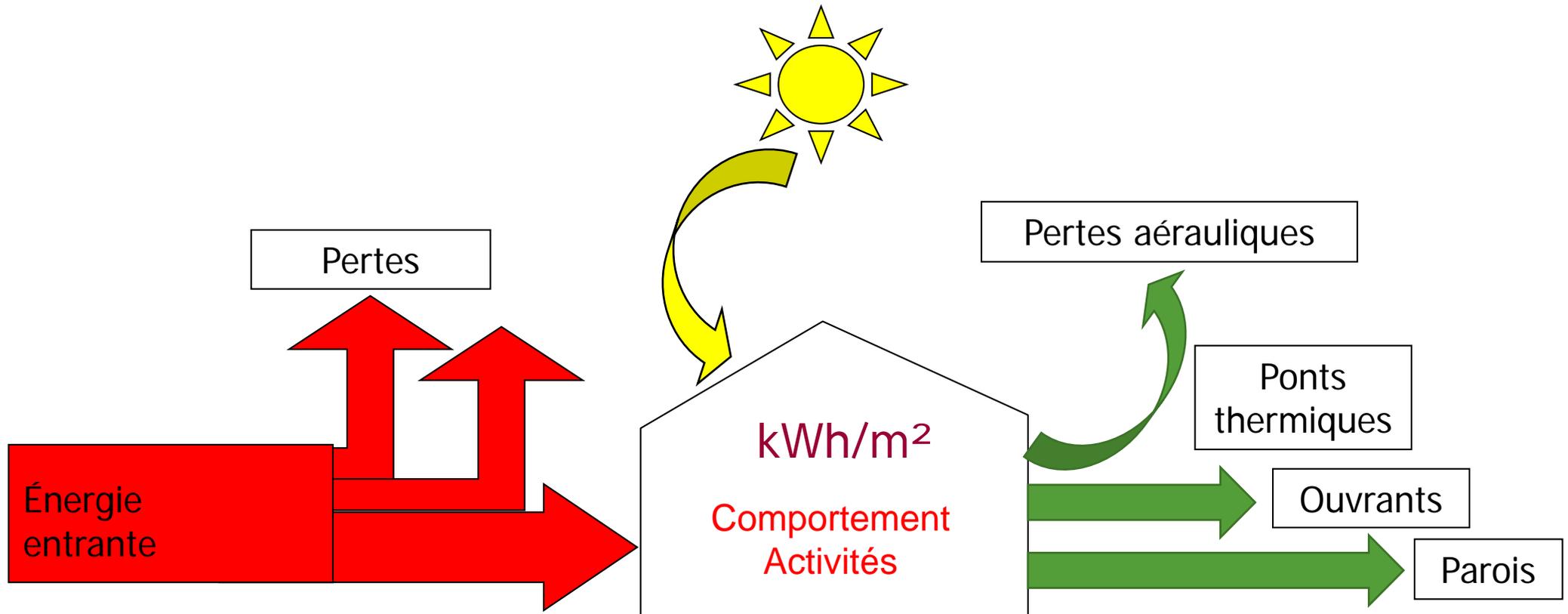
NM 12831 : Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base

NM 15265 : Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage et le refroidissement des locaux

NM 832 : Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage – Bâtiments résidentiels



Rappel du module 1 et objectif de la séquence



Flux d'énergie au travers de l'enveloppe



LES FLUX D'ÉNERGIES PASSANT AU TRAVERS DE L'ENVELOPPE SE DÉCOMPOSENT DE LA FAÇON SUIVANTE :

$$Flux\ total\ Bâtiment = Flux_{surfaciques} + flux_{linéiques} + flux_{aérauliques} [W]$$

Flux thermiques dus aux différences de température intérieure/extérieure
Flux solaires aux travers des parois opaques et vitrées

Flux thermiques dus aux ponts thermiques linéiques

Flux thermiques dus au renouvellement d'air par ventilation ou infiltrations

Lorsque ces flux de chaleur vont de l'extérieur vers le milieu ambiant on parle d' **APERDITIONS**
Lorsque ces flux de chaleur vont du milieu ambiant vers l'extérieur on parle de **DEPERDITIONS**



Calcul des déperditions



LES DÉPERDITIONS SURFACIQUES

Les déperditions surfaciques en Watt correspondent à la somme des déperditions de l'ensemble des surfaces de l'enceinte chauffée/climatisée.

$$\text{Déperditions surfaciques}_{\text{Bâtiment}} = \Sigma (U_{\text{paroi}} \times S_{\text{paroi}} \times b_{\text{paroi}} \times \Delta T) \text{ [W]}$$

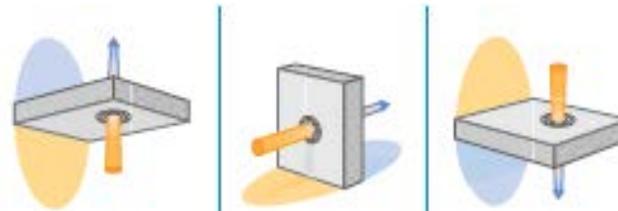
Avec :

U_{paroi} = coefficient de transmission thermique de la paroi en W/m².K

S_{paroi} = surface de la paroi en m²

b_{paroi} = coefficient de prise en compte des espaces tampons éventuels

ΔT = l'écart de température entre le volume chauffé et l'extérieur



Source : La thermique du bâtiment – Isover



Calcul des déperditions



LES DÉPERDITIONS AÉRAULIQUES

Les pertes aérauliques en Watt correspondent à l'ensemble des déperditions dues au renouvellement d'air (ventilation et défauts d'étanchéité à l'air)

$$\text{Déperditions aérauliques}_{\text{Bâtiment}} = 0,34 \times \text{Débit}_{\text{air renouvelé}} \times \Delta T \text{ [W]}$$

Avec :

0,34 correspond à la capacité calorifique de l'air [Wh/m³.K]

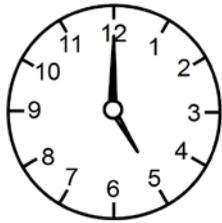
$\text{Débit}_{\text{air renouvelé}}$ s'exprime en [m³/h]



Source : Les éléments techniques du projet de la réglementation thermique du bâtiment au Maroc - 2011



Exercice : Calcul des déperditions d'un bâtiment



30 min



En binôme

Correction au fur et à mesure



Comment, à partir des déperditions, évaluer le besoin énergétique ?



Les besoins instantanés



LE BESOIN DE CHAUFFAGE S'ÉVALUE À PARTIR DES DÉPERDITIONS :

$$Besoins = Déperditions_{thermiques} \times \Delta T - Apports_{thermiques}$$

Pertes surfaciques
Pertes linéiques
Pertes aérauliques

Apports solaires
Chaleur des occupants
Equipements informatiques
Eclairage



LE BESOIN DE CLIMATISATION À PARTIR DES APERDITIONS :

$$Besoins = Aperditions_{thermiques} \times \Delta T + Apports_{thermiques}$$

Apports surfaciques
Apports linéiques
Apports aérauliques



Besoins instantanés en W



Le besoin annuel



POUR CALCULER LE BESOIN D'ÉNERGIE ANNUEL IL FAUT INTÉGRER :

- Le nombre d'heures où la température extérieure est différente de la température intérieure souhaitée
- Le nombre de Kelvin (ou °C) d'écart entre l'intérieur et l'extérieur

Ce cumul des degrés d'écart de température par rapport à la température souhaitée sur une année : ce sont les degrés-jours (DJ)



Les degrés-jours



Pour un lieu donné, le degré-jours (DJ) est une valeur représentative de l'écart entre la température d'une journée donnée et un seuil de température préétabli :

→ En chauffage : 18 ° C – temp. Ext.

→ En climatisation : temp. Ext - 21 ° c

→ Cumul des produits écarts X jours.

$$DJU = T_{base} - (TMIN + TMAX) / 2$$

exemple non réel				
Text	T int	écart Ti - Te	nb jours concernés	degrés X jours
1	18	17	8	136
2	18	16	10	160
3	18	15	10	150
4	18	14	12	168
5	18	13	12	156
6	18	12	30	360
7	18	11	25	275
8	18	10	15	150
9	18	9	14	126
10	18	8	14	112
11	18	7	10	70
12	18	6	10	60
13	18	5	5	25
14	18	4	5	20
15	18	3	4	12
16	18	2	3	6
17	18	1	2	2
18	18	0	2	0
				2594

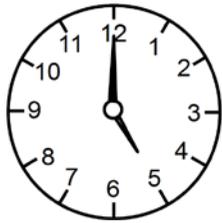
Source : Xales

RÉFÉRENCES NORMATIVES :

NM 15927 : Calcul et présentation des données climatiques



Exercice : Evaluation du besoin annuel



10 min



En binôme



Calcul d'apertitions



ON CALCULE LES APERDITIONS (EN W/K) DE LA MÊME MANIÈRE QUE LES DÉPERDITIONS...

On somme les apertitions :

- Surfaciques (parois vitrées et opaques)
- Linéiques (ponts thermiques)
- Aérauliques (Renouvellement d'air)

AUXQUELLES S'AJOUTENT LES PUISSANCES INTERNES :

- Eclairage
- Occupation
- Autres charges

Sources d'apports internes

Par personne :		W	g/h
assis au repos		114	37
debout au repos		128	46
assis, travail modéré		145	61
debout, travail léger		174	99
travail modéré		197	116
travail actif		232	141
travail intense		290	213
travail pénible		406	319

	W/m ²	inc.	fluo.
résidentiel	10		
écoles	25	12	
bureaux	30	16	

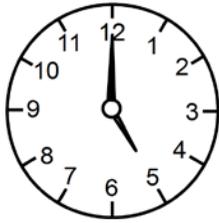
	W	g/h
four électrique	3 000	880
grille-pain	500	140
réfrigérateur	100	-
mach. à laver (5 kg)	6 000	4 320
fer à repasser	500	400
sèche-cheveux	500	230
ordinateur personnel	200	-
machine à écrire	100	-

Estimation des apports internes

Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique – A. Liebard A. De Herde - 2005



Exercice de choix d'un équipement



20 min



En binôme

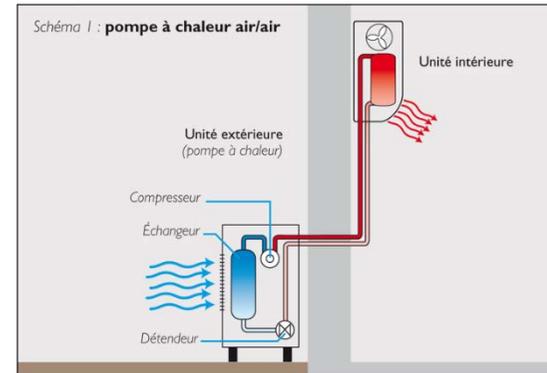


A présent que l'on sait quel système installer, encore faut-il l'installer correctement.



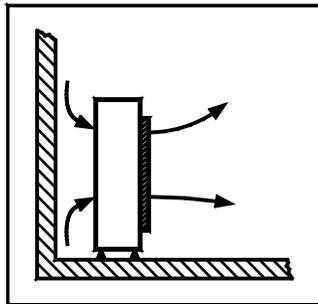
La pose d'une pompe à chaleur

PAC AIR/AIR : Mise en place d'une PAC pour le rafraîchissement et chauffage (Mono-split, multi-split)

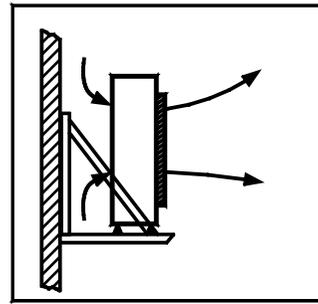


Source : Agence qualité construction

Pose unité extérieure



Posée au sol



Fixée sur un mur

Pose unité intérieure

Allège ou console: suspendue ou murale

Plafonnier: plafond ou mural

Plafonnier encastrable: cassette ou gainables

Murale: au-dessus d'une porte ou cloison verticale

La pose d'une pompe à chaleur

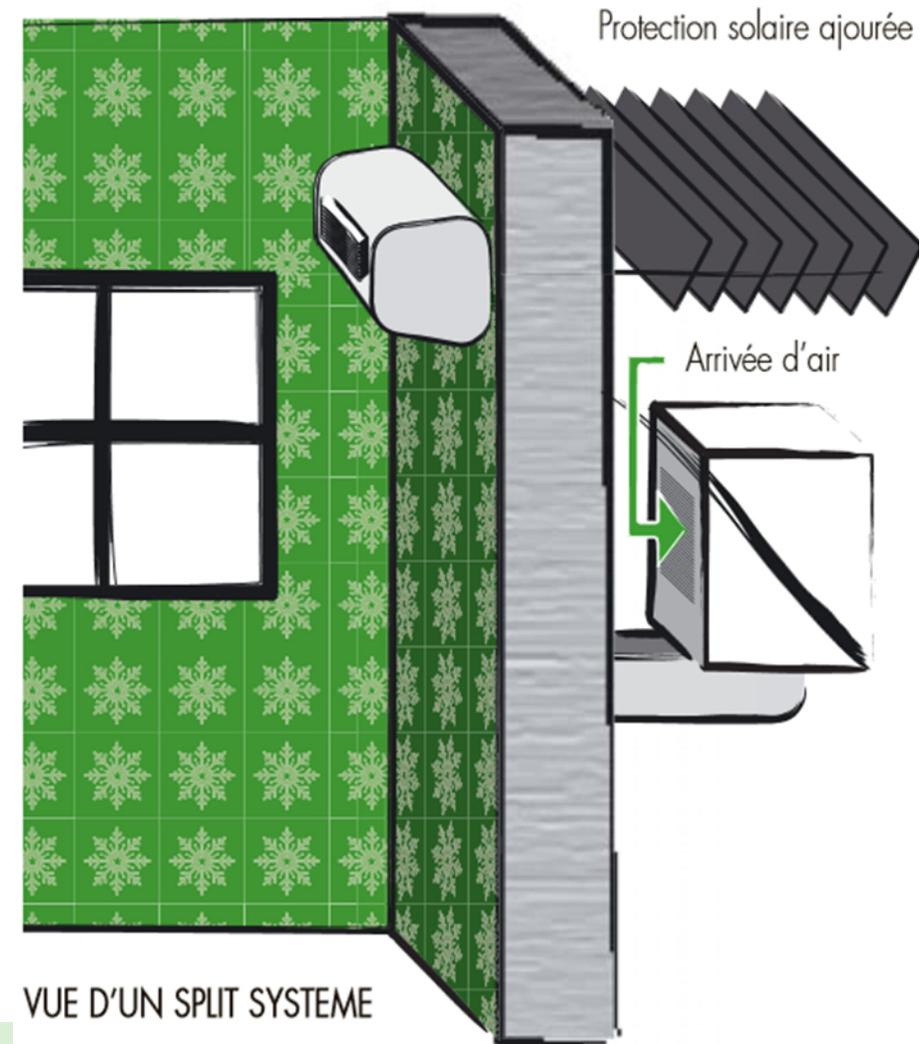
IMPLANTATION DE L'UNITÉ EXTÉRIEURE :

- L'unité extérieure devra être placée dans un endroit ventilé, protégée de l'ensoleillement et facilement accessible
- L'entrée d'air des splits-systèmes devra être dégagée d'au moins 20 cm devant les faces d'aspiration (notamment si elle se situe en face arrière de l'unité) et idéalement 50 cm
- Attention à ne pas laisser d'obstacles au refoulement de chaleur

LOCALISATIONS EXCLUES :

comble non ventilé ou très peu ventilé, sous sol, vide sanitaire, imposte d'une porte d'entrée...

Source : guide Opticlim- ADEME - 2010



Autres usages

Gestion et suivi des équipements

Production et suivi

La pose d'une pompe à chaleur

L'IMPLANTATION DE L'UNITÉ INTÉRIEURE :

En partie haute d'un mur (la face supérieure doit être située à plus de 30 cm du plafond pour permettre un fonctionnement correct et éviter les traînées noirâtres).

- Si le plafond comporte des obstacles (poutres, luminaires...), l'appareil doit être situé suffisamment bas pour que ces obstacles n'entravent pas le jet de soufflage.
- Le jet d'air doit être orienté dans la plus grande dimension du local de manière à assurer un bon balayage.



Source : guide Opticlim- ADEME - 2010



La pose d'une pompe à chaleur

L'IMPLANTATION DE L'UNITÉ INTÉRIEURE :

- En allège : le jet d'air doit être orienté suivant un angle de 15 à 20° par rapport à l'horizontal.
- L'installateur tiendra compte de l'emplacement supposé des occupants , afin d'éviter le soufflage de l'air frais sur les zones où ce jet créerait une impression désagréable (derrière la nuque par exemple).



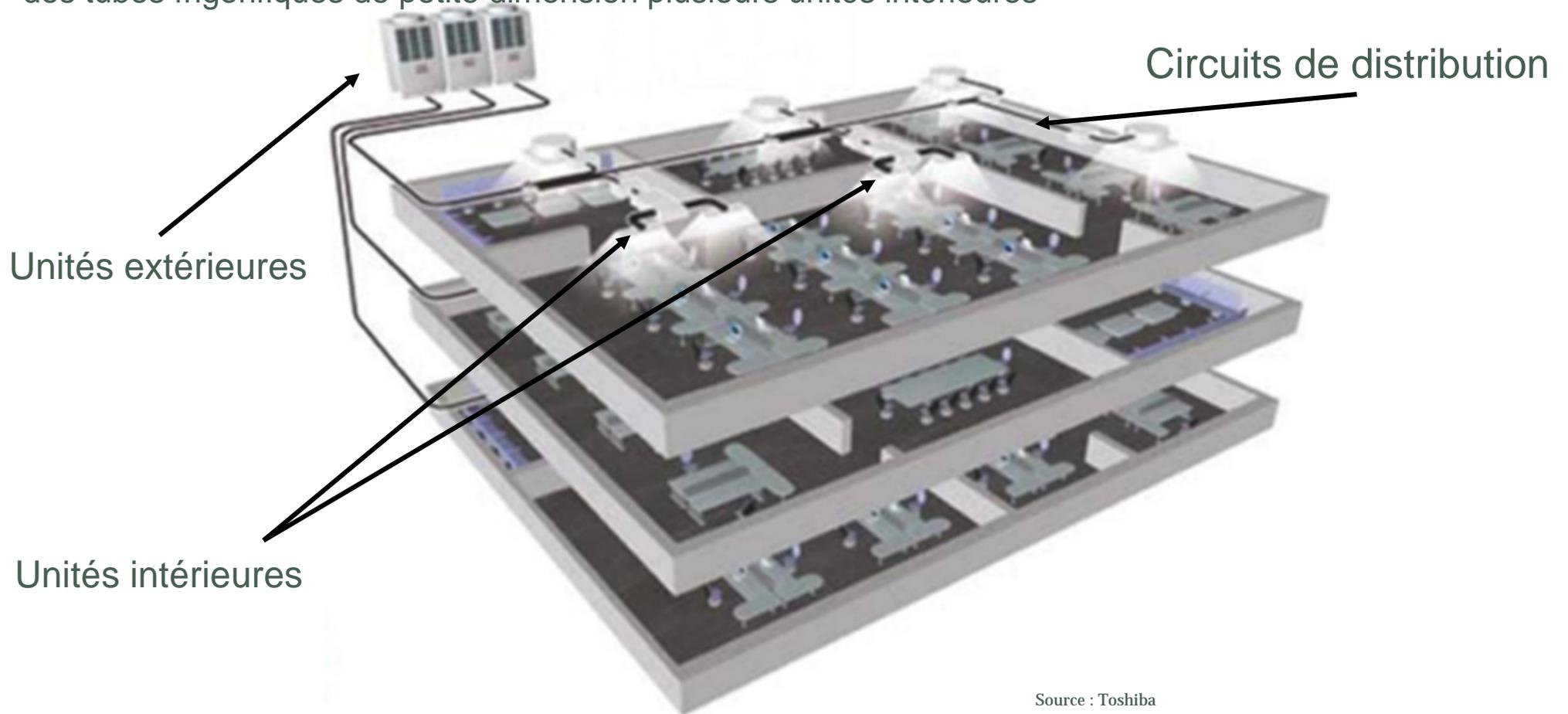
Source : guide Opticlim- ADEME - 2010



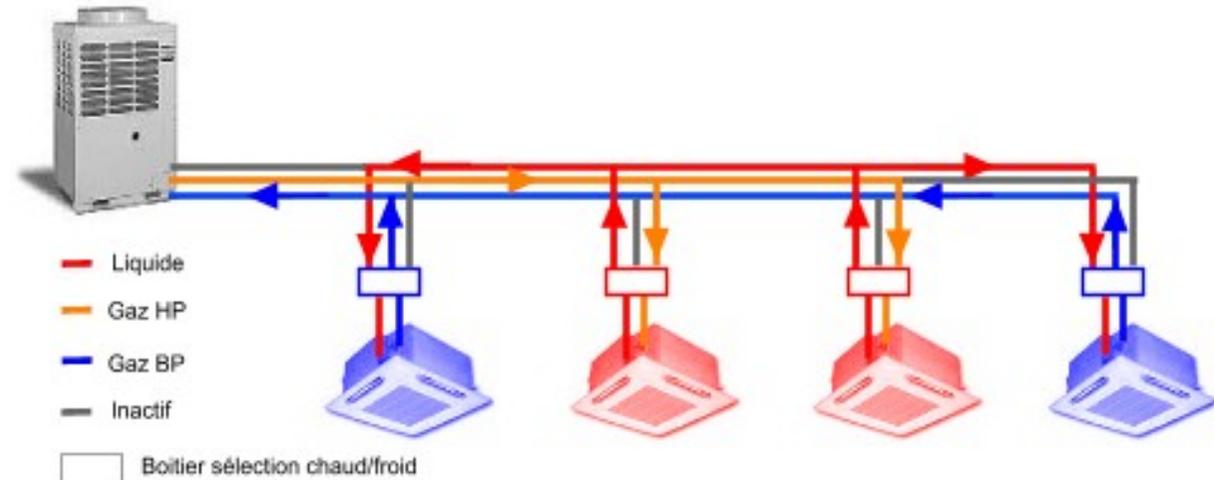
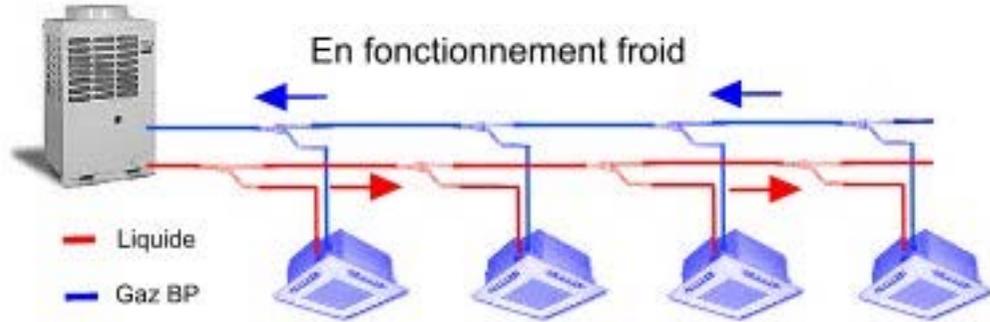
PAC air/air : DRV 2/3 tubes



C'est un système à détente directe qui à partir d'une seule unité extérieure (groupe compresseur) alimente par des tubes frigorifiques de petite dimension plusieurs unités intérieures



PAC air/air : DRV 2/3 tubes



Source : www.abclim.net



Optimisation du fonctionnement par la régulation



LA RÉGULATION D'UN SYSTÈME DE CLIMATISATION SE FAIT À PLUSIEURS NIVEAUX :

→ La régulation du condenseur

→ La régulation du compresseur



Les solutions passives et semi-passives de rafraîchissement



Solutions de rafraîchissement



LE DESERT-COOLER : aussi nommé « refroidisseur adiabatique » ou « swamp cooler » ce sont des système de rafraîchissement dit adiabatique. Le principe est le suivant : l'air chaud et sec qui passe à travers un échangeur humide se rafraîchit.

