

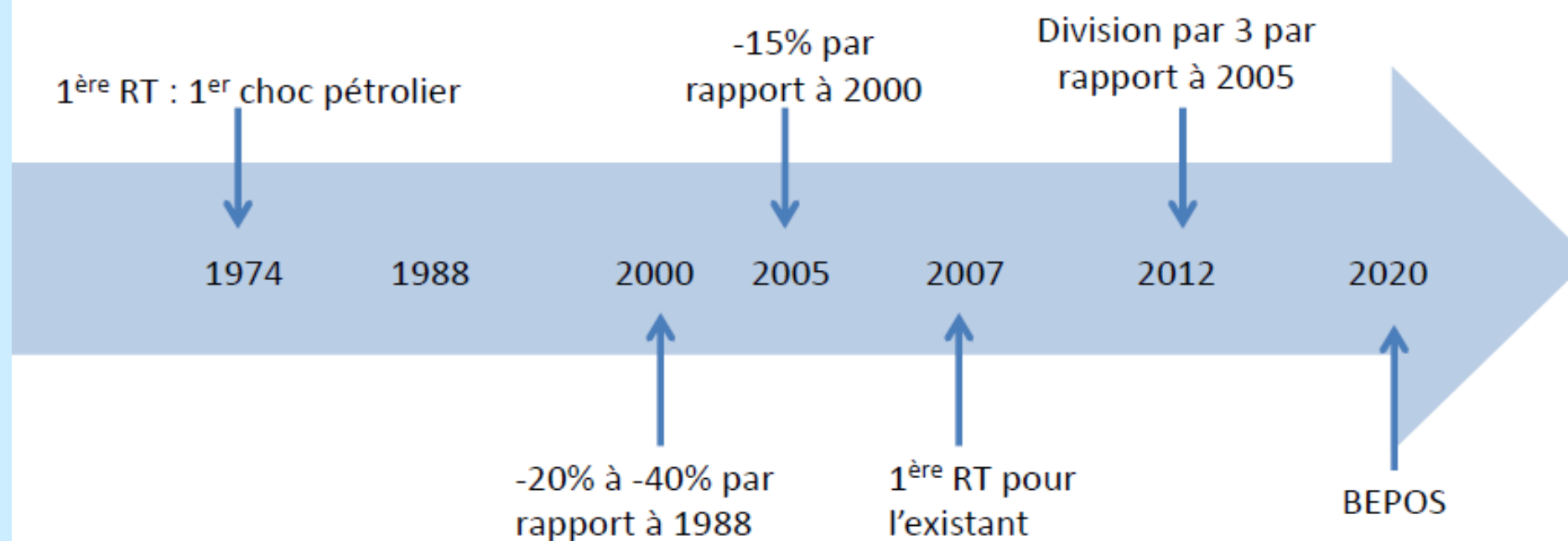
Les systèmes thermiques pour les bâtiments à haute performance énergétique

Contexte réglementaire

C.Marvillet

1/ Quelques rappels sur la RT2012

Les réglementations thermiques : un outil de maîtrise des consommations énergétiques



RT 2012 : bâtiments concernés

Tous les bâtiments neufs chauffés pour le confort des occupants en France métropolitaine

Les parties nouvelles de bâtiment de surface supérieure à 150 m² ou 30% de la surface des locaux existants (art. 52)

Les bâtiments exclus (art. 1)

Les bâtiments dont l'usage nécessite une température d'utilisation inférieure à 12 C

Les constructions provisoires de moins de deux ans

Les bâtiments d'élevage ou d'utilisation spécifique

Les bâtiments chauffés ou refroidis pour un usage dédié à un procédé industriel

Les bâtiments destinés à rester ouverts sur l'extérieur en fonctionnement habituel

RT 2012 : exigences

3 exigences de résultats sur les performances énergétiques (titre II arrêté)

Bbio : Efficacité énergétique du bâti : besoin bioclimatique

Cep : Consommation en énergie primaire (5 usages chauffage, ECS, refroidissement, éclairage, auxiliaires)

Tic : température intérieur de confort

Quelques exigences de moyens (titre III arrêté)

Traitement ponts thermiques, étanchéité à l'air

Comptages d'énergie

Autres ...