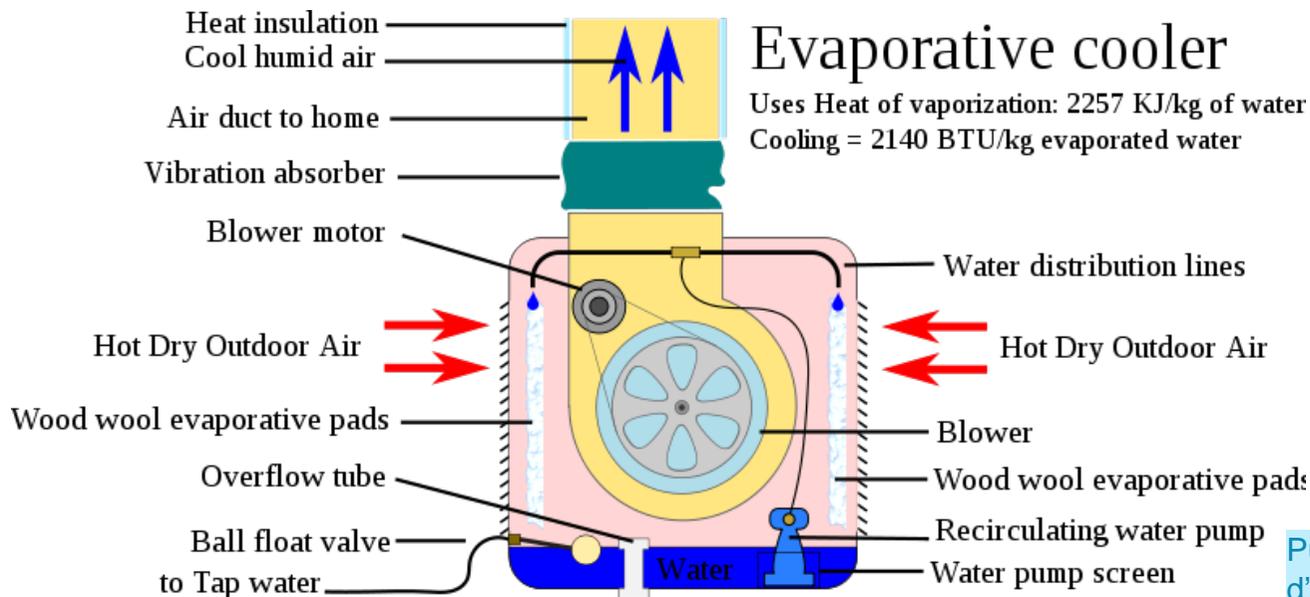


Image sous licence Creative Commons



Aolan (Fujian) Industry Co., Ltd

Puissance limitée et dépendant du taux d'humidité de l'air entrant



Installation en façade

Peu énergivore

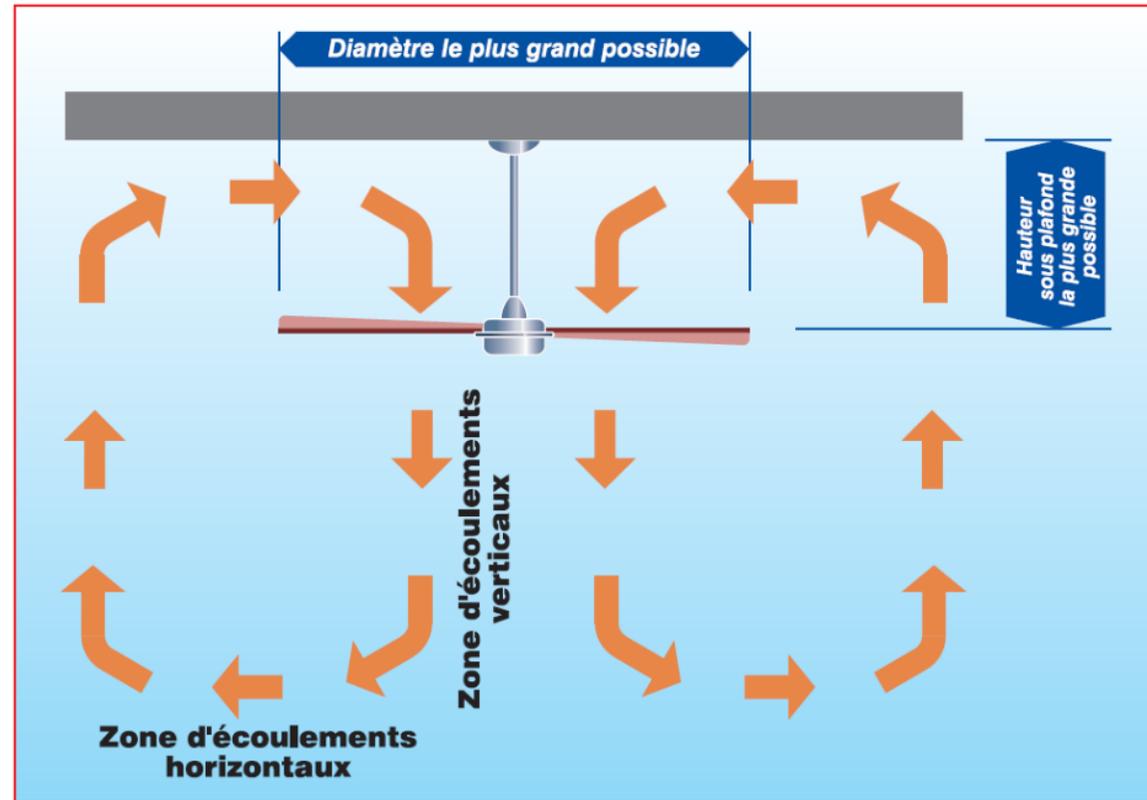
Peu couteux



Solutions de rafraîchissement



Le brasseur d'air :



$$V_{1m/s} \Rightarrow T_{ressentie} = T_{ambiante} - 4^{\circ}C$$

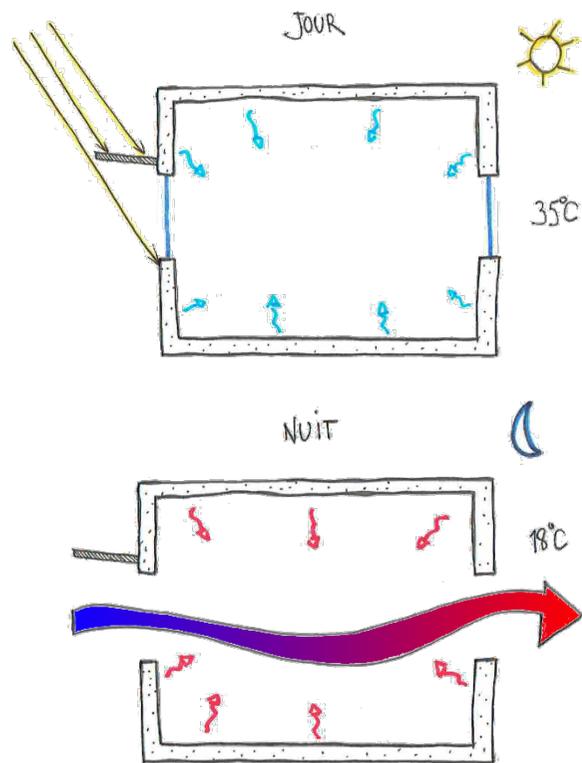
Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques – A. Liébard, A. De Herde - 2004



Solution de rafraichissement

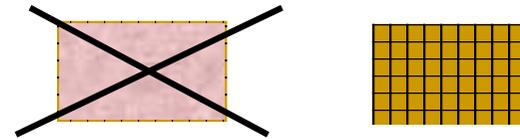


LE FREE COOLING



Efficacité dans des bâtiments à Forte inertie

→ Pas de moquette mais du carrelage



→ Pas de cloisons légères mais des cloisons lourdes



→ Pas de faux plafond

→ Isolation par l'extérieur

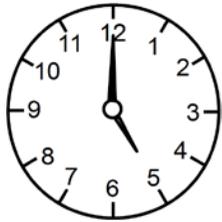
Source : Xales

Source : Emenda



Exercice : rafraîchissement.

La climatisation passive vs la climatisation active



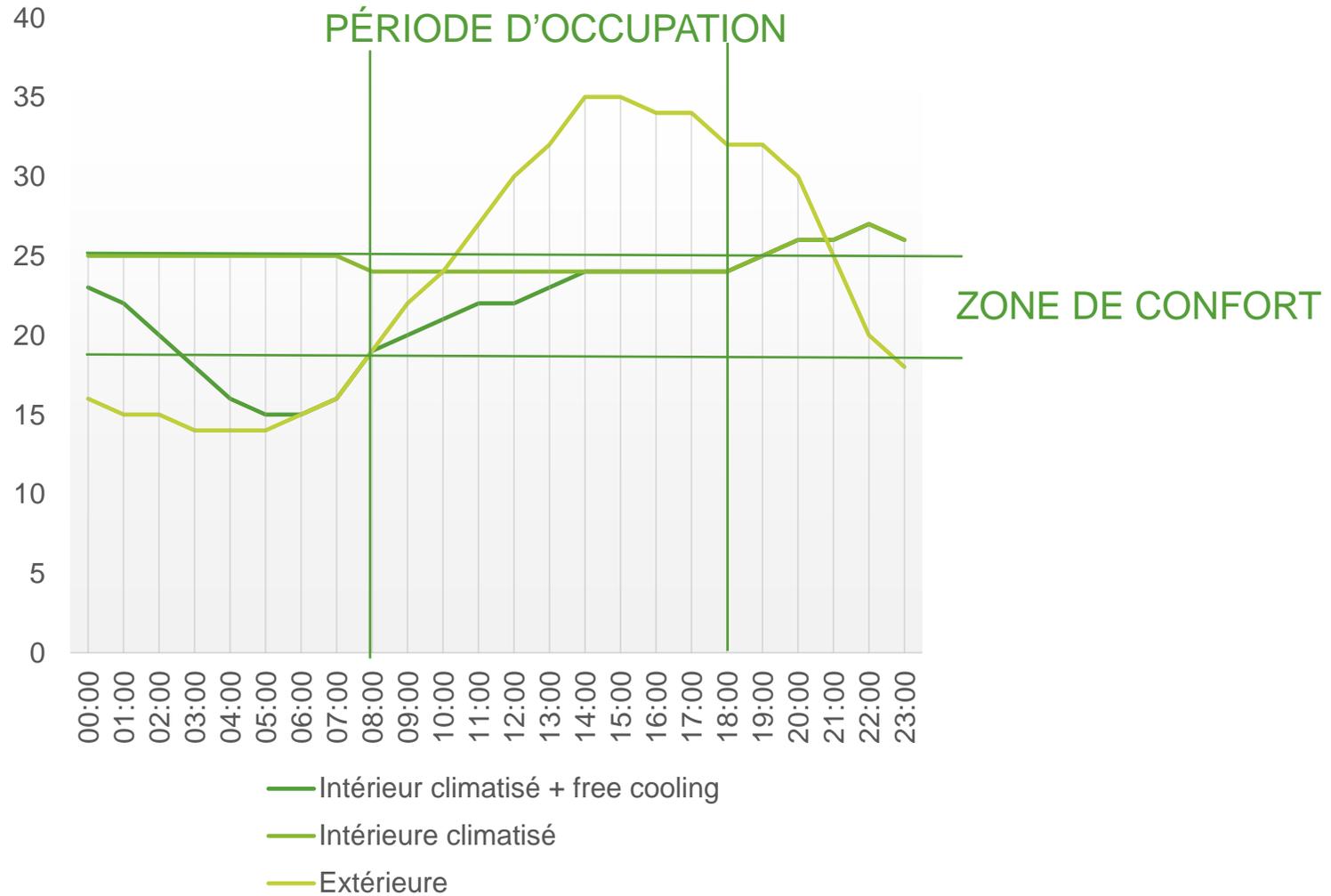
20 min



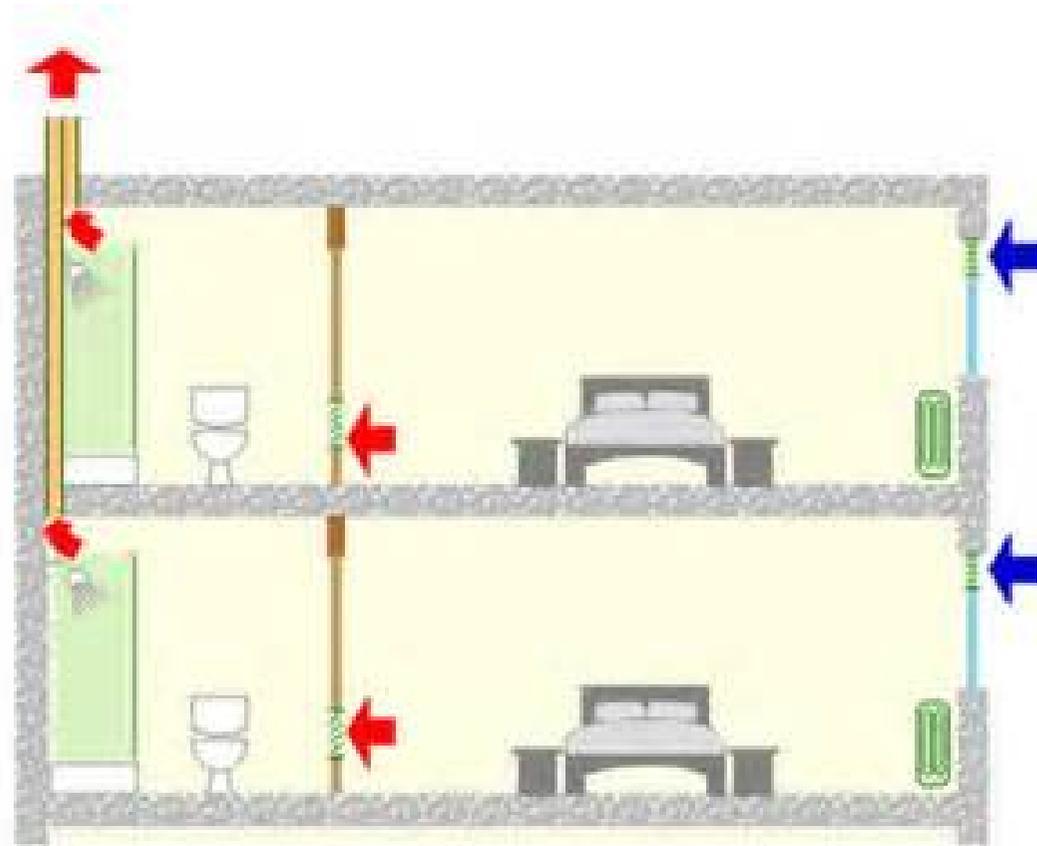
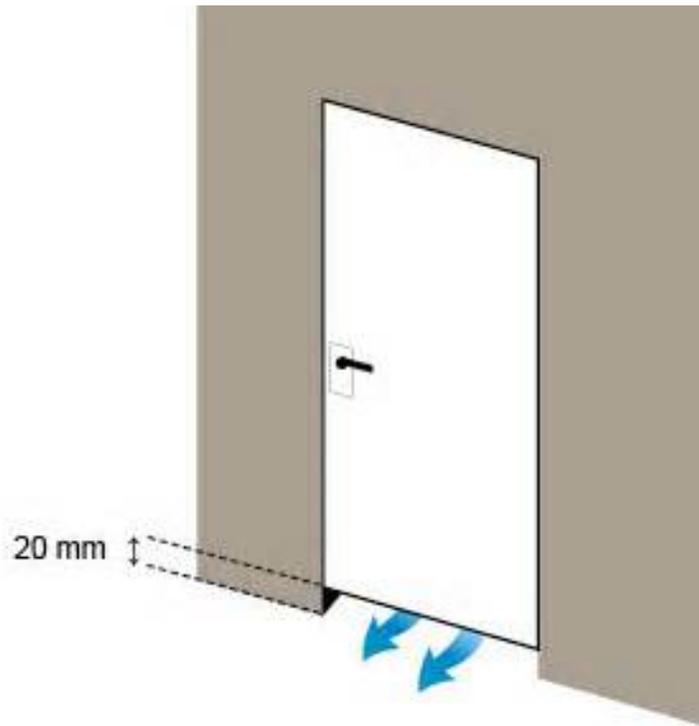
Individuellement



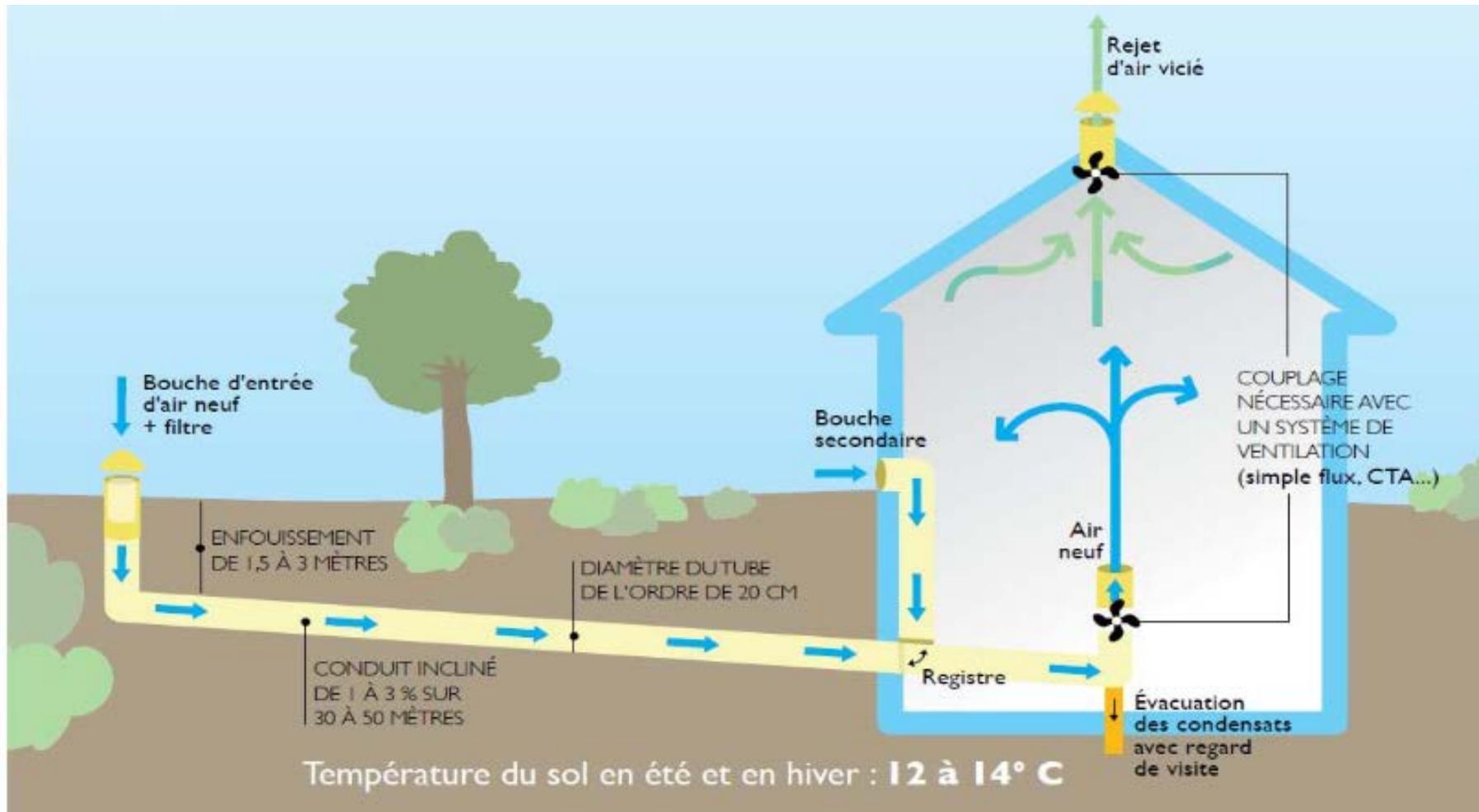
Exercice : évolution de la température



Exercice : cheminement de l'air intérieur



Puit climatique

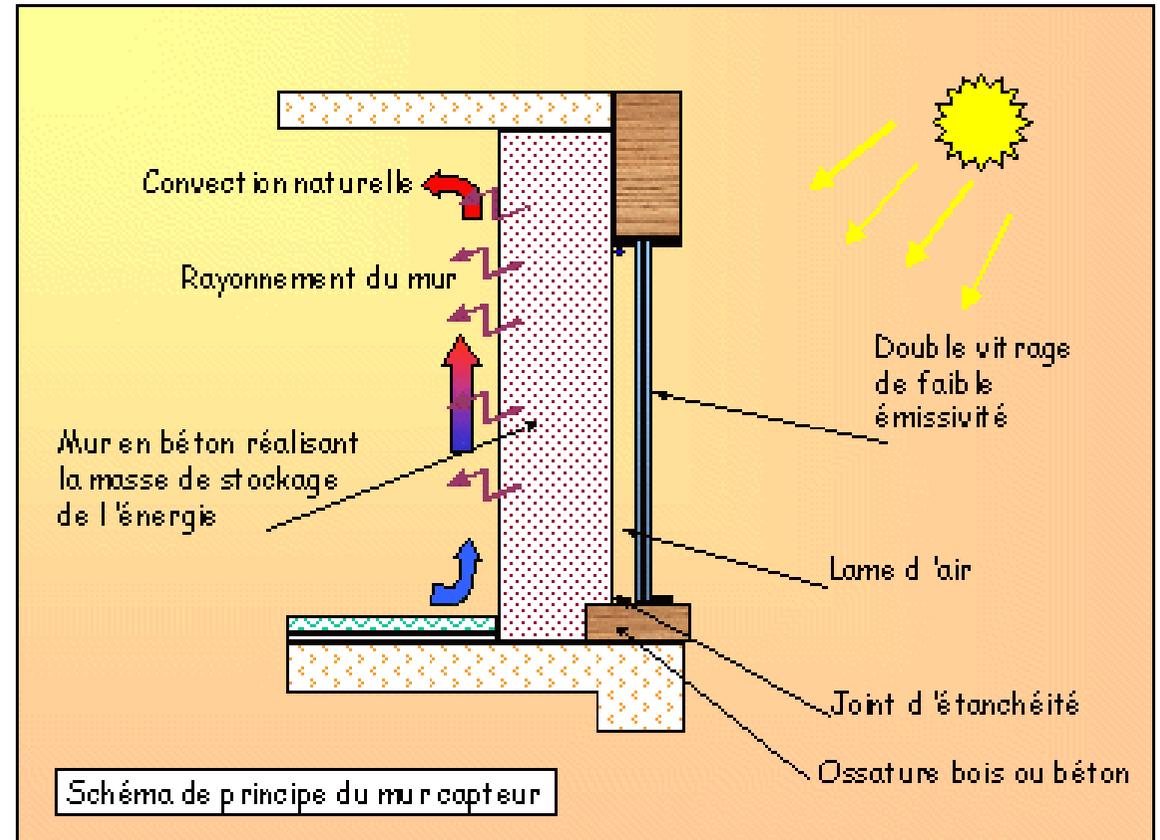


Source : ADEME



Les murs capteurs

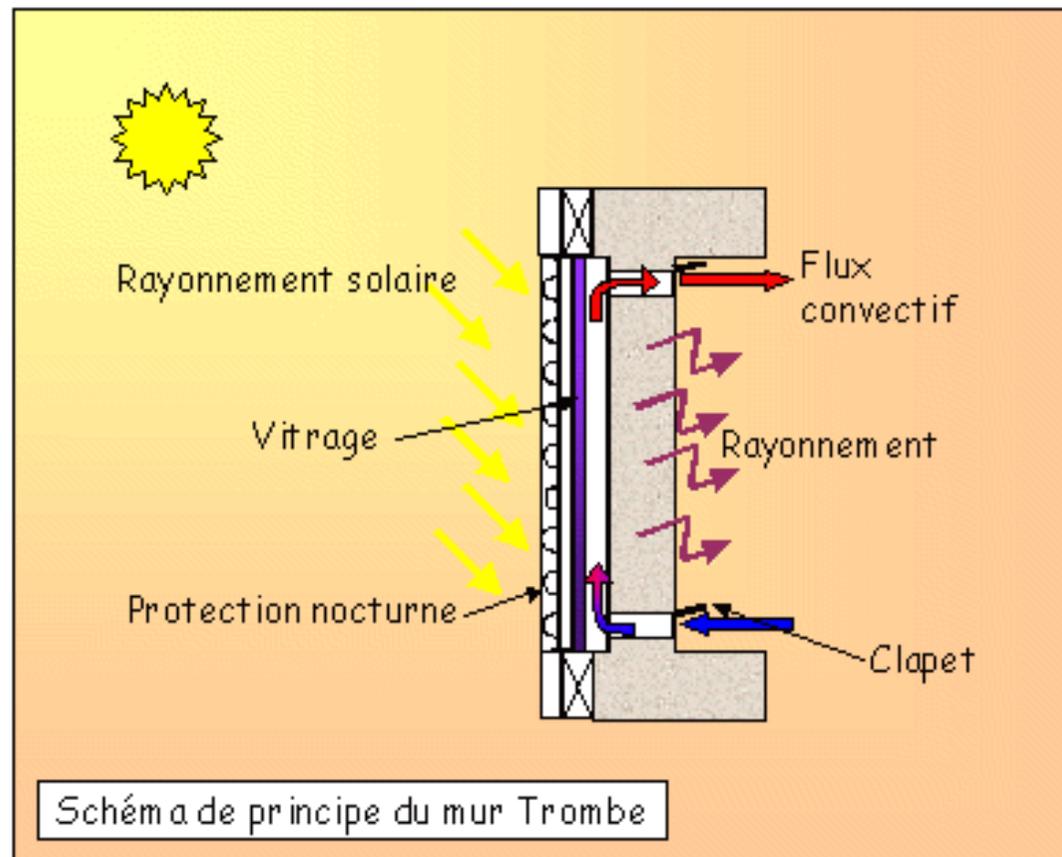
- Transmission de la chaleur avec un déphasage fonction de l'épaisseur du mur
- Valorisation des apports directs, s'il est associé à un vitrage simple (mur capteur en allège et vitrage au-dessus)



Source : ADEME

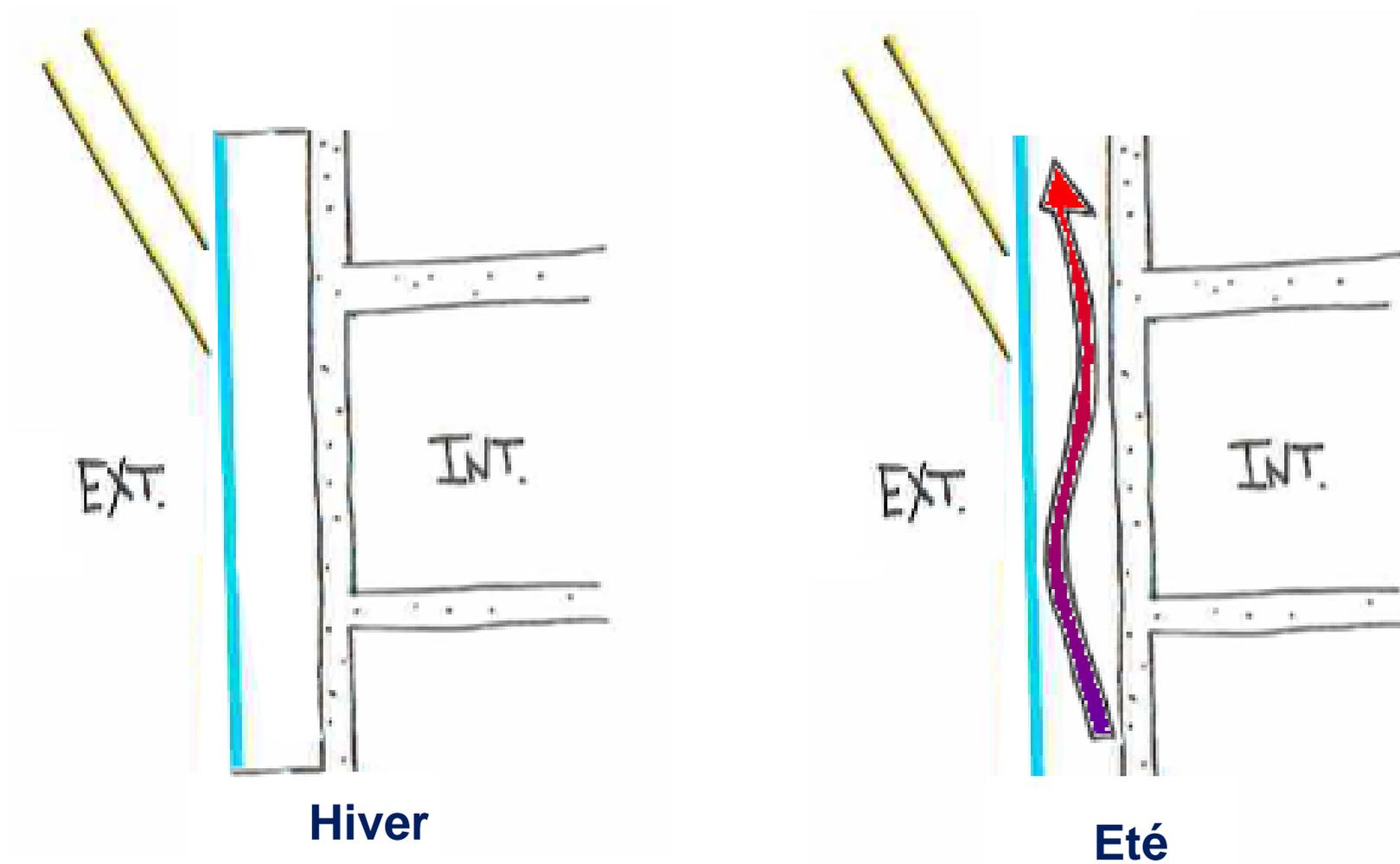
Les murs trombes

- Transmission directe : environ un tiers de l'énergie totalement restituée, restitution du reste de l'énergie déphasée
- Pas de fabricants de systèmes : les ouvertures doivent être faites sur mesure par le menuisier sur chaque chantier.



Source : ADEME

Les parois double-peau



Source : Bureau d'études EMENDA

Synthèse

QUELLES NOTIONS AVONS-NOUS ABORDÉES ?

- QUELS SONT LES CRITÈRES DE CHOIX D'UN ÉQUIPEMENT ?
- LES SOLUTIONS PASSIVES À PRIORISER AUX SOLUTIONS ACTIVES !
- QUELLES RÈGLES DE BON DIMENSIONNEMENT D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE ET DE CLIMATISATION ?



Synthèse

QU'AVEZ-VOUS RETENU DE LA SESSION PRÉCÉDENTE?

A VOUS DE JOUER !



Plan de la formation

- I. IDENTIFICATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES
- II. CHAUFFAGE ET CLIMATISATION
- III. PRODUCTION D'ECS
- IV. VENTILATION
- V. ECLAIRAGE
- VI. LES AUTRES USAGES
- VII. GESTION ET SUIVI DES ÉQUIPEMENTS
- VIII. PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE

Attention : tous les prix qui figurent dans la suite de ce document sont donnés à titre indicatif en valeur de septembre 2014.

PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

PRINCIPE THERMIQUE : LOI D'ÉCHAUFFEMENT

Chaque élément (solide, liquide ou gazeux) possède une caractéristique dite chaleur spécifique (données labo) : quantité d'énergie thermique (chaleur) qu'il communique à l'unité de masse ou volume pour échauffer sa température de 1 K.

Pour l'eau :

$$C_m = 1,16 \text{ Wh/kg.K}$$

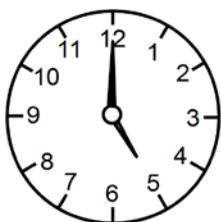
On définit ainsi les besoins d'ECS :

$$\text{Becs} = [\text{nb pers} \times 50 \times 360\text{j} \times 1,16 \times (\text{Tecs} - \text{Tef})] / 1000 \text{ en kWh/an.}$$



Tour de table

- Quels systèmes pour produire de l'ECS ?
- Comment se décompose une installation de production d'ECS ?
- Comment réduire les consommations d'ECS ?
- Quels mode de préparation de l'ECS ?



20 min



En binôme



Tour de table

- Quels systèmes pour produire de l'ECS ?
- Comment se décompose une installation de production d'ECS ?
- Comment réduire les consommations d'ECS ?
- Quels mode de préparation de l'ECS ?



Les équipements de production d'ECS

- Les préparateurs à accumulation
- Les préparateurs instantanés
- Les échangeurs à plaques instantanés
- Les ballons thermodynamiques
- Les systèmes à énergie solaire



Tour de table

- Quels systèmes pour produire de l'ECS ?
- Comment se décompose une installation de production d'ECS ?
- Comment réduire les consommations d'ECS ?
- Quels mode de préparation de l'ECS ?



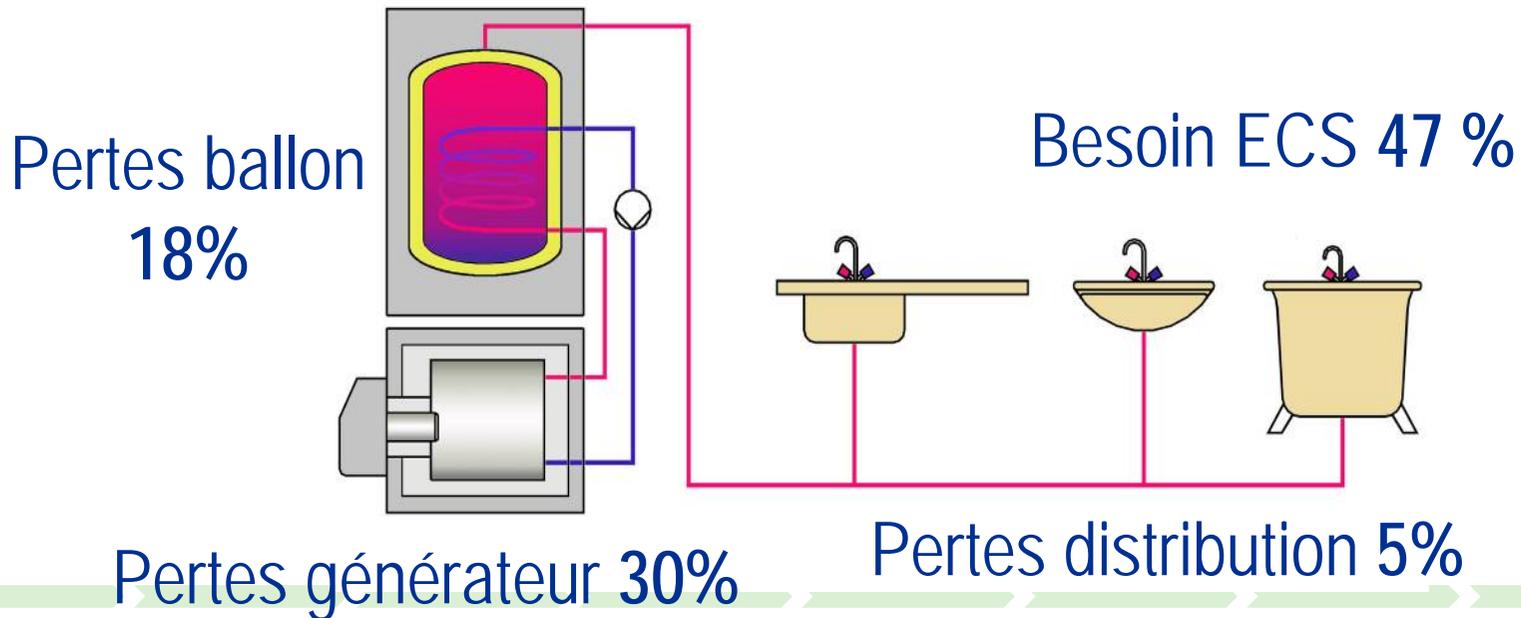
Consommation d'ECS

LES BESOINS D'ECS

30 à 50 litres par personne et par jour à 50°C (dans le résidentiel)
soit 1,4 à 2,3 kWh par personne par jour, ~ 480 à 780 kWh par personne par an

Négligé dans les bureaux

RÉPARTITION DES PERTES D'UN SYSTÈME D'ECS :



Tour de table

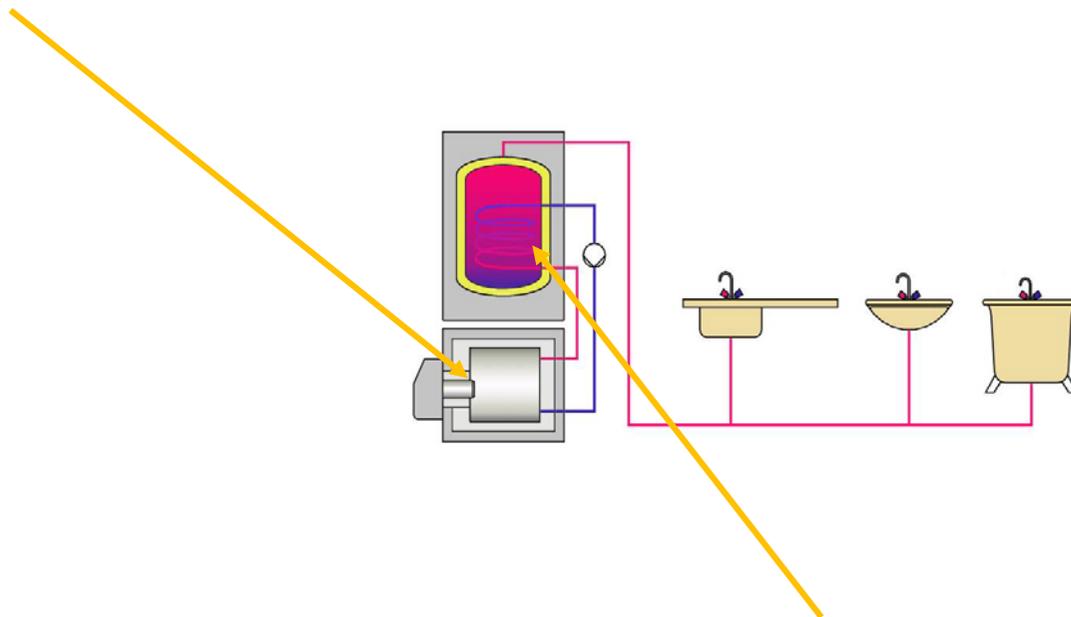
- Quels systèmes pour produire de l'ECS ?
- Comment se décompose une installation de production d'ECS ?
- Comment réduire les consommations d'ECS ?
- Quels mode de préparation de l'ECS ?



ECS et économies d'eau et d'énergie

AGIR SUR LES PERTES DE GÉNÉRATION

- En choisissant des systèmes à haut rendement



AGIR SUR LES PERTES DE STOCKAGE

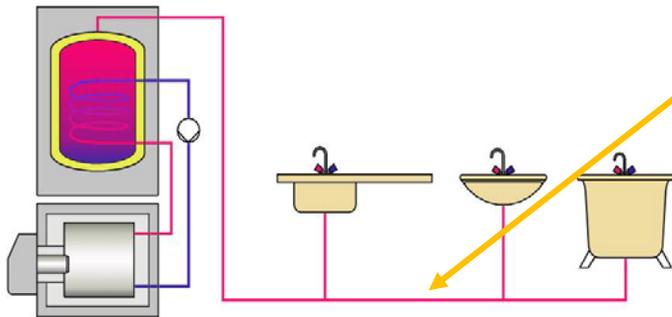
- En choisissant des ballons isolés
- En optimisant le volume du ballon



ECS et économies d'eau et d'énergie

AGIR SUR LA DISTRIBUTION

- En optimisant sa longueur et les diamètres
- En calorifugeant les réseaux



Diamètre	Émissions des canalisations en W / m (ECS à 55°C - air à 10°C)		
	non calorifugées	mal calorifugées	bien calorifugées
DN15	36	16	8
DN20	46	17	9
DN25	57	19	10
DN32	72	23	11

Source: Guide CVC – ADEREE - 2014



ECS et économies d'eau et d'énergie

AGIR SUR LES BESOINS

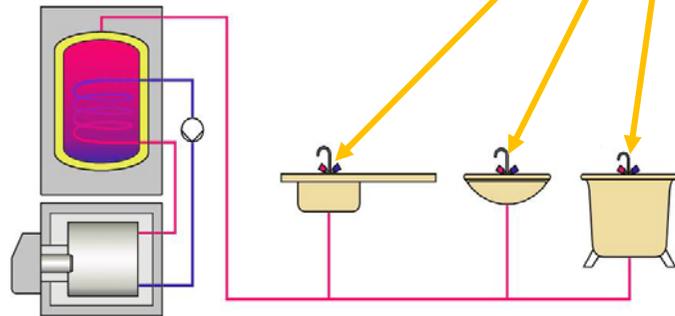
- En sensibilisant les usagers
- En installant des robinetteries permettant d'économiser l'eau :

des robinetteries à fermeture temporisée (jusqu'à -50%)

des robinetteries électroniques (jusqu'à -50%)

des mitigeurs thermostatiques bain/douche (~ -10%)

des mitigeurs mono-commande (~ -5%)



Tour de table

- Quels systèmes pour produire de l'ECS ?
- Comment se décompose une installation de production d'ECS ?
- Comment réduire les consommations d'ECS ?
- Quels mode de préparation de l'ECS ?



Les modes de préparation de l'ECS

- Centralisé/décentralisé
- Production indépendante ou combinée
- Production instantanée ou à accumulation



Les modes de préparation de l'ECS

PRODUCTION CENTRALISÉE OU DÉCENTRALISÉE

Le tableau ci-dessous permet de faire un premier choix qualitatif

<i>Besoins</i>	<i>Distance entre production et points de puisage</i>	<i>Foisonnement (simultanéité des besoins)</i>	<i>Solution</i>
Importants	faible	Peu de simultanéité	centralisé
		Beaucoup de simultanéité	centralisé
	grande	Peu de simultanéité	centralisé
		Beaucoup de simultanéité	décentralisé
Faibles	faible	-	semi-centralisé
	grande	-	décentralisé



Production combinée

Faut-il une préparation d'eau chaude indépendante ou combinée avec le système de chauffage ou de climatisation du bâtiment ?



Avantage d'un système combiné

→ Moins d'investissement



Inconvénient d'un système combiné

- Le même système est sollicité à des puissances différentes.
- Ne permet pas d'utiliser deux énergies différentes (gaz et électricité par exemple)

L'étude comparative doit être faite au cas par cas en prenant en compte :

- L'investissement
- Le coût d'usage (énergie et maintenance)
- Les performances
- Les contraintes particulières du projet (répartition des charges etc.)