Bbio : caractéristiques prises en compte

- déperditions surfaciques et linéiques des parois opaques
- déperditions par les baies
- inertie
- apports solaires
- impact des protections solaires et de leur mode de gestion
- scénarios d'occupation (conventionnel) et apports internes dus aux occupants
- autres apports internes
- apports par des dispositifs passifs non séparables du bâti (serres, vérandas,...)
- infiltrations d'air par les défauts de perméabilité de l'enveloppe
- déperditions par renouvellement d'air
- accès à l'éclairage naturel des locaux

Cep : consommation en énergie primaire

5 usages pris en compte :

Chauffage

ECS

Froid

Éclairage

Auxiliaires (ventilation, pompes)

Valeur moyenne : 50kWhEP/m²

Production d'électricité en résidentiel : déduction de la production à demeure avec $Cep < Cep_{max} + 12kWh$

Coefficients de conversion en énergie primaire maintenus 2.58 pour l'électricité

1 pour toutes les autres énergies

Cep : exigences à respecter

$$\text{Cep} \leq \text{Cmax}$$

$\text{Cmax} = 50 \times \text{coeff. de modulation}$

Modulations :

- Catégorie CE1 ou CE2
- Localisation géographique
- Altitude
- Surface moyenne des logements du bâtiment
- Type de bâtiment
- GES : bois et réseaux de chaleur et de froid

Tic : température intérieure de confort

Tic < Tic ref

Limitation de l'inconfort d'été et du recours à la climatisation
(surchauffe sur 5 jours consécutifs)

Ne pas dépasser un seuil de température durant les 5 jours les plus
chauds

Exigences de moyens : utilisation d'énergie renouvelable en maison

Soit ECS solaire thermique : 2 m^2 mini

Soit raccordement à un RCU alimenté à plus de 50% par une ENR de récupération

Soit démontrer que Cep comprend au moins 5 kWh/m^2 produits par une source d'ENR

Soit recourir à production d'ECS par appareil électrique individuel de production d'eau chaude thermodynamique, avec un $\text{COP} > 2$

Soit recourir à production de chauffage et/ou d'ECS par une chaudière à micro-cogénération à combustible liquide ou gazeux

Exigences de moyens : ratio de vitrage, ouverture

Accès à l'éclairage naturel en habitation :

- Surface totale des baies $\geq 1/6$ de la surface habitable

Confort d'été :

- Exigence sur le facteur solaire des baies
- Obligation de surface ouvrante minimale

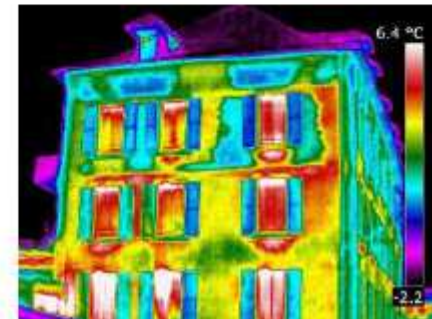
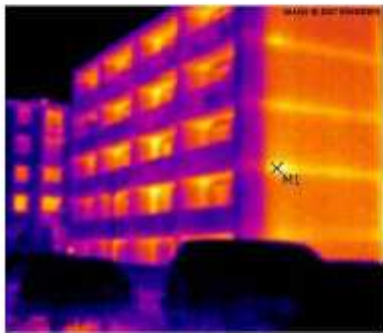
Exigences de moyens : traitement des ponts thermiques

Objectif :

Imposer le traitement en moyenne des ponts thermiques

2 approches :

- Limitation des longueurs
- Traitement de la valeur unitaire des ponts thermiques



Exigences de moyens : comptage d'énergie tertiaire

- Chauffage : par tranche de 400 m² ou par tableau ou par étage ou par départ direct
- Refroidissement : idem chauffage
- Production d'ECS: par tranche de 40 lits pour hôtels
- Eclairage : par 400 m² ou tableau électrique ou étage
- Cuisine si cuisine collective ou restaurant
- Prises de courant : idem éclairage
- Centrales de ventilation : par centrale
- Départ direct de plus de 80 ampères

Exigences de moyens : perméabilité à l'air résidentiel

Option 1:

mesure de perméabilité à l'air réalisée par des opérateurs autorisés par le ministère en charge de la construction. La perméabilité mesurée doit être inférieure à: $0.6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ de parois déperditives hors plancher bas en maison individuelle
 $1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ de parois déperditives hors plancher bas en immeuble collectif d'habitation

Option 2: application d'une démarche qualité agréée par le ministère en charge de la construction

Modalités d'application de cette exigence :

En MI : les 2 options seront possibles dès publication des textes

En collectif : option 1 obligatoire jusqu'au 1er janvier 2015 puis les 2 options possibles après.