Production instantanée



AVANTAGES

- Faible encombrement
- Faible charge au sol
- Absence de pertes par stockage
- Bonne performance hygiénique
- Faible coût d'investissement



INCONVENIENTS

- Fluctuation de la température de l'eau pour l'utilisateur
- Rendement de production dégradé car fonctionnement en cycles courts
- Puissance élevée du générateur
- Puissance des circulateurs
La fragilité de certains équipements
- Incompatible avec la production d'ECS solaire



L'eau chaude solaire

RÉFÉRENCES NORMATIVES :

EN 12975 : Installations solaires thermiques et leurs composants – Capteurs solaires ;

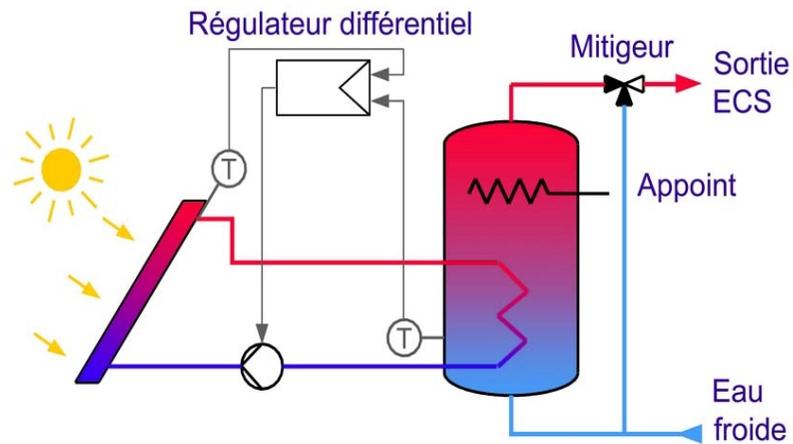
EN 12977 : Installations solaires thermiques et leurs composants – installations assemblées à façon ;



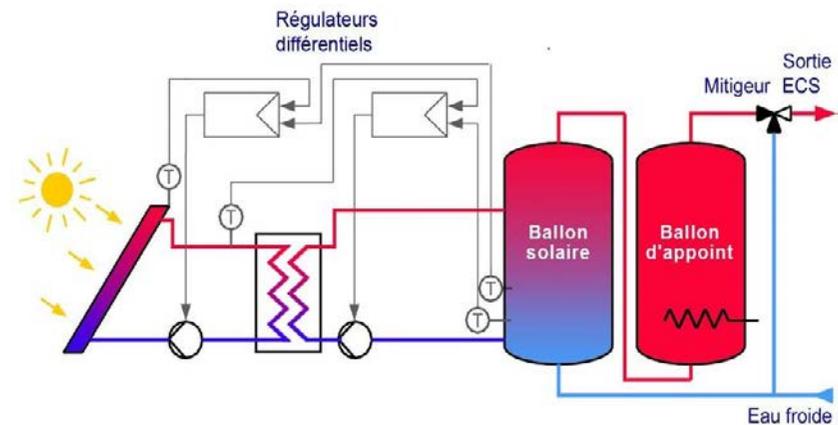
Le solaire thermique

La production d'ECS avec un système solaire thermique :

- Est adaptée pour des bâtiments ayant une consommation d'ECS importante et constante. (usages résidentiel, établissement de santé...)
- Nécessite une surface suffisante pour la mise en place des capteurs, correctement orientée (+/- 30° par rapport au sud) non soumise à un effet de masque



Chauffe-eau solaire individuel



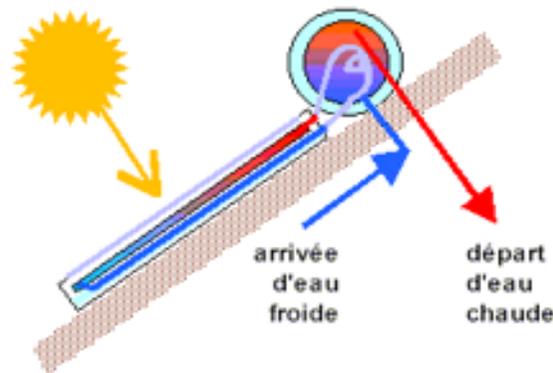
Chauffe-eau solaire collectif



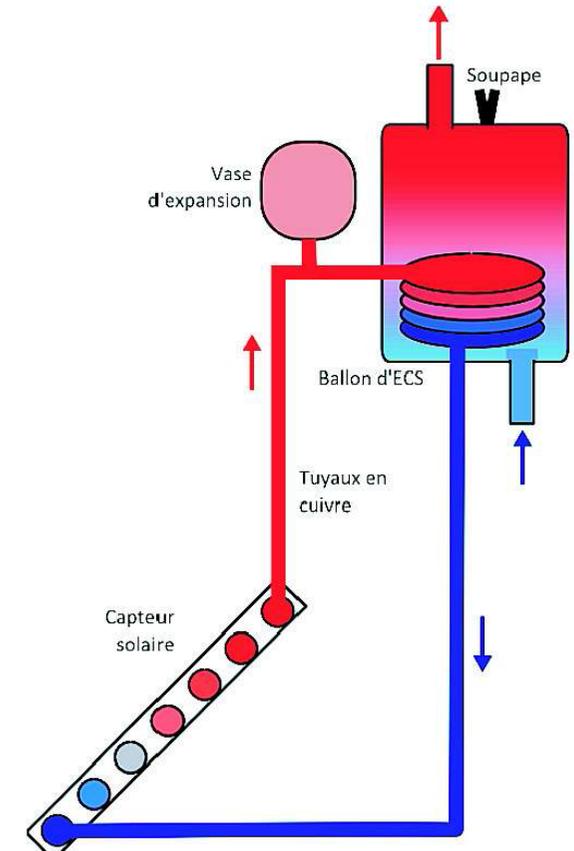
Les capteurs solaires thermosiphon

AVANTAGES DES CAPTEURS SOLAIRES THERMOSIPHON :

- Adapté au climat marocain
- Coût moindre qu'un système à circulation forcée
- Coût de maintenance faible
- Bonne durabilité (peu de composants électriques)



Capteur solaire thermosiphon direct (à circuit ouvert)



Capteur solaire thermosiphon indirect (à circuit fermé)



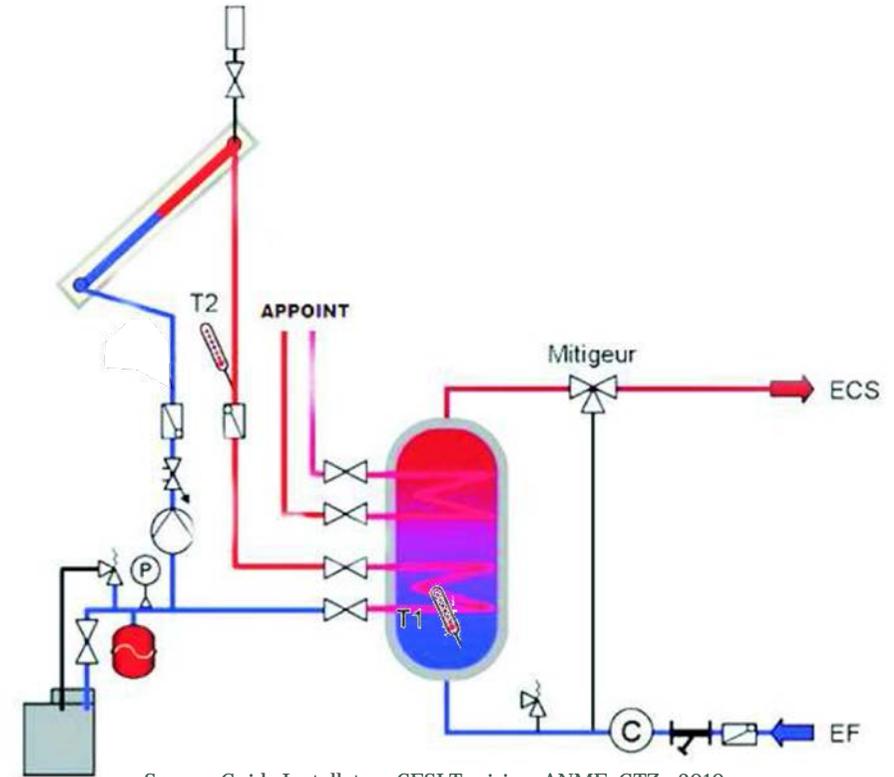
Les capteurs solaires à circulation forcée

AVANTAGES DES CAPTEURS SOLAIRES À CIRCULATION FORCÉE :

- Le ballon peut être placé dans un endroit au choix, facile d'accès et n'a pas besoin d'être protégé des intempéries.
- Lorsque l'implantation d'un ballon thermosiphon est complexe et nécessite une structure de support en hauteur, le système à circulation forcée peut devenir plus économique



Source: Saunier Duval



Source: Guide Installateur CESI Tunisie – ANME, GTZ - 2010



Thermosiphon ou capteurs à circulation forcée

CESI à Thermosiphon				CESI à circulation forcée	
Circuit Ouvert		Circuit Fermé		Avantages	Inconvénients
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients		
Coût Compétitif	Intégration architecturale contraignante	Pas de risque de dépôt de calcaire dans le circuit capteur	Coût plus élevé	Meilleure intégration architecturale	Coût élevé
Absence de pompe	Sensible aux pertes de charges	Pas de risque de gel	Intégration architecturale contraignante	Ballon à l'abri des intempéries	Présence d'une pompe et une régulation
Absence de régulation	Dépôt de tartre dans les circuits du capteur	Plus adapté aux régions avec eau dure	Une performance énergétique plus réduite comparée à un CESI à circuit ouvert	Pertes plus réduites pour le stockage	Entretien et montage plus complexes
Entretien facile	Sensible au risque de gel dans quelques régions	Peu sensible aux pertes de charges	Présence de composants supplémentaires	Possibilité d'intégrer un chauffage basse température	Coûts d'entretien et maintenance plus élevés
Montage simplifié		Absence de pompe et régulation	Le niveau du liquide dans le circuit fermé doit être vérifié annuellement et remplacé selon une fréquence préconisée par le fabricant	Intégration d'un appoint non électrique plus adapté	Une qualification plus contraignante
Montage et mise en service simplifiés					Dimensionnement plus complexe

Source: Guide Installateur CESI Tunisie – ANME, GTZ - 2010



Eléments de dimensionnement

- Le dimensionnement d'un système se fait sur le taux de couverture.
- C'est le pourcentage des besoins de chauffage d'eau chaude sanitaire couvert par l'énergie solaire.
- Le taux de couverture solaire varie entre 70 et 95%.

Le tableau suivant présente les valeurs qui peuvent être utilisées comme une première estimation

Nombre Occupants	1 ou 2	3 ou 4	5 ou 6	7 et plus
Volume Ballon Solaire ⁽¹⁾ (litres)	100 - 150	150 - 250	250 - 350	350 - 500
Volume Ballon Solaire ⁽²⁾ (litres)	150 - 250	250 - 400	400 - 500	550 - 650
Surface de capteurs	2 - 2,5	2 - 3,5	2,5 - 4,5	3,5 - 6

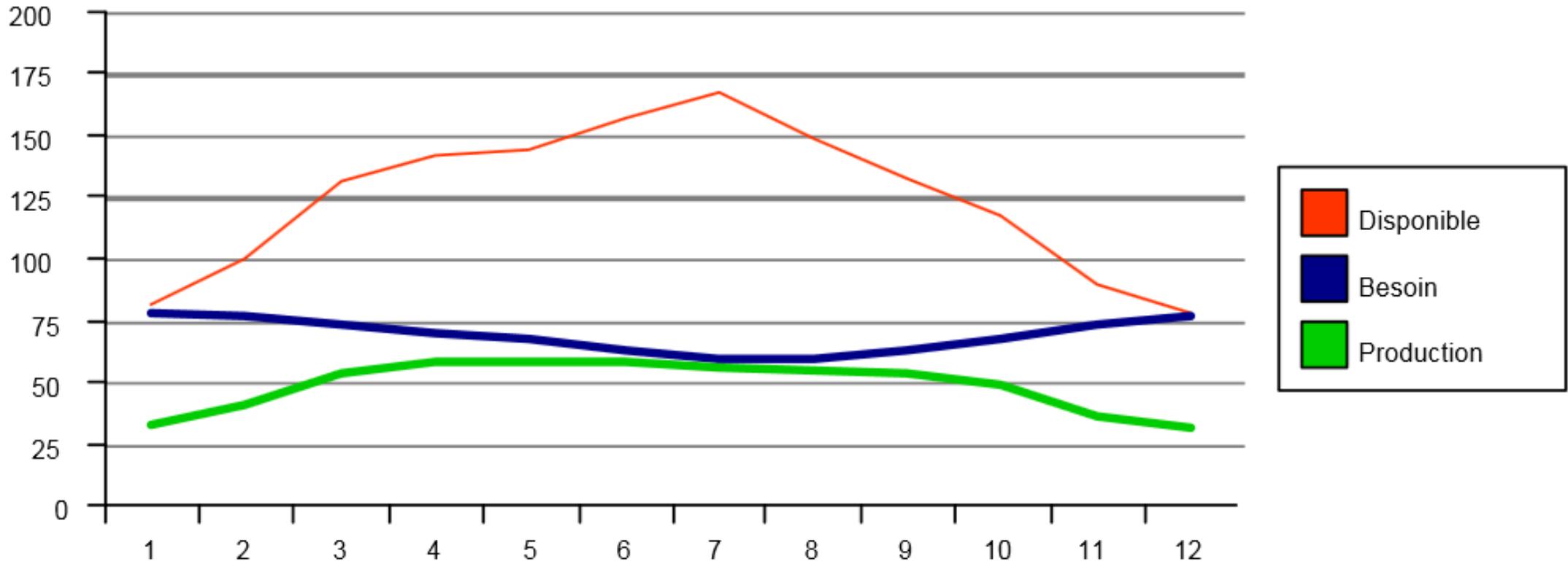
(1) chauffe-eau sans appoint

(2) chauffe-eau avec appoint

Source: Guide Installateur CESI Tunisie – ANME, GTZ - 2010



Eléments de dimensionnement



Source: ADEME



Exemple d'une opération pilote

INSTALLATION SOLAIRE À CIRCULATION FORCÉE SEMI COLLECTIVE :

Il s'agit d'une installation où les capteurs à circulation forcée sont collectifs et approvisionnent des ballons individuels dans chaque logement.

Ballon individuel



Capteurs en terrasse



Source : Projet FAL EL HANAA - El Fal



Exemple d'une opération pilote

INSTALLATION SOLAIRE À CIRCULATION FORCÉE COLLECTIVE :

Il s'agit d'une installation où les capteurs à circulation forcée sont collectifs et approvisionnent des ballons collectifs à tout l'immeuble.

Ballon de stockage (3000L/immeuble)



Capteurs en terrasse



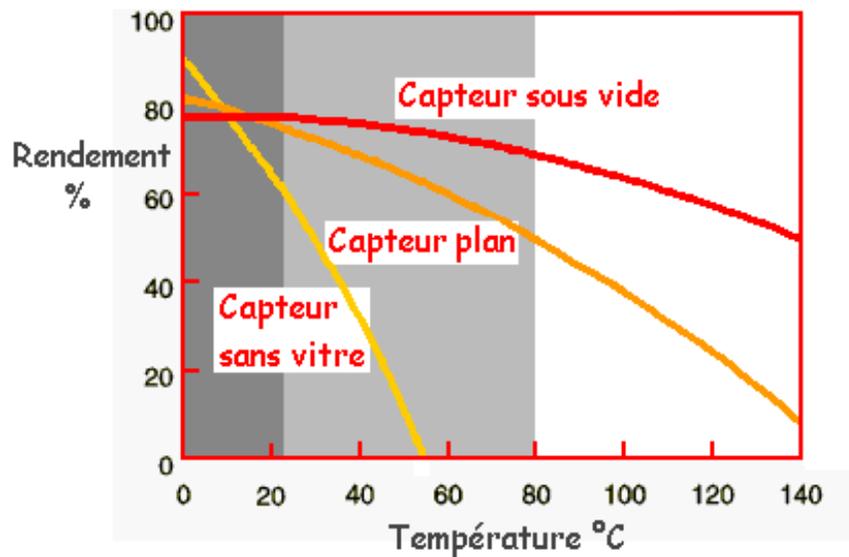
Source : Projet FAL EL HANAA - El Fal



Les capteurs sous vide

LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Un capteur solaire sous vide est composé d'une série de tubes transparents en verre de 5 à 15 cm de diamètre. Dans chaque tube il y a un absorbeur pour capter le rayonnement solaire et un échangeur pour permettre le transfert de l'énergie thermique.



Source : Thermomax



Logiciels de dimensionnement d'une installation d'ECS solaire



- SOLO
- Transol
- SimSol
- Solen
- Retscreen
- ...

[LIEN VERS LE SITE INTERNET TECSOL](#)



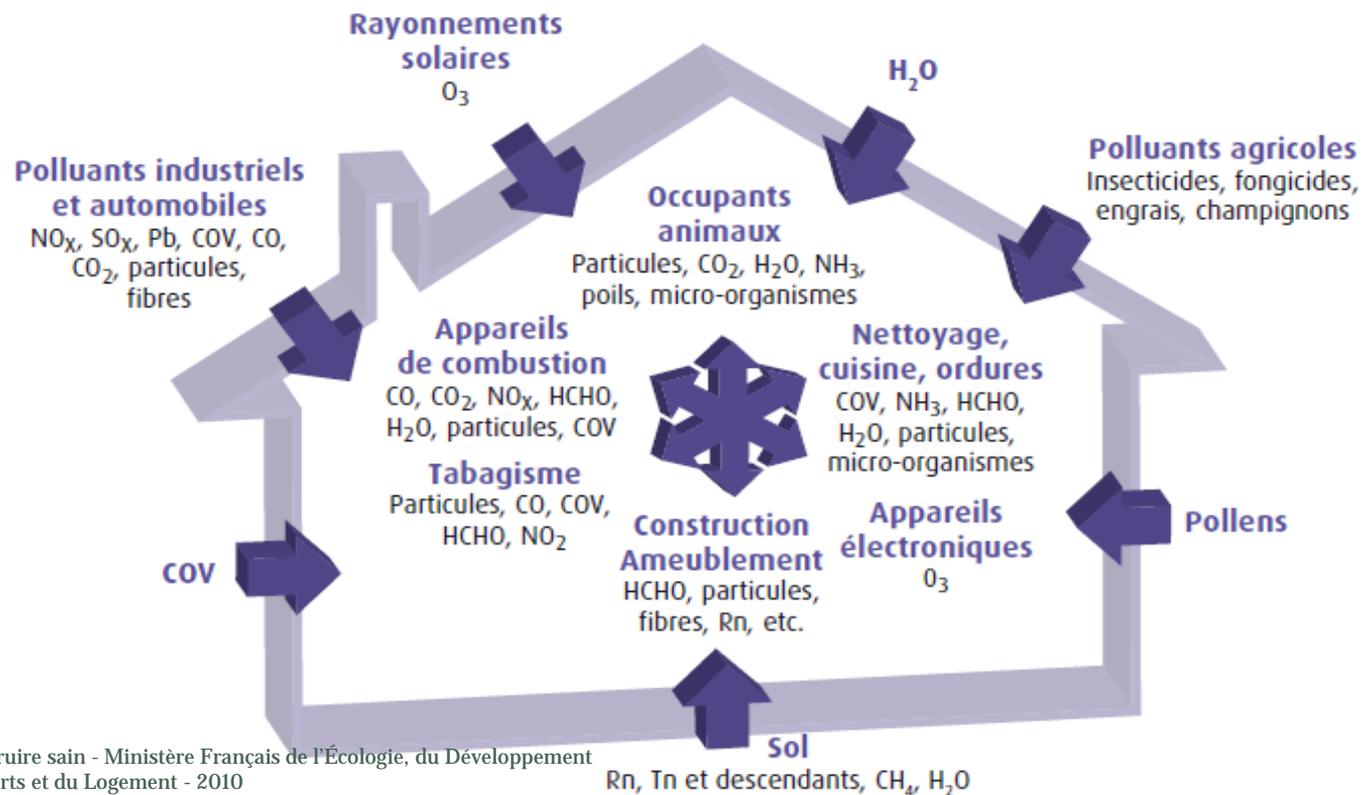
Plan de la formation

- I. IDENTIFICATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES
- II. CHAUFFAGE ET CLIMATISATION
- III. PRODUCTION D'ECS
- IV. VENTILATION
- V. ECLAIRAGE
- VI. LES AUTRES USAGES
- VII. GESTION ET SUIVI DES ÉQUIPEMENTS
- VIII. PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE

Attention : tous les prix qui figurent dans la suite de ce document sont donnés à titre indicatif en valeur de septembre 2014.

LA VENTILATION

De l'intérêt de la ventilation



Source : Guide construire sain - Ministère Français de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement - 2010



De l'intérêt de la ventilation

- Emission de polluants divers
- Apports d'humidité par les activités et l'occupation
- Evacuation des odeurs pour le confort olfactif
- Pérennité du bâti, des revêtements

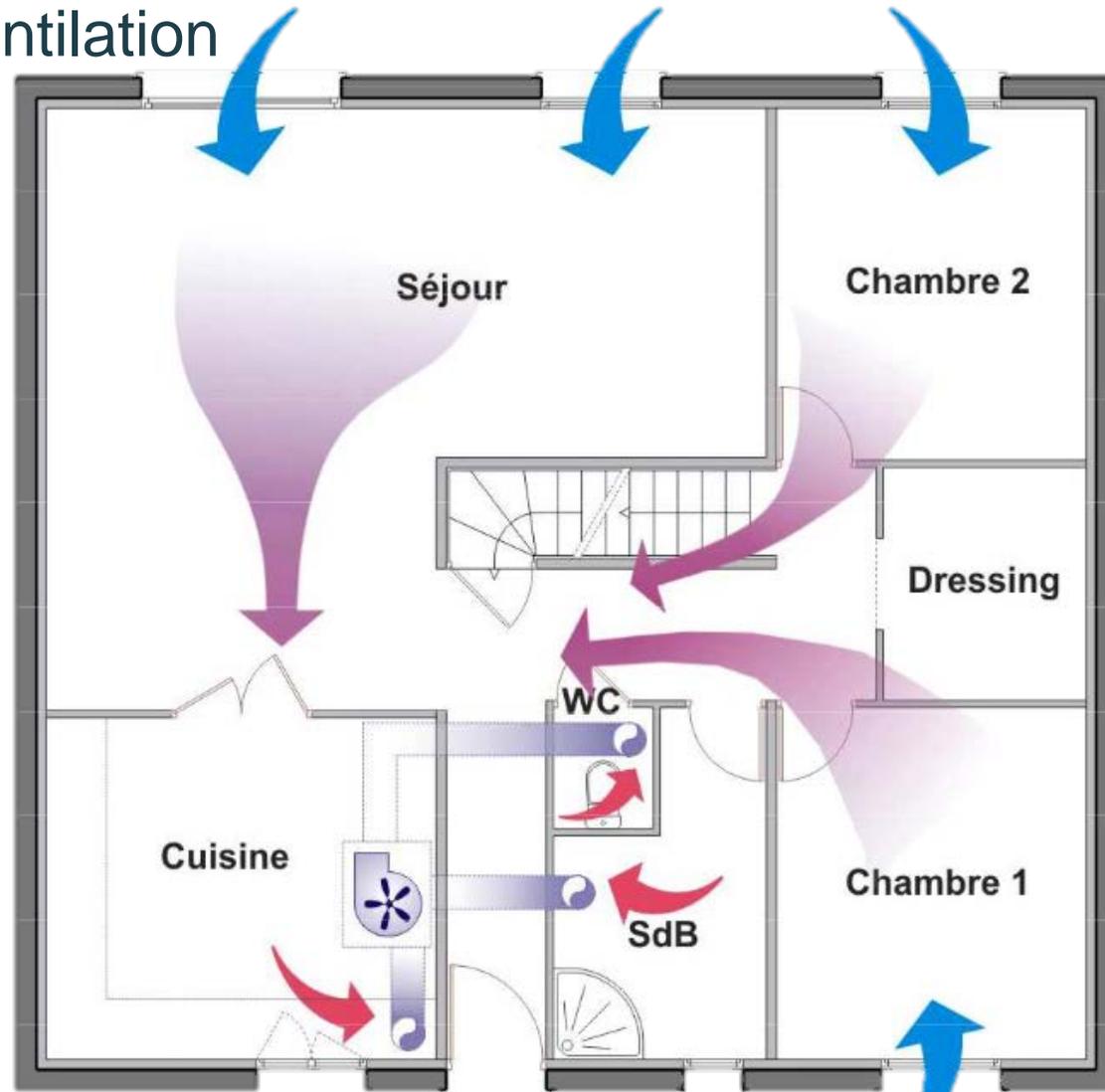
Source : Enertech



Ecaillage de la peinture au niveau du pont thermique entre mur et le plafond



Principe de la ventilation



Les différents types de ventilation

Lister les différents types de ventilation



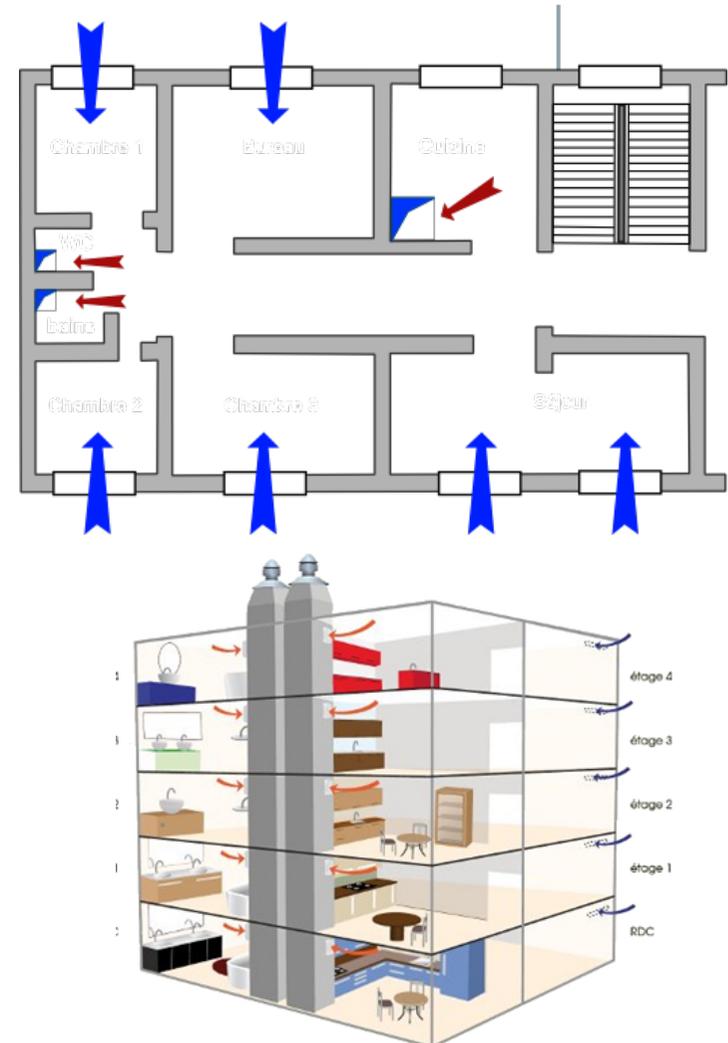
La ventilation naturelle

LA VENTILATION NATURELLE

La ventilation naturelle fonctionne par la mise en œuvre d'entrées et de sorties d'air permettant le renouvellement sanitaire de l'air intérieur.

Les moteurs de ce renouvellement d'air sont :

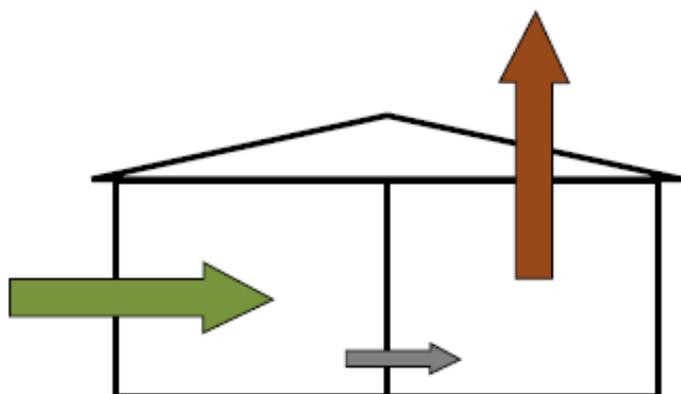
- Le vent et les effets de pression sur les façades
- Le tirage thermique



Source : VTI aéraulique



La ventilation naturelle



Principe de fonctionnement

- insufflation : grilles réglables dans les fenêtres et murs
- transfert : fentes sous portes ou grilles dans portes et murs
- extraction : grilles réglables ou départ de conduits verticaux

Avantages

- coût peu élevé
- aucune consommation électrique
- peu d'entretien
- réglage grille par grille

Inconvénients

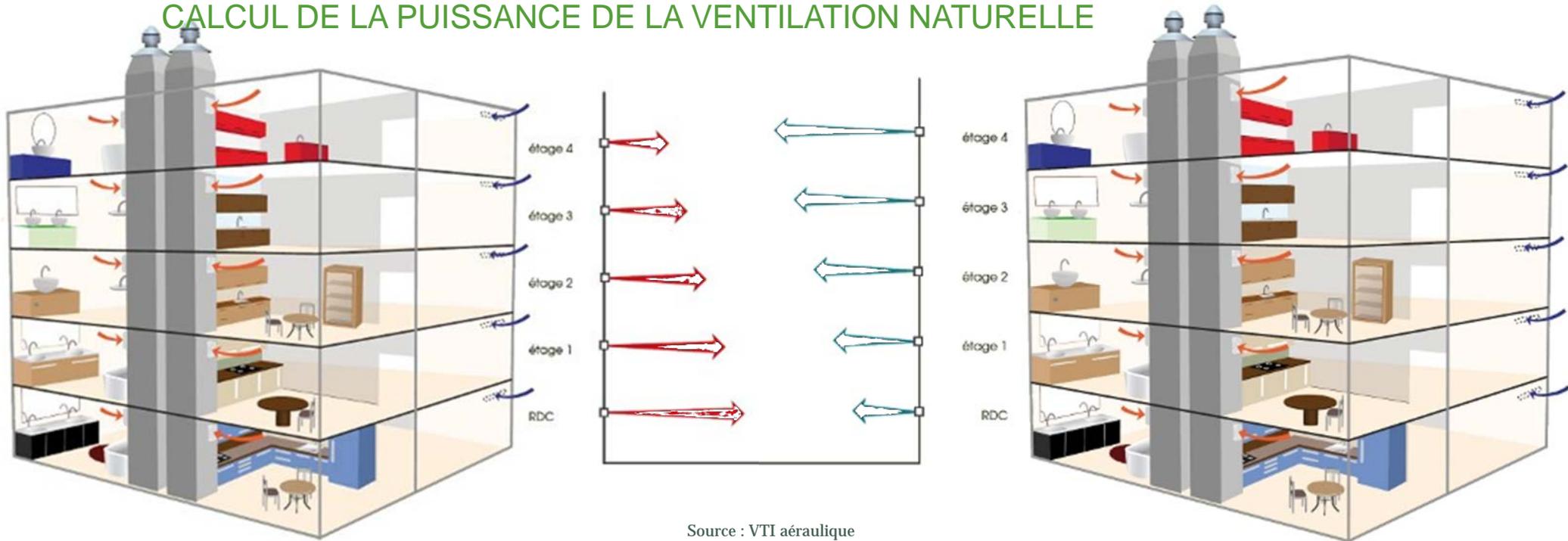
- pas de contrôle des débits
- conduits verticaux et hauteur des débouchés
- réglage manuel et grille par grille
- pas de filtration de l'air entrant
- bruits extérieurs

Source : Guide technique pour le chauffage, la ventilation et la climatisation – Aderee - 2014



Les moteurs de la ventilation naturelle

CALCUL DE LA PUISSANCE DE LA VENTILATION NATURELLE



Source : VTI aéralique

Le tirage thermique

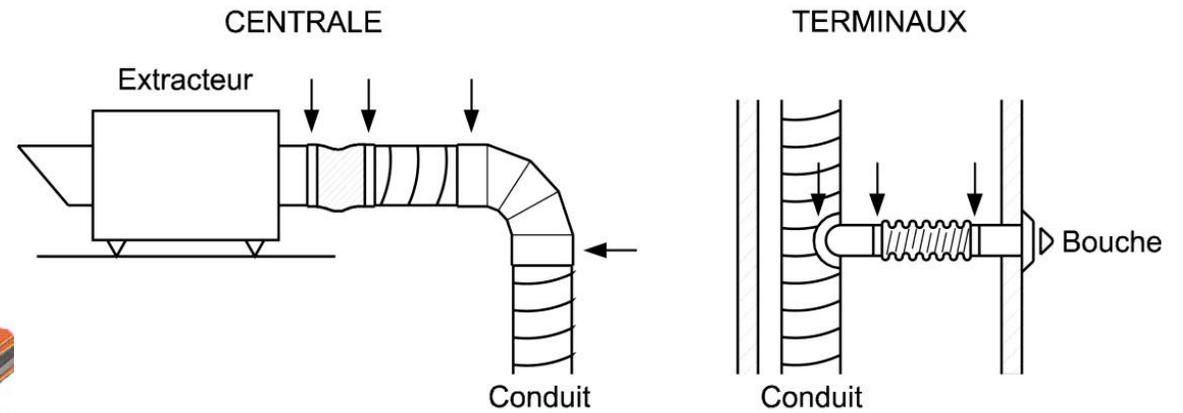
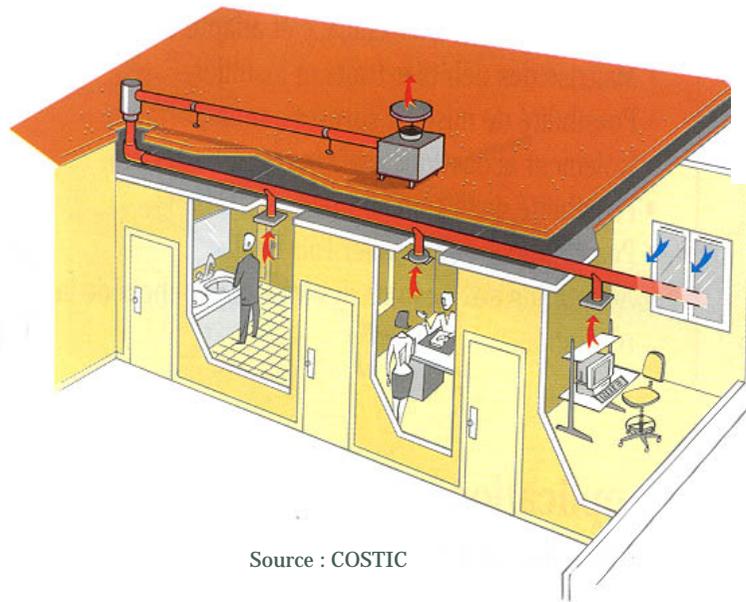
$$P_{th} = 0,044 \cdot \rho_0 \cdot g \cdot H \cdot \Delta T$$

Le tirage éolien

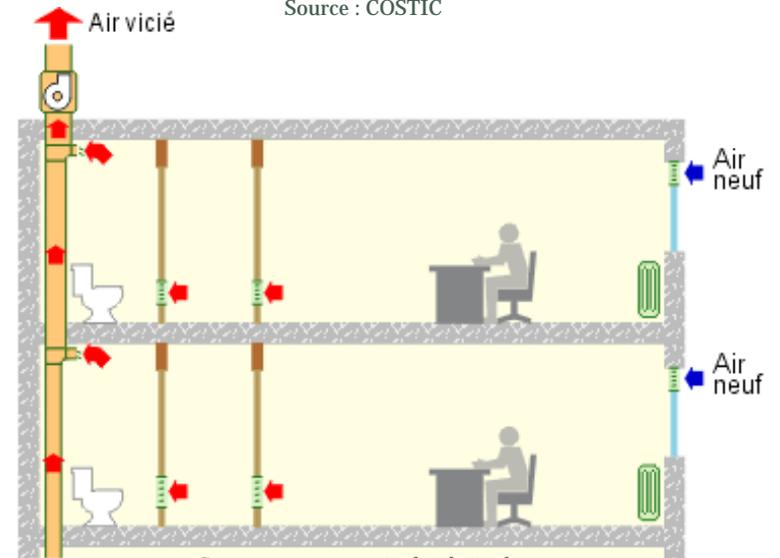
$$P_{eolien} = C_{ext} \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_{ventréel}^2$$



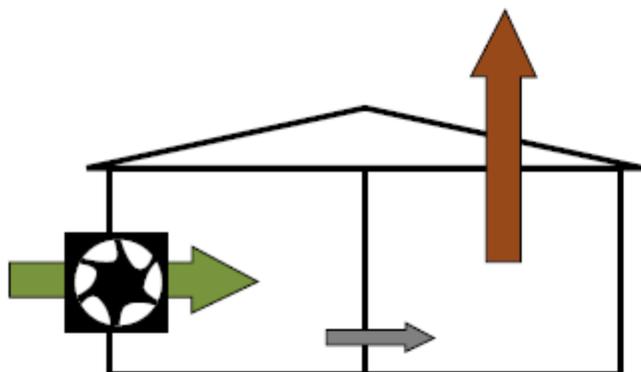
La ventilation simple flux



Source : COSTIC



La ventilation simple flux à insufflation



Principe de fonctionnement

- insufflation : un ventilateur envoie l'air dans les pièces via des conduits
- transfert : fentes sous portes ou grilles dans portes et murs
- extraction : grilles réglables ou départ de conduits verticaux

Avantages

- bonne distribution de l'air neuf et contrôle du débit d'air neuf
- diminution des risques de refoulement et d'infiltration
- filtration de l'air neuf (de manière globale)

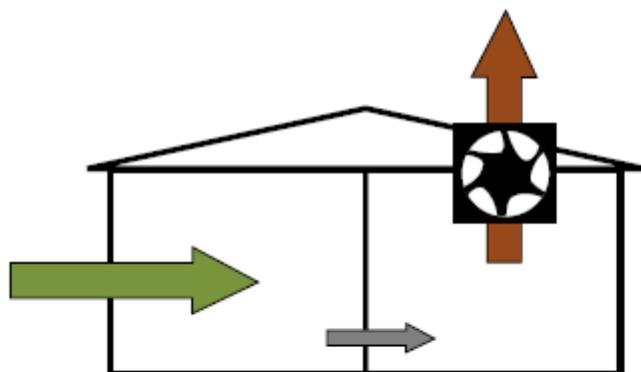
Inconvénients

- consommation électrique
- entretien régulier
- favorise la pénétration de l'air humide intérieur dans les parois (bâtiment en surpression)
- l'étanchéité à l'air du bâtiment doit être élevée
- conduits verticaux et hauteur des débouchés
- pas de contrôle des débits extraits

Source : Guide technique pour le chauffage, la ventilation et la climatisation – Aderee - 2014



La ventilation simple flux à extraction



Principe de fonctionnement

- insufflation : grilles réglables dans fenêtres ou murs
- transfert : fentes sous portes ou grille dans portes ou murs
- extraction : un ventilateur extrait l'air des pièces humides via des conduits

Avantages

- l'évacuation par des conduits verticaux n'est plus obligatoire
- contrôle du débit d'air extrait
- diminue les risques de problèmes d'humidité dans les murs et dans les toitures

Inconvénients

- consommation électrique
- entretien régulier
- pas de contrôle de débits d'air amenés
- pas de filtration de l'air entrant
- bruits extérieurs

Source : Guide technique pour le chauffage, la ventilation et la climatisation – Aderee - 2014

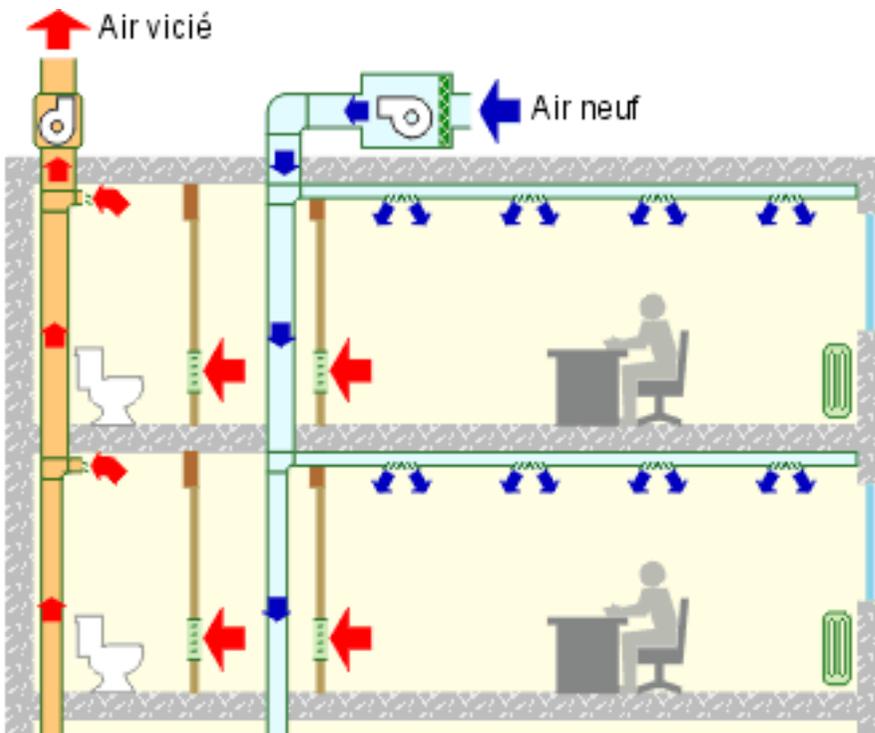


La ventilation double flux



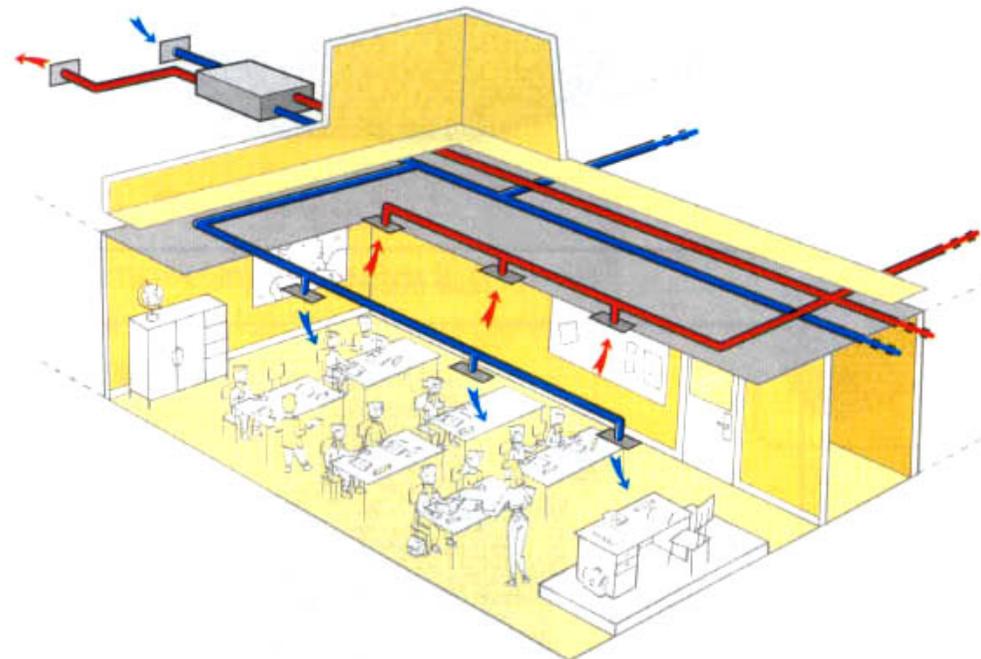
L'air est introduit et extrait mécaniquement

Sans récupération de chaleur



Source : www.energieplus-lesite.be

Avec récupération de chaleur



Source : COSTIC



La régulation de la ventilation

Entrées d'air et/ou bouches d'extraction autoréglables



Entrées d'air et/ou bouches d'extraction hygroréglables



Sonde CO₂



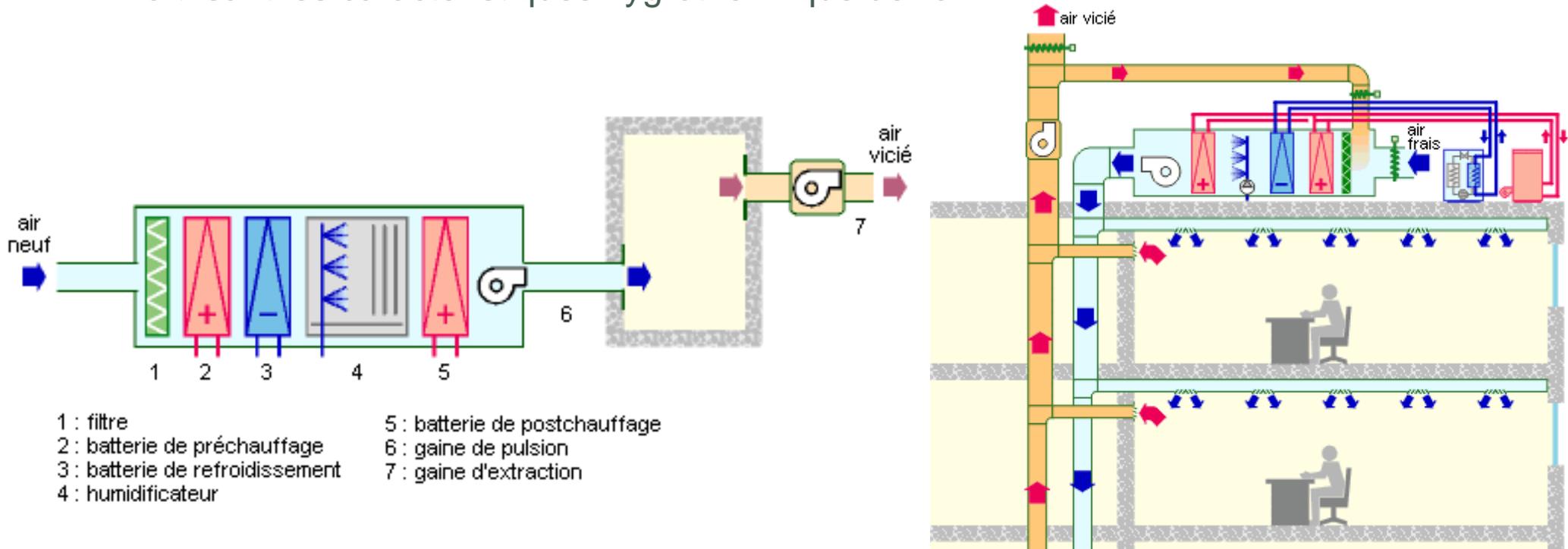
Sonde COV



Les centrales de traitement d'air (CTA)



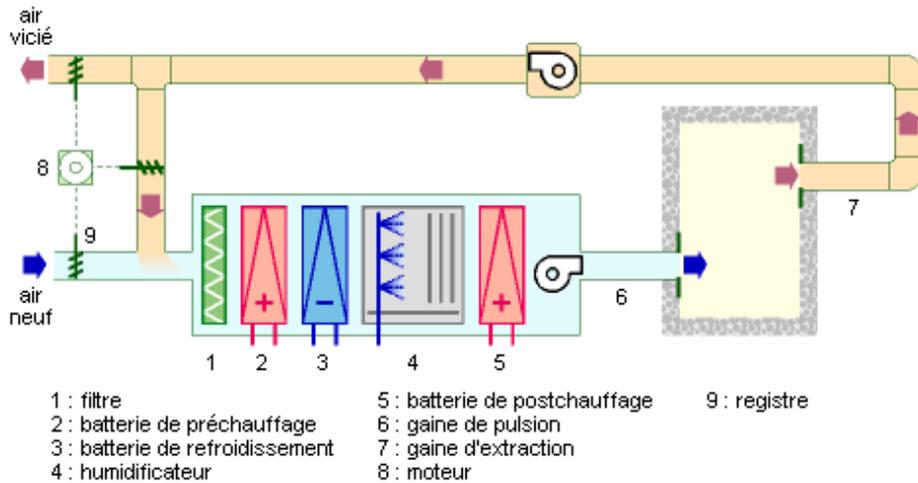
C'est un système de ventilation destiné au tertiaire qui permet de ventiler tout en maîtrisant les caractéristiques hygrothermique de l'air.