Récapitulatif

Art. 16 : Obligation de recourir à une énergie renouvelable pour les maisons individuelles

Art.17 : Etanchéité à l'air $< 0.6 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ MI et $< 1 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ habitat collectif

Art. 18 : $U < 0.36 \text{ W/m}^2.\text{K}$ pour les parois en contact avec des locaux à occupation discontinue

Art. 19 : Pont thermique linéique global $< 0.28 \text{ W/m}^2\text{SHONRT.K}$

Art. 20 : Surface vitrée $> 1/6$ de la surface habitable pour MI

Art. 23 : MI & collectif : Equipement mesurant ou estimant la consommation d'énergie sur le chauffage, refroidissement, ECS, prises électriques, autres

Art. 24 : Régulation du chauffage par local, surface maximale de 100 m^2 en habitation

Art. 25 : Organe d'équilibrage en pied de colonne en habitation

Art. 27 : Dispositif automatique d'éclairage pour les circulations et parties communes en habitation

Art. 30 : $\text{Cepmax} + 12 \text{ kWh/m}^2.\text{an}$ si production d'électricité en habitation

2/ REGLEMENTATION SUR LES EQUIPEMENTS

Directives Performances Energétiques des Bâtiments (E.P.B.D.) 2002/91/CE

↳ **RAPPEL** : Directives → caractère obligatoire
doivent être transposées en droit national par Tous les Etats Membres

↳ **OBJECTIF** : * Promouvoir l'amélioration énergétique des bâtiments, incluant leurs équipements pour l'éclairage, le chauffage, le refroidissement, l'ECS, la ventilation et les auxiliaires (ex : pompes, circulateurs....)

↳ **BATIMENTS CONCERNES** :

- * Tous les bâtiments neufs sauf monuments classés, lieux de culte, bâtiments résidentiels utilisés moins de 4 mois/an, bâtiments dont la surface est inférieure à 50 m²
- * Tous les bâtiments existants dont S. utile > 1 000 m², et faisant l'objet d'une rénovation lourde

Directives Performances Energétiques des Bâtiments (E.P.B.D.) 2002/91/CE (suite)

↳ Inspection des systèmes de climatisation et des PAC réversibles de puissance > 12 kW thermique

- * Transposition en cours par la France
- * Inspection tous les **5 ans**
- * Méthodologie en 3 points
 - Inspection documentaire
 - Inspection visuelle
 - Mesures complémentaires possibles
- * Critères de certification des compétences des personnes physiques
et critères d'accréditation des organismes de certification

Directives Eco-conception (ex : EuP) des Produits consommateurs d'Energie (2005/32/CE modifiée par la Directive 2008/28/CE)

↳ **OBJECTIF** : Inciter les fabricants et importateurs à proposer des produits conçus pour réduire leur impact global sur l'environnement, y compris les ressources consommées pendant leur fabrication et leur élimination

↳ **CHAMP d'APPLICATION :**

* La directive fait partie du marquage CE : documentation technique à constituer prouvant la conformité, et la responsabilité des fabricants

* La directive fixe donc les exigences que les produits couverts par des mesures d'exécution doivent remplir pour être mis sur le marché

Directives Eco-conception (ex : EuP) des Produits consommateurs d'Energie (2005/32/CE modifiée par la Directive 2008/28/CE)

Liste des produits prioritaires liés à notre activité

↳ Lots DG TREND (Energie, Transport) 19 lots

- * Lot 1 : "Boilers" les PAC réversibles ou non sont traitées dans ce lot
- * Lot 2 : "Water heater" Systèmes de production d'EC
- * Lot 6 : Mode "standby"
- * Lot 10 : "Résidentiel" : air conditioning Pth < 12 kW Fan
- * Lot 11 : "motor, pump, circulator, Fan (non résidentiel)"

Pour information Lots 8, 9, 19 : "lighting"

↳ Lot DG ENTREPRISE :

- * Lot 1 : "Chillers non réversible : wine storage cabinets, refrigerating and freezing equipment,...)"