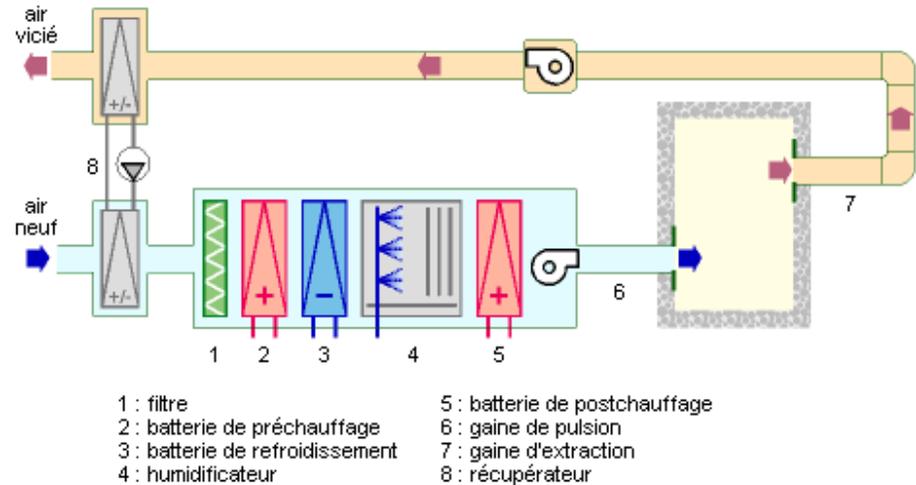
Source : www.energieplus-lesite.be



CTA et économies d'énergie



Recyclage partiel

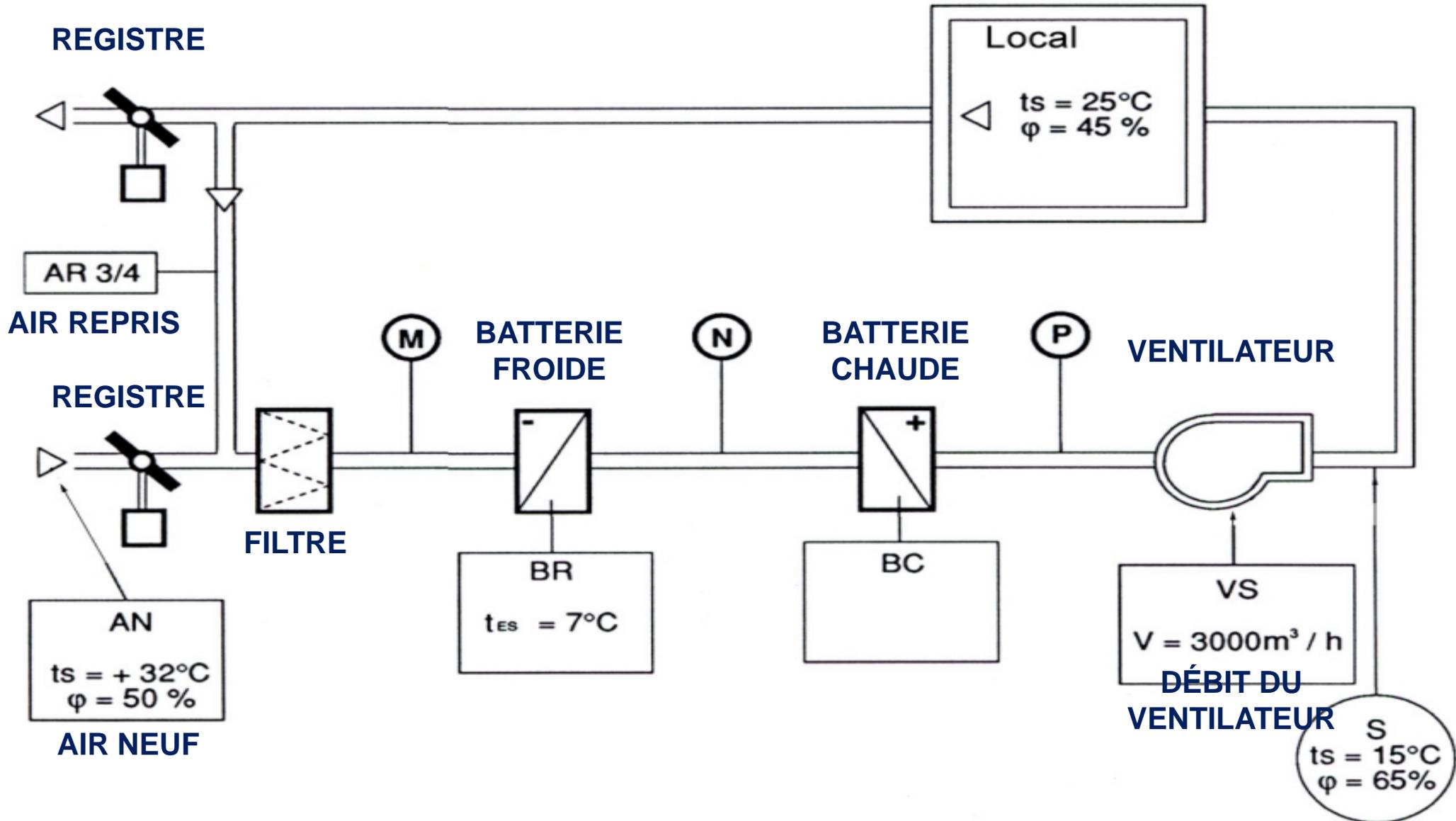


Récupération des calories/frigories sur air extrait

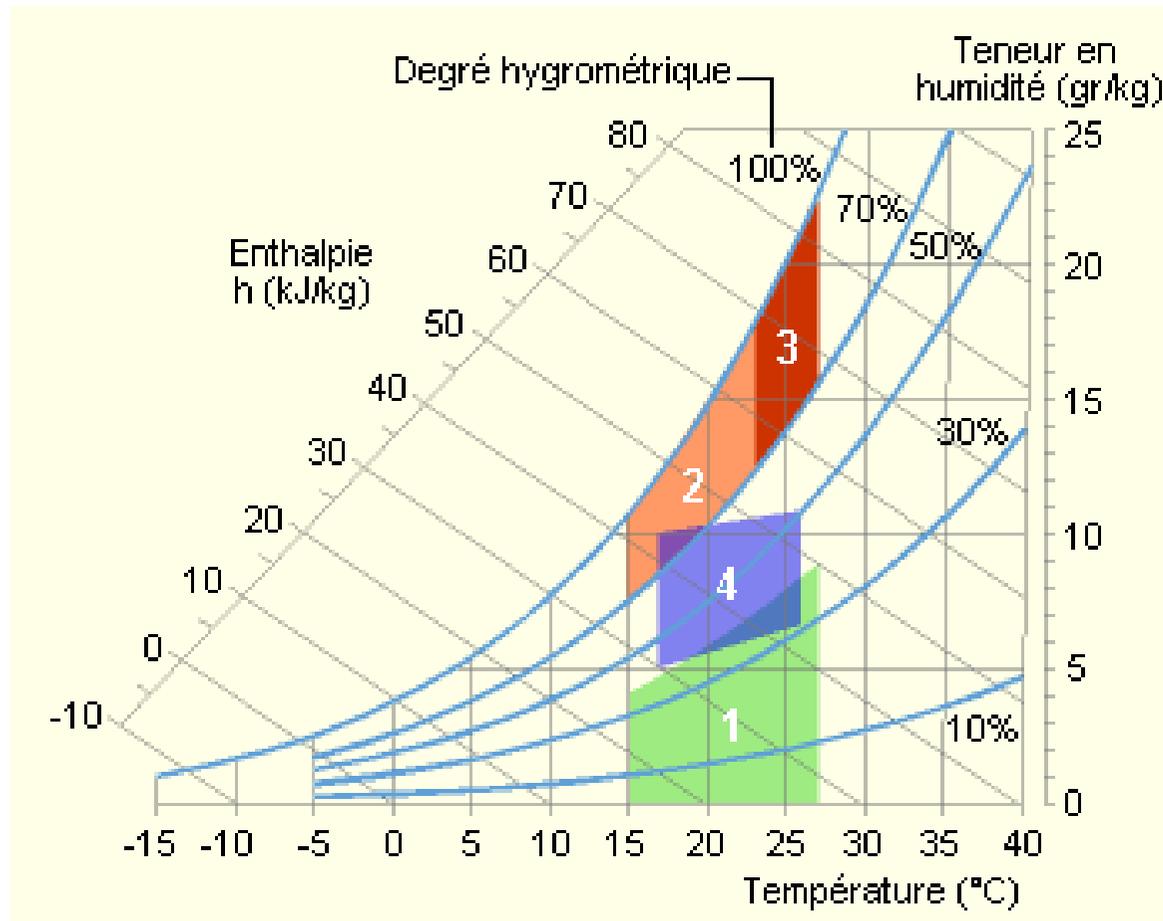
Source : www.energieplus-lesite.be



Exercice : Caractéristiques de l'air au travers d'une CTA



Rappel des définitions



Source : www.energieplus-lesite.be

1. Zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.

2. et 3 : Zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de microchampignons.

3. Zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens.

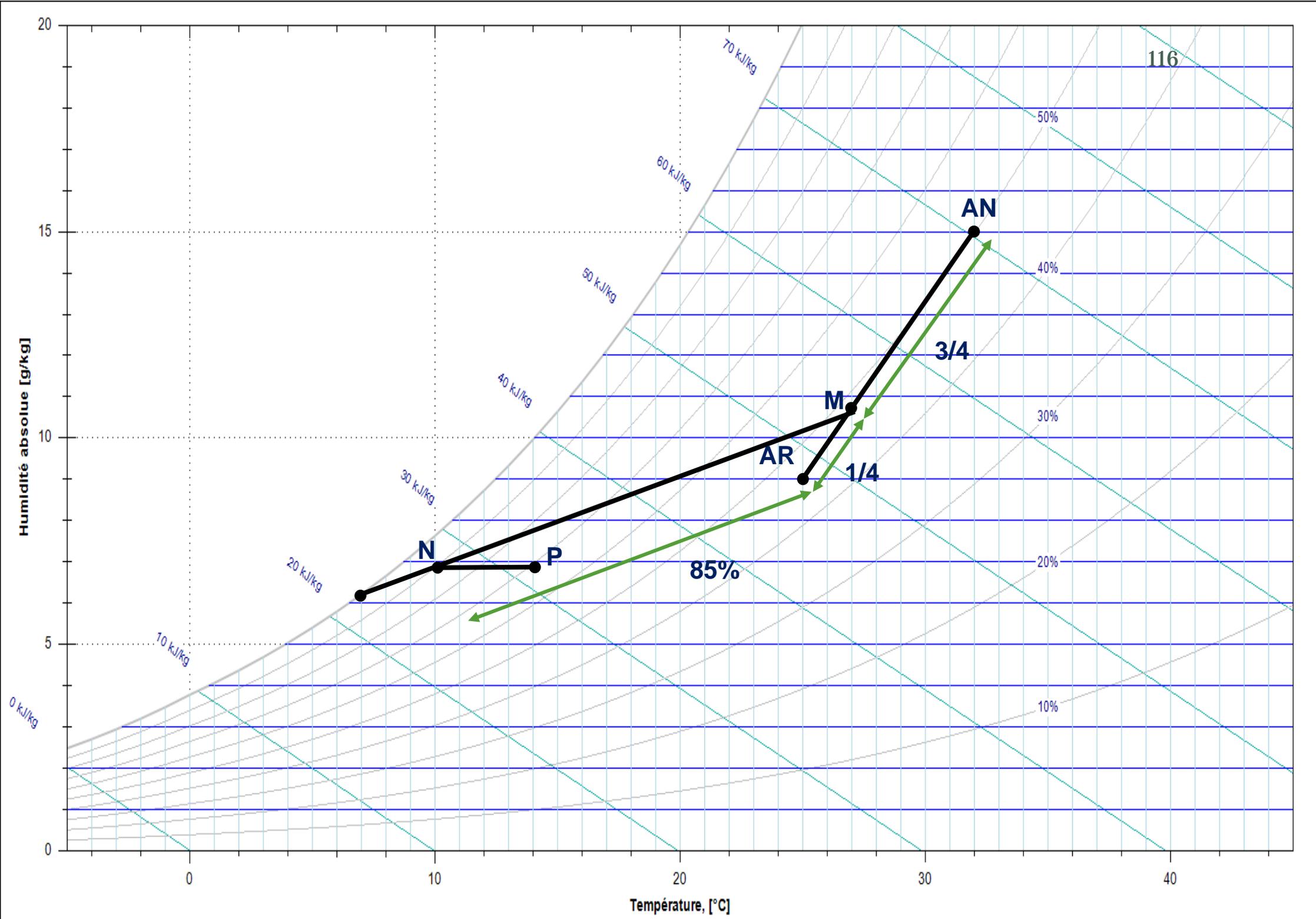
4. Polygone de confort hygrothermique.

Exercice : Caractéristiques de l'air au travers d'une CTA



EXERCICE SUR LE COMPORTEMENT DE L'AIR DANS UNE CTA





FIN DE LA JOURNÉE

MERCI POUR VOTRE ATTENTION ET VOTRE PARTICIPATION



Synthèse

QU'AVEZ-VOUS RETENU DE LA SESSION PRÉCÉDENTE?

A VOUS DE JOUER !



Plan de la formation

- I. IDENTIFICATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES
- II. CHAUFFAGE ET CLIMATISATION
- III. PRODUCTION D'ECS
- IV. VENTILATION
- V. ECLAIRAGE
- VI. LES AUTRES USAGES
- VII. GESTION ET SUIVI DES ÉQUIPEMENTS
- VIII. PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE

Attention : tous les prix qui figurent dans la suite de ce document sont donnés à titre indicatif en valeur de septembre 2014.

ECLAIRAGE

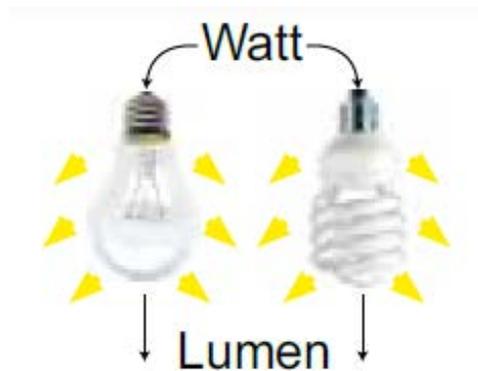


Les notions fondamentales

→ Le flux lumineux :

Quantité de lumière émise par une source lumineuse dans toutes les directions de l'espace

S'exprime en Lumen (symbole : lm)



Source : Manuel technique de l'éclairage – ADEREE - 2014



Les notions fondamentales

→ L'éclairage

Le rapport entre le flux lumineux reçu par un élément de la surface et l'aire de cet élément

S'exprime en lux (symbole : lx) ou lumen/m² (lm/m²)



Source : Manuel technique de l'éclairage – ADEREE - 2014



Composition d'un système d'éclairage

Un système d'éclairage se compose de :

- Une source lumineuse (l'ampoule)
- Des auxiliaires (suivant la nature de la ampoule)
- Le corps du luminaire

Source : Manuel technique de l'éclairage – ADEREE - 2014



Caractéristiques d'un système d'éclairage

- Efficacité lumineuse, la température de couleur, l'indice de rendu des couleurs et la durée de vie de la ampoule
- Rendement du luminaire (qui permet la répartition de la lumière dans l'espace)
- La régulation (capteurs de présence, sonde d'éclairement, temporisation...)
- L'indice d'éblouissement (UGR)

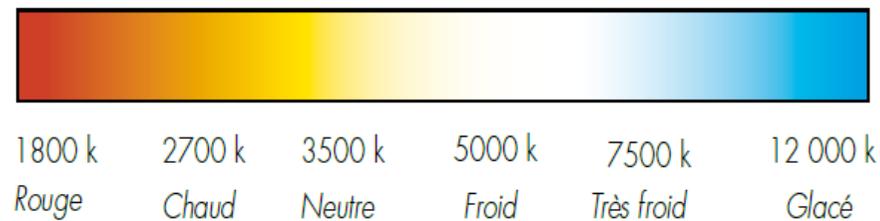


Les caractéristiques des ampoules

→ La température de couleur

Caractérise l'ambiance lumineuse créée par une source lumineuse. La lumière du jour correspond à environ 4000 K.

S'exprime en Kelvin (symbole : K)



Source : Manuel technique de l'éclairage – ADEREE - 2014



Les caractéristiques des ampoules

→ L'indice de rendu des couleurs

Définit l'aptitude d'une ampoule à nous faire distinguer toutes les couleurs. Il est mesuré sur une échelle de 0 (médiocre) à 100 (parfait).

S'exprime sans unité (symbole : IRC)

→ La durée de vie

Définie comme la durée de vie moyenne d'un lot de ampoule.

S'exprime en heure (symbole : h)

Source : Manuel technique de l'éclairage – ADEREE - 2014



Les technologies d'ampoules

LA AMPOULE À INCANDESCENCE CLASSIQUE



Source : Manuel technique de l'éclairage – ADEREE - 2014



Les technologies d'ampoules

LA AMPOULE À INCANDESCENCE HALOGÈNE



Source : Manuel technique de l'éclairage – ADEREE - 2014



Les technologies d'ampoules

LES TUBES FLUORESCENTS



Source : Manuel technique de l'éclairage – ADEREE - 2014



Les technologies d'ampoules

LES AMPOULES FLUOCOMPACTES



Source : Manuel technique de l'éclairage – ADEREE - 2014



Les technologies d'ampoules

LES LED



Source : Manuel technique de l'éclairage – ADEREE - 2014



Les technologies d'ampoules

	Puissance (W)	Flux lumineux (lm)	Efficacité lumineuse (lm/W)	Classe éner.	Température de couleur	IRC	Durée de vie (h)
Lampes à incandescence classique	25 - +100	200 - 1900	5 - 19	E - G	2700	100	1 000
Lampes à incandescence halogènes	5 - 500	50 - 10000	10 - 12 (30 pour les IRC)	B - G	3000	100	2000 - 5000
Tubes fluorescents	15 - 58	1300-5000	60 - 105	A	2700 - 6700	80 - 95	8000 - 12000
Lampes économiques ou lampes fluocompactes (CFL)	ballast intégré	100 - 6000	35 - 80	A	2700 - 6500	80 - 90	6000 - 10000
	ballast externe						5 - +80
Diodes électroluminescentes (DEL)	0,007 - 15	1,5 - 400	20 - 30	B - D	2700 - 6500	50 - 80	5000 - 100000

Source : Manuel technique de l'éclairage – ADEREE - 2014



Les luminaires

→ Le rendement :

La caractéristique optique principale d'un luminaire est son rendement lumineux (LOR – Light Output Ratio).

$$Lor = \frac{\phi_{luminaire}}{\phi_{lampe}}$$

→ La distribution :



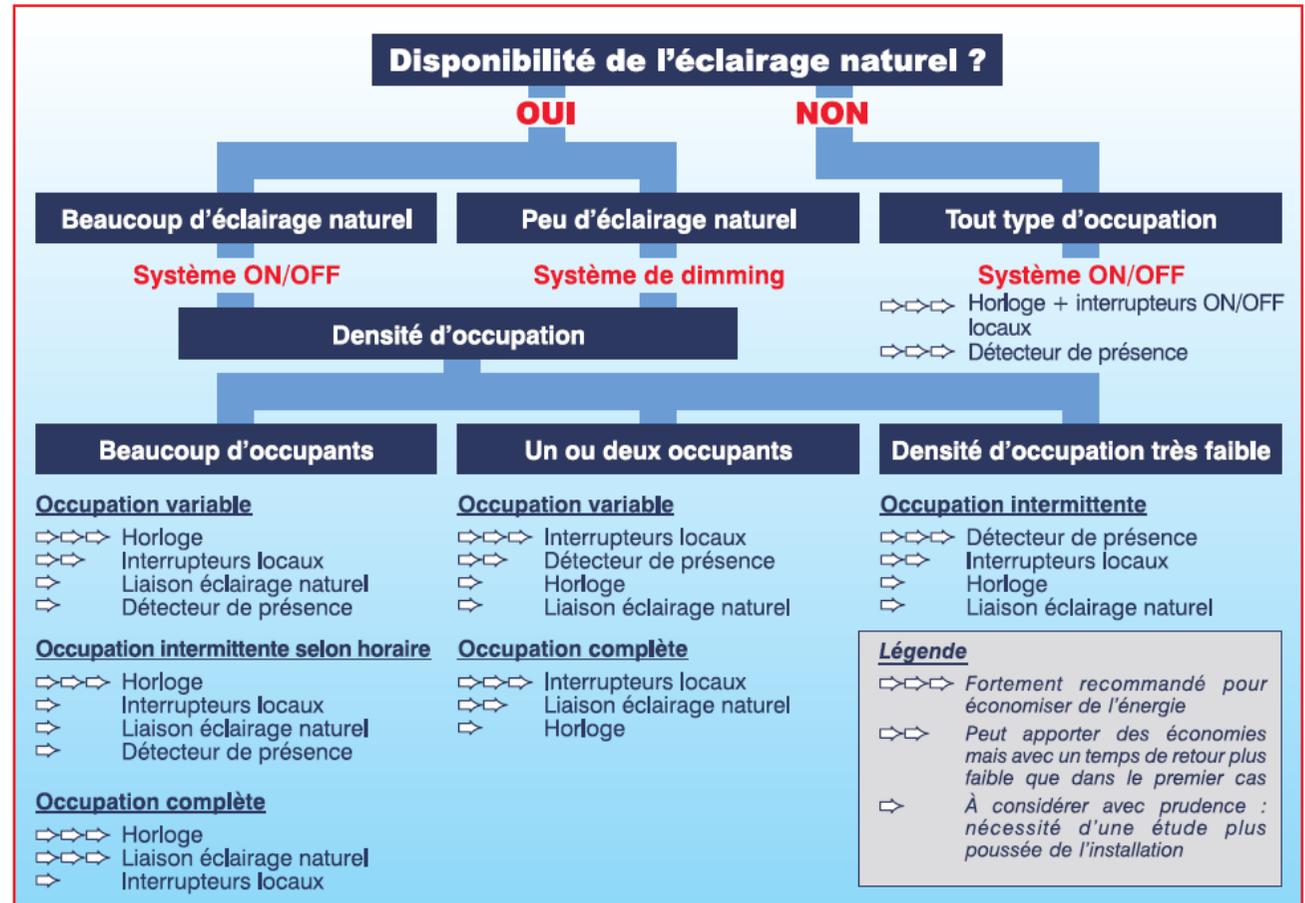
Source : Manuel technique de l'éclairage – ADEREE - 2014



Les modes de gestion de l'éclairage

- Gestion horaire
- Gestion en fonction de la présence
- Gestion en fonction de la luminosité naturelle

* Dimming = gradation



Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques – A. Liébard, A. De Herde - 2004



Les modes de gestions de l'éclairage

LES CAPTEURS



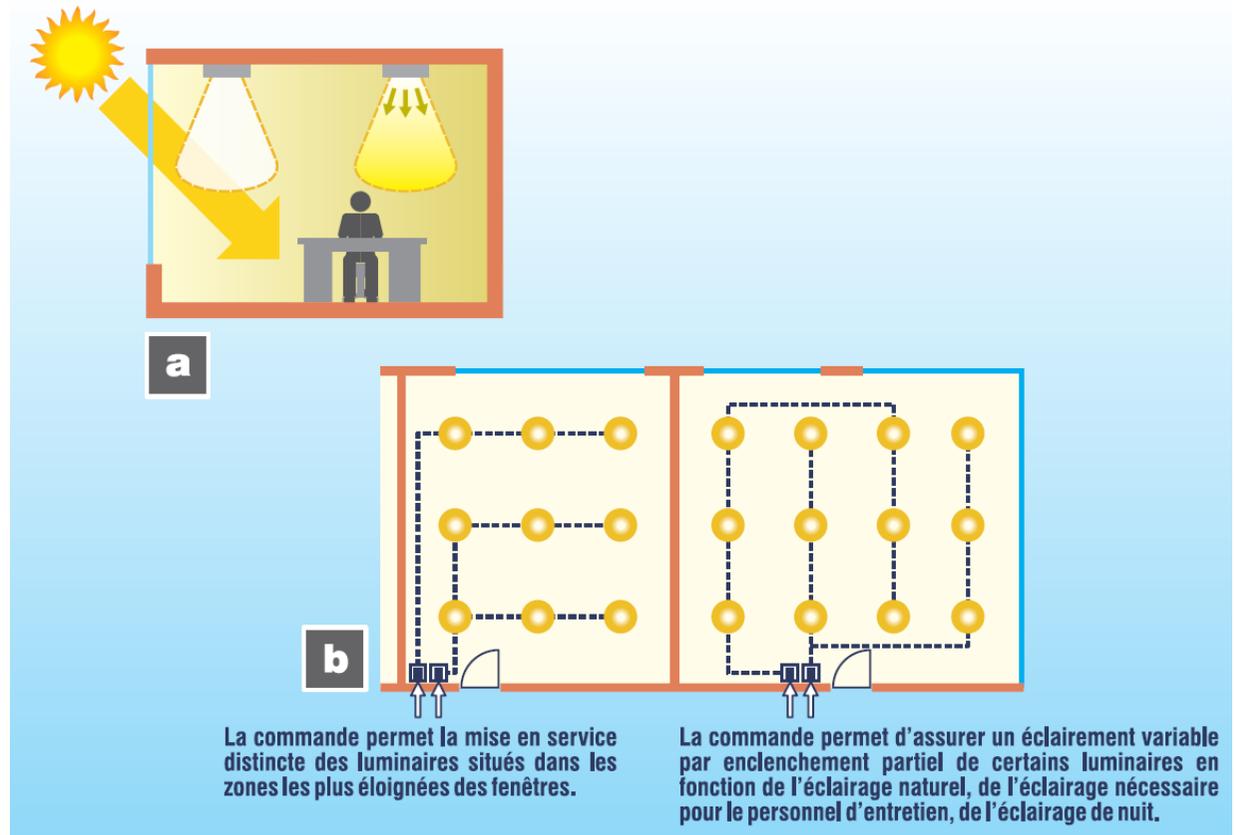
Les détecteurs de présence



Les capteurs crépusculaires

Source : CYPE

L'ARCHITECTURE DU RÉSEAU



Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques – A. Liébard, A. De Herde - 2004



Exigences associées aux locaux

→ E_m : Eclairage en lux (lumen/m²)

→ UGR : le facteur UGR donne une idée de l'éblouissement d'inconfort dans le champ visuel de l'observateur. Ce facteur UGR varie de 10 à 30.

→ U_0 : Uniformité de l'éclairage. Critère nécessaire pour éviter d'incessantes et fatigantes adaptations des yeux lorsque l'éclairage varie dans l'espace

→ R_a : Indice de rendu des couleurs.

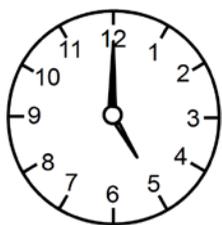
Type de zone, de tâche ou d'activité	\bar{E}_m lx	UGR_L —	U_0 —	R_a —	Exigences spécifiques
Zones de circulation et couloirs	100	28	0,40	40	<ul style="list-style-type: none"> — Éclairage au niveau du sol — R_a et UGR identiques pour les zones adjacentes. — 150 lx s'il y a des véhicules sur l'itinéraire. — L'éclairage des sorties et des entrées doit comporter une zone de transition pour éviter les changements rapides d'éclairage entre l'intérieur et l'extérieur, de jour comme de nuit. — Il convient de prendre des précautions pour éviter l'éblouissement des conducteurs et des piétons.
Escaliers, escaliers roulants, tapis roulants	100	25	0,40	40	Nécessite un contraste renforcé sur les marches.
Ascenseur, Monte-charge	100	25	0,40	40	Il est recommandé que le niveau d'éclairage en face du monte-charge soit d'au moins $\bar{E}_m = 200$ lx.
Quais de chargement	150	25	0,40	40	

Source : EN 12464



Exercice : choix d'une technologie d'éclairage

Comparaison en coût global de deux technologies de ampoules différentes



15 min



Individuellement



Etude de cas n°1

Boutique | Shop
Old Navy - Shanghai

Contexte | Context

Eclairage général | General lighting

Temps d'allumage : **365 jours / an, 12h / jour**

Illumination time: **365 days / year, 12h / day**

Nombre de produits installés : **64 LuciBay 30W**

Number of products installed: **64 LuciBay 30W**

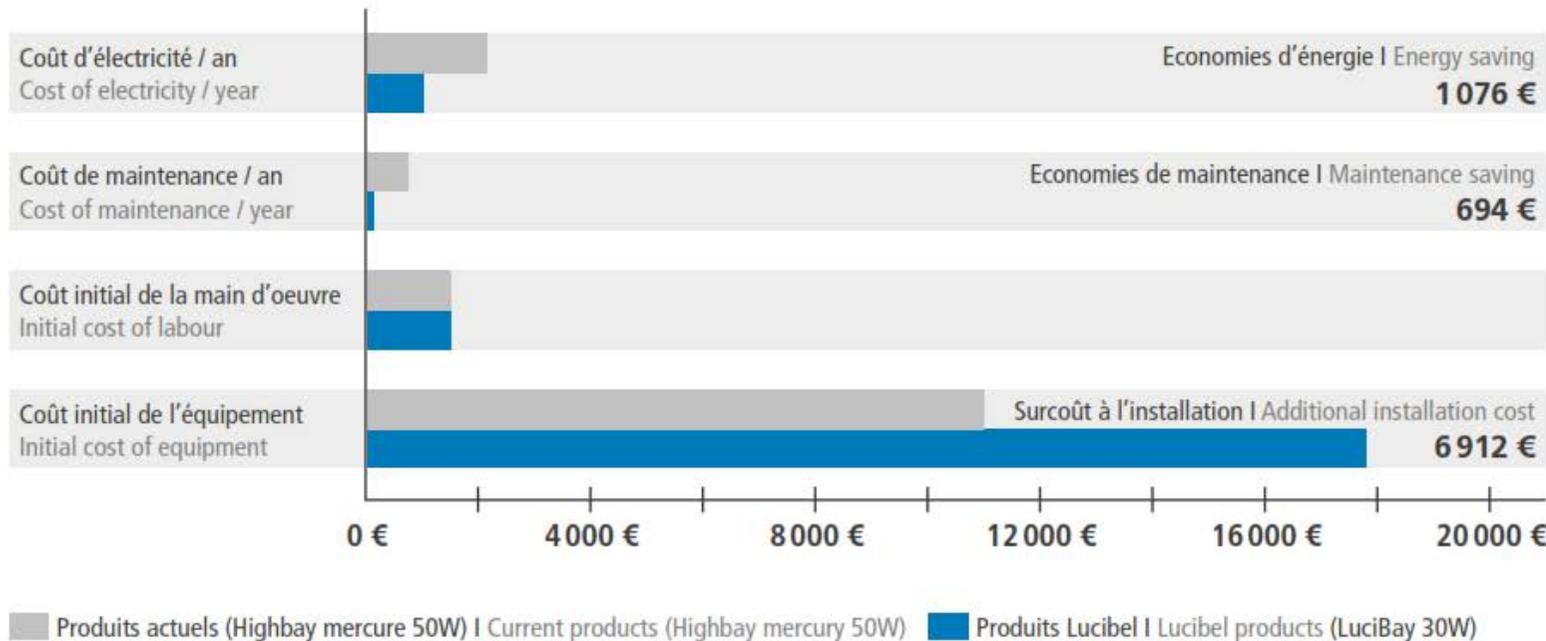
Tarif | Rate: **0.12€/kWh**

Durée de vie | Working life:

- produits actuels | current products **8 000h**

- produits Lucibel | Lucibel products **30 000h**

49% de réduction de consommation électrique | **ROI < 4 ans**
reduction in electrical consumption | **< 4 years**



Etude de cas n °2

Groupe scolaire | School complex
Alphonse Daudet - Rueil Malmaison

Contexte | Context

Eclairage général | General lighting

Temps d'allumage : **1359 h/an**

Illumination time: **1359 h/year**

Nombre de produits installés : **103**

Number of products installed: **103**

Tarif | Rate: **0.10€/kWh**

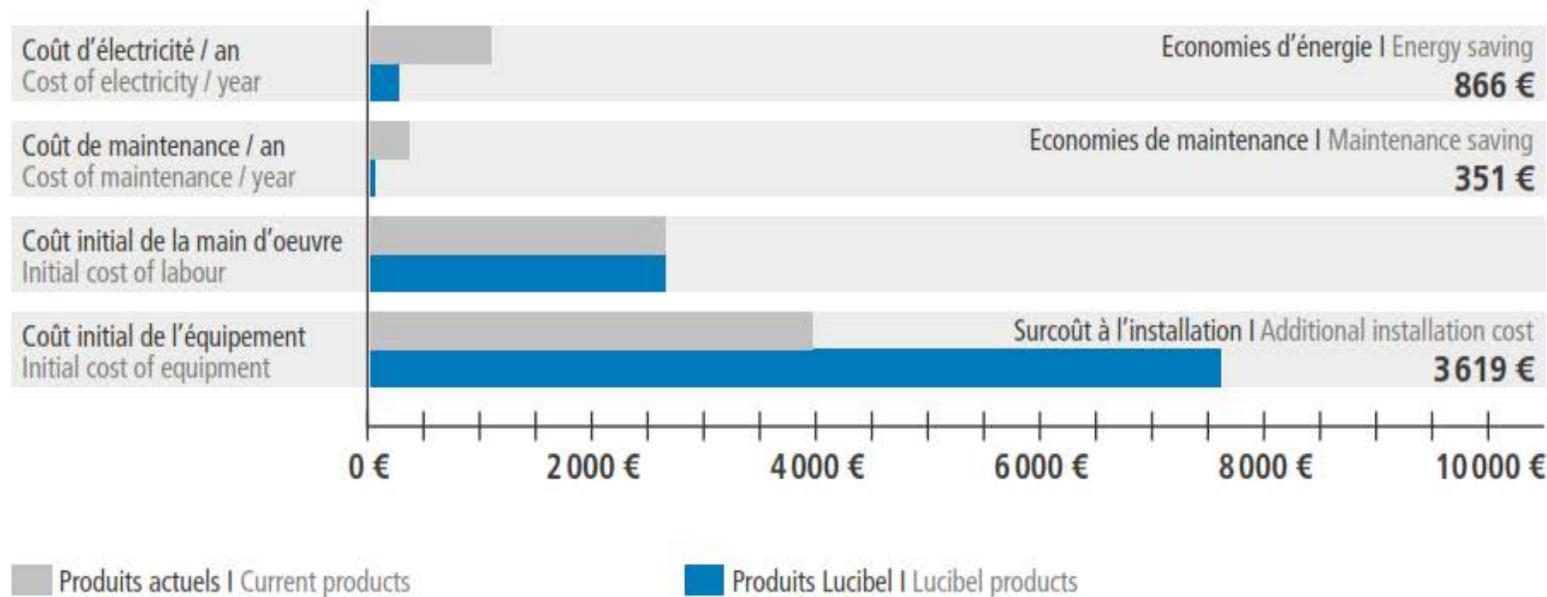
Durée de vie | Working life:

- produits actuels | current products **8000h**

- produits Lucibel | Lucibel products **50 000h**

75% de réduction de consommation électrique
reduction in electrical consumption

ROI sur 36 mois
in 36 months



Plan de la formation

- I. IDENTIFICATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES
- II. CHAUFFAGE ET CLIMATISATION
- III. PRODUCTION D'ECS
- IV. VENTILATION
- V. ECLAIRAGE
- VI. LES AUTRES USAGES
- VII. GESTION ET SUIVI DES ÉQUIPEMENTS
- VIII. PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE

Attention : tous les prix qui figurent dans la suite de ce document sont donnés à titre indicatif en valeur de septembre 2014.

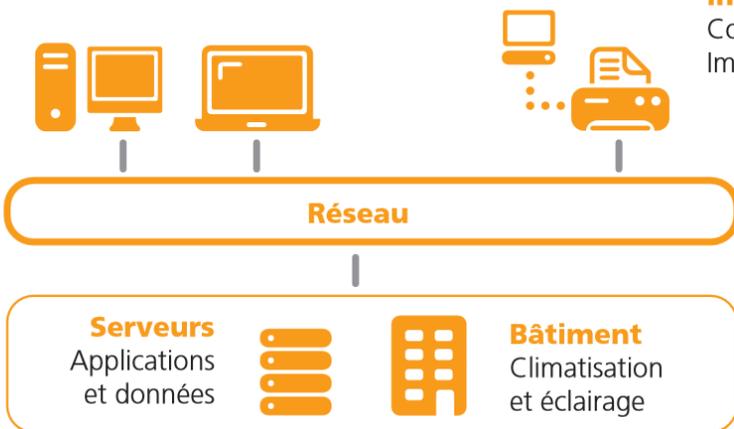
LES AUTRES USAGES



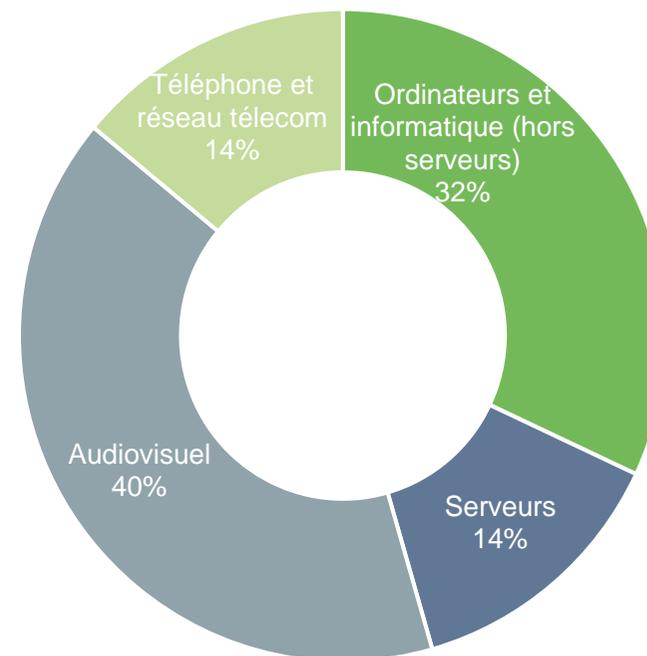
Profil de consommation d'électricité dans des bureaux

Consommations électriques des équipements informatiques

Poste de travail
Poste fixe, portable
Clients légers



Impressions
Copieurs connectés
Imprimantes personnelles



Source : maîtrise des consommations électriques des équipements informatiques – AITF, EDF - 2010



Etude de cas : consommations du secteur tertiaire



Consommations d'électricité de divers équipements informatiques :

PC professionnel fixe	376 kWh/an
PC portable	53 kWh/an
Serveur	1900 kWh/an
Imprimante jet d'encre	39 kWh/an
Imprimante laser	267 kWh/an
Copieur multifonction	681 kWh/an

Source : maîtrise des consommations électriques des équipements informatiques – AITF, EDF - 2010



ECONOMIES D'ÉNERGIES DANS LES BUREAUX



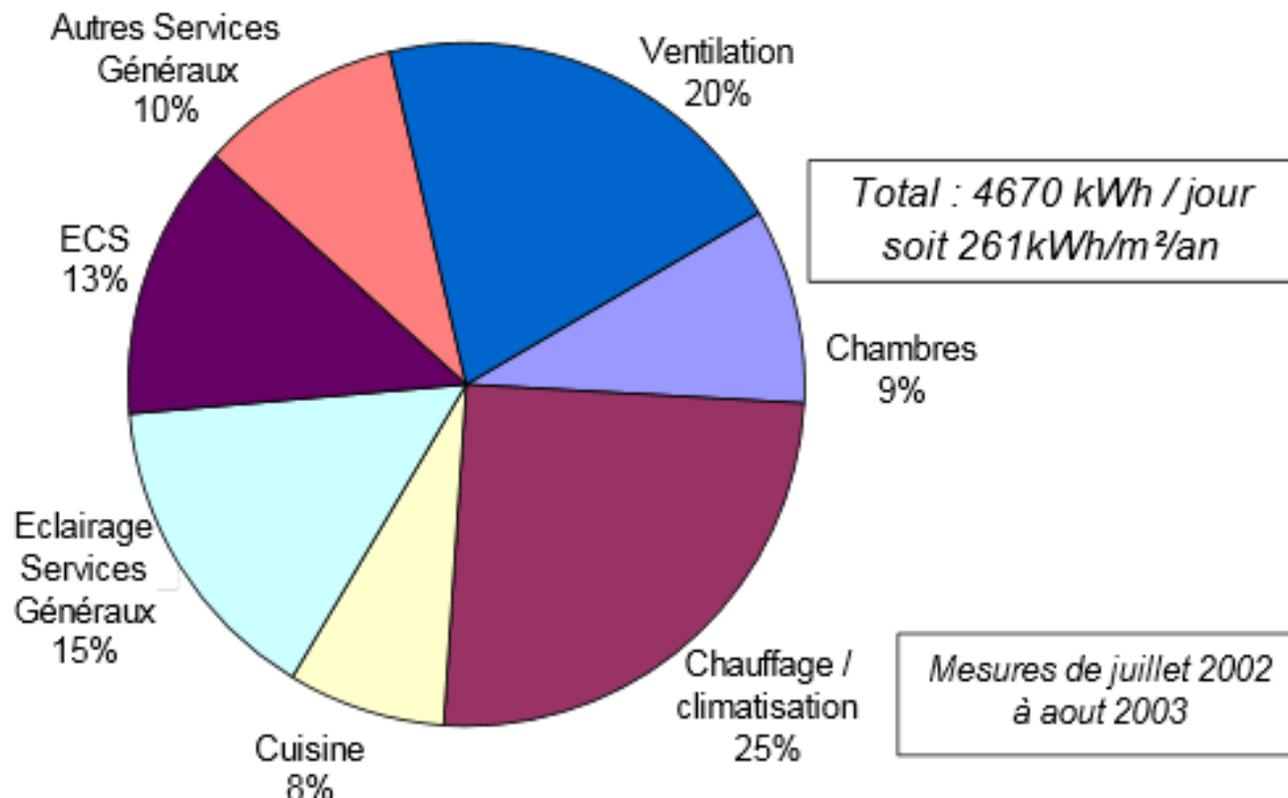
- Mise en veille des ordinateurs (programmation sur horloge)
- Ordinateurs portables et station d'accueil plutôt qu'ordinateurs fixes
- Prise coupe-veille (programmation sur horloge)
- Pose d'ampoule basse consommation et système de gestion
- Remplacement des équipements vétustes par du matériel classe A
- Confiner les serveurs pour une meilleure efficacité de la climatisation
- Recours au free cooling plutôt qu'à la climatisation
- Pose d'un délesteur
- Comptage et gestion active de l'énergie
- ...



Etude de cas : consommations du secteur hôtelier



Répartition de la consommation électrique



Source : Consommations d'électricité par usage dans un hôtel 3* parisien – Enertech - 2003





ECONOMIES D'ÉNERGIES DANS L'HÔTELLERIE

- Utilisation d'équipements efficaces
- Placer les minibars, réfrigérateurs etc. éloignés des sources de chaleur
- Gestion des systèmes en fonction de l'occupation
- Installation solaire thermique largement dimensionnée et la coupler à la piscine pour éviter les surchauffe
- Envisager un système de récupération des calories sur les eaux usées



Plan de la formation

- I. IDENTIFICATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES
- II. CHAUFFAGE ET CLIMATISATION
- III. PRODUCTION D'ECS
- IV. VENTILATION
- V. ECLAIRAGE
- VI. LES AUTRES USAGES
- VII. GESTION ET SUIVI DES ÉQUIPEMENTS
- VIII. PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE

Attention : tous les prix qui figurent dans la suite de ce document sont donnés à titre indicatif en valeur de septembre 2014.

GESTION DES ÉQUIPEMENTS

Les différents niveaux de suivi des performances

	1 ^{ER} NIVEAU	2 ^{EME} NIVEAU	3 ^{EME} NIVEAU
	Suivi des consommations	Suivi thermique global	Suivi analytique
Objectifs	Identifier les consommations par usage de l'énergie et par partie de bâtiment et repérer les dérives par rapport à une consommation de base ⁽¹⁾	Niveau 1 + Identifier les besoins thermiques réels et l'efficacité moyenne des systèmes et leur évolution dans le temps	Niveau 2 + Identifier les causes des dérives des consommations par le suivi du fonctionnement réel des systèmes énergétiques et du comportement des usagers ⁽³⁾
Mesures	S/compteurs	Niveau 1 + compteurs thermiques + capteurs autonomes (intégration horaire) ⁽²⁾	Niveau 2 + capteurs des états des systèmes (températures, marche, pression, ...) + gestion des automates
Pas de temps des mesures	Année/mois	Semaine/jour	Heure/minute
Outillage de suivi	Tableau de bord (analyse par ratio)	Tableau de bord	GTB (ou suivi externe par télérelevé des points de mesure)

Source : Effinergie



L'instrumentation

Principe de l'instrumentation en vue de comptages énergétiques

→ Identifier les consommations

- Par usage de l'énergie (éclairage, chauffage, ...)
- Par localisation (bâtiment / zone voir local)

2 familles distinctes

→ Consommations électriques directes

Consommation = Fourniture d'énergie électrique (éclairage, ventilateurs, bureautique,)

→ Consommations de combustibles ou d'électricité des équipements thermiques (Chauffage, ECS, climatisation)

Consommation = Fourniture d'énergie thermique / rendements (chaud ou froid)



L'instrumentation

Autres objectifs de l'instrumentation

- Évaluer des niveaux de performance d'équipements thermiques
- Piloter la régulation et la programmation de certains équipements énergétiques (GTC, GTB)
 - L'éclairage, le chauffage, la ventilation ...



Les types de compteurs

COMPTEURS ÉLECTRIQUES :

- Par tableau (zonage)
- Séparer les usages (circuit éclairage, circuit chauffage, circuit bureautique, ...)



COMPTEURS THERMIQUES (« COMPTEUR DE CALORIES »)

- Production thermique sorties des générateurs
- Fourniture par usages (chauffage, ECS)
- Fourniture par bâtiment ou zone ou réseaux



COMPTEURS GAZ

- par chaufferie (si plusieurs chaufferies)
- Par générateur à usage spécifique (ex préparateur ECS à gaz)

Source : XALES



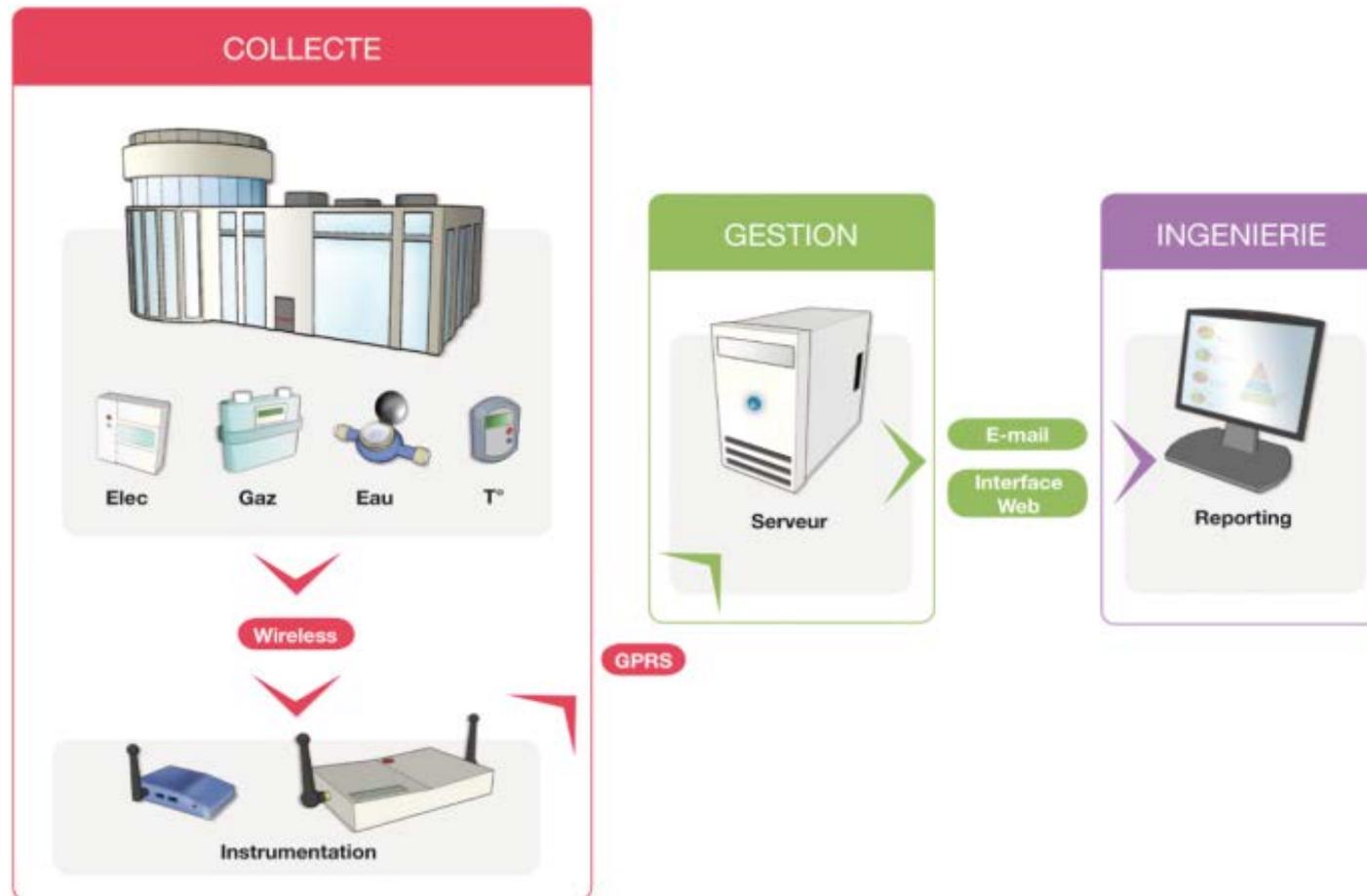
Bonne pratique :

LA GESTION ACTIVE DE L'ÉNERGIE



Bonne pratique :

LA GESTION ACTIVE DE L'ÉNERGIE

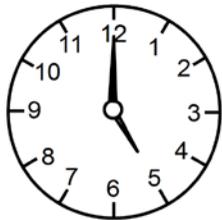


Exercice : quels indicateurs de suivi ?

En logement ?

En bureaux ?

Dans un bâtiment industriel ?



15 min



En binôme



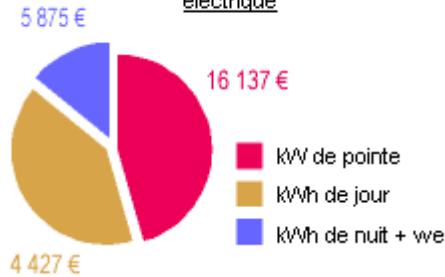
Bonne pratique :

LE TABLEAU DE BORD DE SUIVI

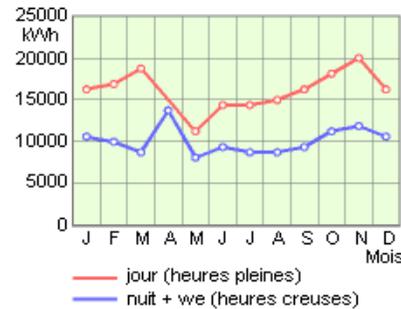
Ce tableau de bord rassemble les indicateurs qui permettent de contrôler le bon fonctionnement du bâtiment.

(Suivre quoi ? comment ? pourquoi faire ?)

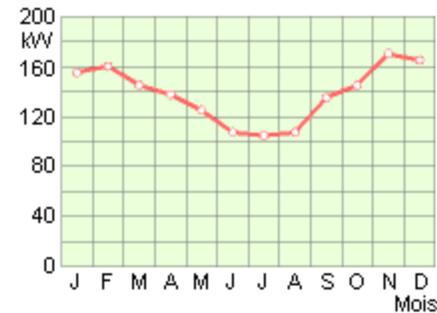
Répartition financière de la consommation électrique



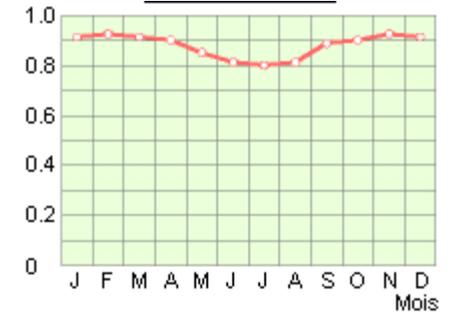
La répartition financière des postes consommateurs, entre puissance (kW) et énergie (kWh), selon la période.



La répartition des consommations selon la période.



L'évolution de la puissance appelée.



L'évolution du facteur de puissance.



Le commissionnement

UNE FOIS LE BÂTIMENT EN SERVICE

IL CONVIENT DE VEILLER À :

- Performance des systèmes
- A l'entretien et à la maintenance des installations
- Au suivi des consommations

POUR :

- Savoir quand il est nécessaire de remplacer une pièce, détecter un dysfonctionnement.
- Anticiper sur les réparations afin de maximiser la durée de vie des systèmes
- S'assurer de la maîtrise des consommations, valider le bénéfice des opérations d'amélioration, intervenir sur les comportements

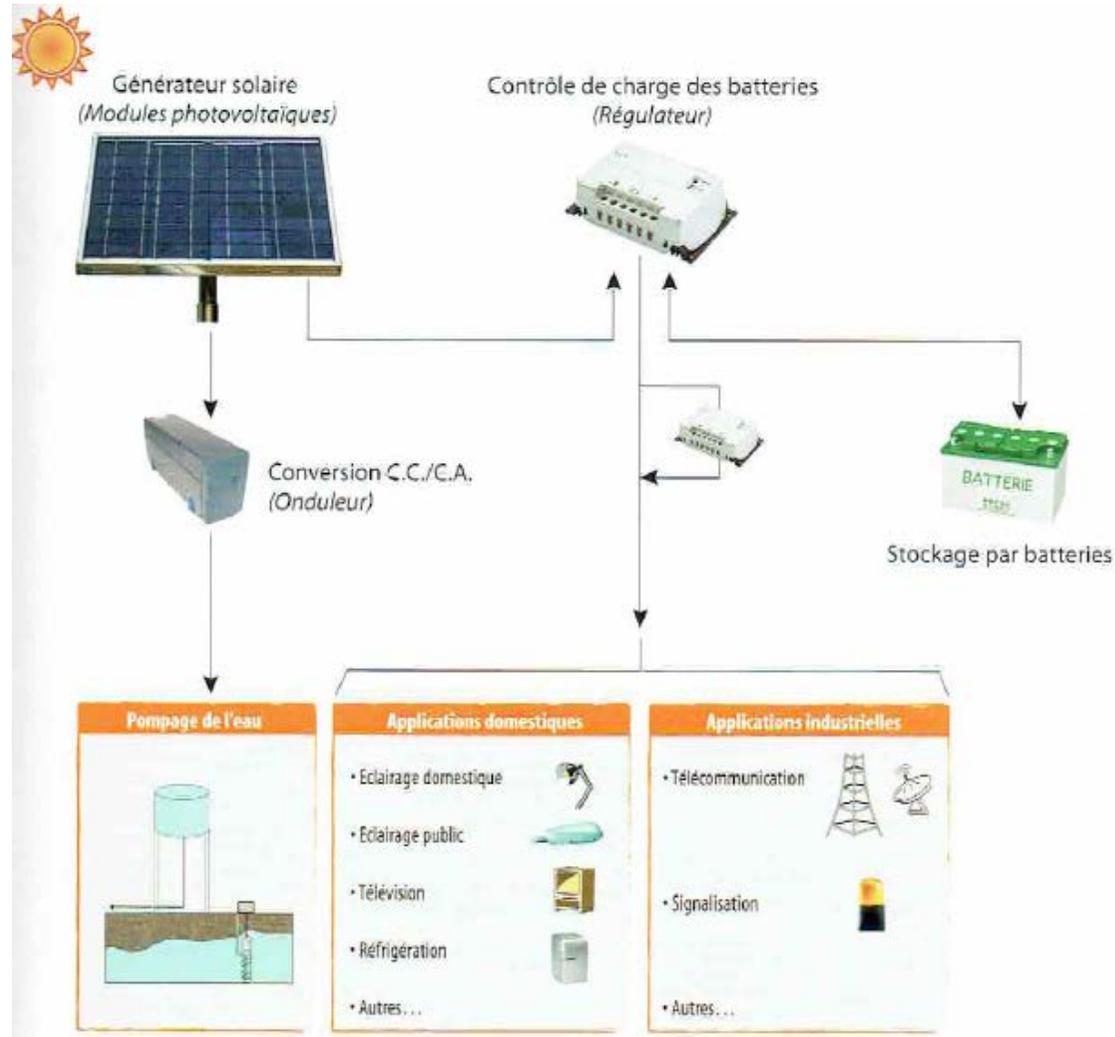


Plan de la formation

- I. IDENTIFICATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES
- II. CHAUFFAGE ET CLIMATISATION
- III. PRODUCTION D'ECS
- IV. VENTILATION
- V. ECLAIRAGE
- VI. LES AUTRES USAGES
- VII. GESTION ET SUIVI DES ÉQUIPEMENTS
- VIII. PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE

Attention : tous les prix qui figurent dans la suite de ce document sont donnés à titre indicatif en valeur de septembre 2014.

Les installations photovoltaïques



Source : Conception des systèmes photovoltaïques pour l'éclairage et le pompage – Aderee - 2014



Les technologies

Silicium cristallin



Mono-crystallin
 $\eta = 14-18\%$



poly-crystallin
 $\eta = 12-15\%$



Silicium amorphe (a-Si)
 $\eta = 6-9\%$

Films minces



CdTe
 $\eta = 9-10\%$



CIGS
 $\eta = 10-12\%$

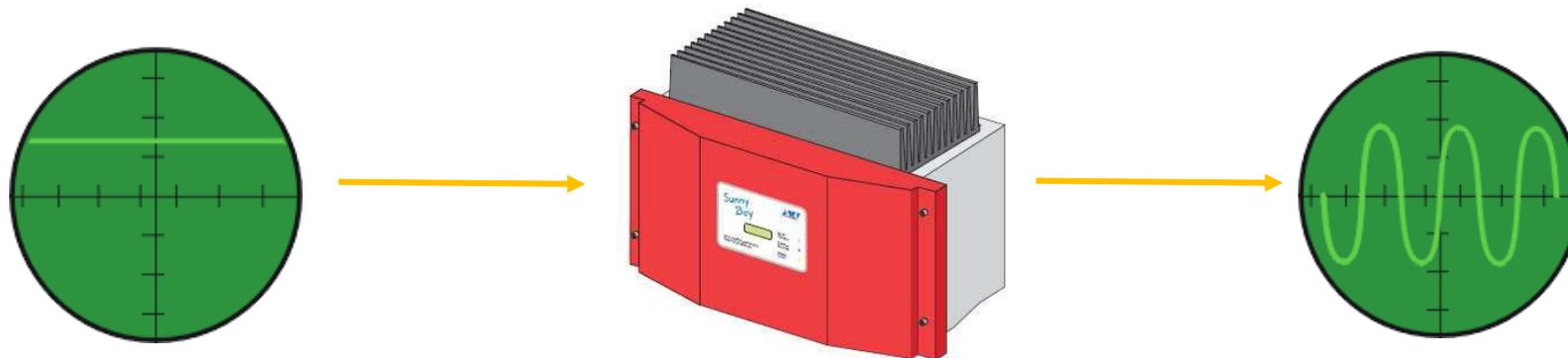
Source : Enerbat – EDF - 2012



L'onduleur

L'ONDULEUR A PLUSIEURS FONCTIONS :

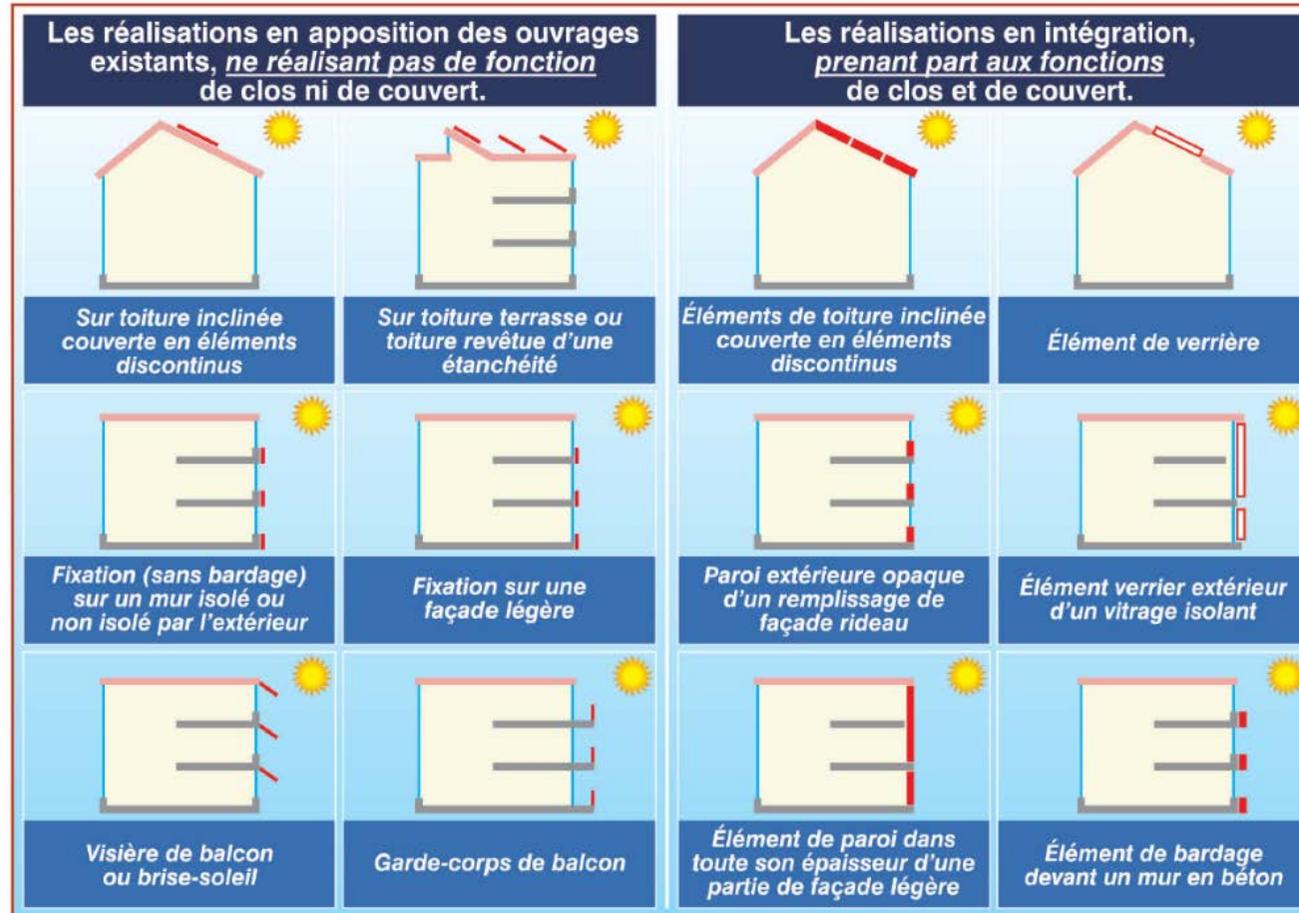
- Conversion de l'énergie électrique (DC / AC) pour le raccordement au réseau
- Recherche automatique du point de puissance maximum (MPP)
- Protection des biens et des personnes



Source : EDF - ENERBAT- 2012



Implantation des panneaux

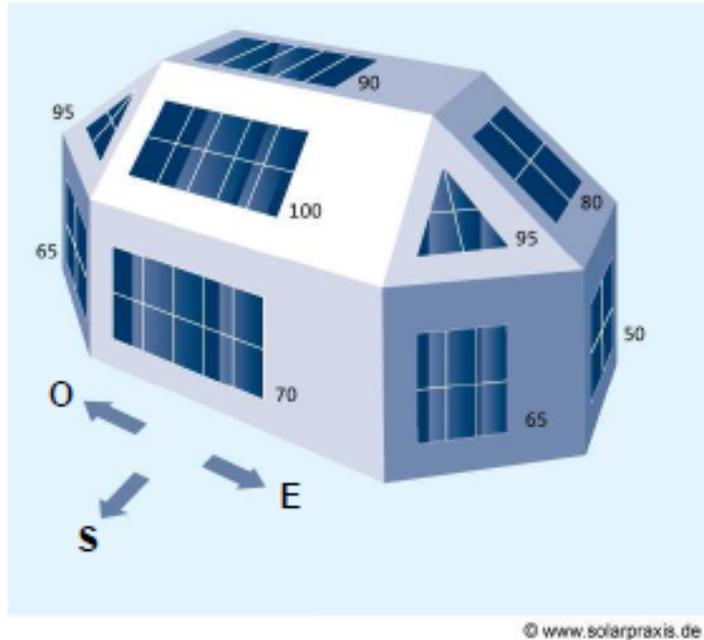


Les différentes possibilités d'intégration du photovoltaïque au bâtiment (source : Ademe).

Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques – A. Liébard, A. De Herde - 2005



Orientation des panneaux



Rendement des modules

- Influence de l'orientation et de l'inclinaison des capteurs

Inclinaison / Orientation	0°	30°	60°	90°
Est / Ouest	0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-est / Sud-ouest		0,96	0,88	0,66
Sud		1	0,91	0,68

↳ Très peu de variations de rendement pour :

- Orientation Sud +/- 30°
- Inclinaison de 15° à 45°



Exemple de réalisations



Source : TCE Solar & Bati Solar



Test d'acquis des connaissances



Evaluation de la formation

BILAN DE LA FORMATION

Cette formation correspond-elle à vos attentes?

Vous trouverez de nombreuses ressources, guides techniques ainsi que les logiciels d'évaluation du règlement thermique sur le site de l'ADEREE :

www.aderee.ma

Merci de renseigner la fiche d'évaluation !



Merci de votre attention !

Formation effectuée par :