CERTIFICATIONS et LABELS DISPONIBLES à ce jour en EUROPE pour les GENERATEURS THERMODYNAMIQUES (FONCTION CHAUFFAGE)								
TYPE de GENERATEURS	Plage de puissance thermique certifiée (kW)	Organismes de certification ou label	PAYS concernés	MODES CERTIFIES		GRANDEURS CERTIFIEES		
				CHAUD seul	CHAUD et FROID	COP/EER	Lw(A)	CHARGE PARTIELLE
AIR EXTERIEUR EAU	0 à 50 kW	CERTITA (NFPAC)	FRANCE	X		X	X	NON
	0 à 100 kW	EHPA (EQLHP)	Allemagne - Suisse Autriche - Suède Finlande	X		X	X	NON
	0 à 1500 kW	EUROVENT (Certification)	C.E.	X (option)	X	X	X	OUI en FROID
	0 à 100 kW	ECO LABEL (CERTITA)	C.E.		X	X	X	NON
AIR-AIR Mono et multi-split V.R.V. et D. R. V.	0 à 50 kW	CERTITA	FRANCE	X		X	X	NON
	0 à 45 kW	EUROVENT	C.E.		X	X	X	NON
	0 à 50 kW	CERTITA	FRANCE	X		X	X	NON
	0 à ? kW	EUROVENT	C.E.	en 2011	en 2011	X	X	?
EAU-EAU et EAU GLYCOLEE- EAU	0 à 50 kW	CERTITA	FRANCE	X		X	X	NON
	0 à 100 kW	EHPA	Allemagne - Suisse Autriche - Suède Finlande	X		X	X	NON
	0 à 1500 kW	EUROVENT	C.E.	X (option)	X	X	X	OUI en FROID
	0 à 100 kW	ECO LABEL (CERTITA)	C.E.		X	X	X	NON
SOL/SOL et SOL/EAU	0 à 50 kW	CERTITA	FRANCE	X		X	X	NON
	0 à 100 kW	EHPA	Allemagne - Suisse Autriche - Suède Finlande	X		X	X	NON
	0 à 100 kW	ECO LABEL (CERTITA)	C.E.		X	X	X	NON
AIR EXTRAIT-EAU	0 à 50 kW	CERTITA	FRANCE	X		X	X	NON

PAC AIR/EAU						
Labels ou réglementations	C.O.P. mini à respecter					
	Source chaude à 35 °C			Source chaude à 45°C		
	Air + 7 /+ 6	Air + 2/+ 1	Air - 7/- 8	Air + 7/+ 6	Air + 2/+ 1	Air - 7/- 8
Directive performance énergétique bâtiments existants (S > 1 000 m ²)	3.2			2.7		
EUROVENT	3.25			2.95		
NF PAC	3.3		2	2.7		1.5
ECOLABEL GWP fluide > 150 GWP fluide ≤ 150		3.1 2.63			2.6 2.21	
EQLHP (EHPA)		3				
P. mark (Suède)		2.7			2.2	
Règlement italien Aides fiscales si COP > mini	4.1 en 2010					

PAC EAU/EAU et EAU GLYCOLEE/EAU				
Labels ou réglementations	PAC EAU/EAU		PAC EAU GLYCOLEE/EAU	
	Eau 30/35	Eau 40/45	Eau 30/35	Eau 40/45
Directive performance énergétique bâtiments existants (S > 1 000 m ²)	3.2		3.2	
EUROVENT	3.25		2.95	
NF PAC	4.2	3.2	3.3	2.7
ECOLABEL GWP fluide > 150 GWP fluide ≤ 150	5.1 4.33	4.2 3.57	4.3 3.65	3.5 2.97
EQLHP (EHPA)	4.5		4	
P. mark (Suède)	4.3	3.3	3.6	2.7
Règlement italien Aides fiscales si COP > mini	5.1 en 2010		4.3 en 2010	

3/ RT2012 et certification des équipements thermodynamiques

- ◆ Élaboration de tableaux de déclaration pour estimer les performances des différents systèmes thermodynamiques:
 - Composition des tableaux :
 - Une matrice de référence
 - Une matrice de performance
 - Finalité des matrices :
 - La matrice permet de définir la puissance absorbée de la PAC selon EN 14511 dans tout son domaine de fonctionnement
 - Une matrice est définie pour chaque besoin:
 - ▶ Une pour le chauffage
 - ▶ Une pour le refroidissement
 - ▶ Une pour l'ECS
 - ▶ Une pour la récupération (free cooling...)

◆ Cas des PAC certifiées EUROVENT

- 1 seul point d'essai = +7°C /35°C

$$\text{COP}(-7^{\circ}\text{C}) = \text{COP}(+7^{\circ}\text{C}) * K$$

◆ Cas des PAC non certifiées

$$\text{COP}(+7^{\circ}\text{C}/35^{\circ}\text{C}) = 3.3 - 15\% = 2.8$$

$$\text{COP}(-7^{\circ}\text{C}/35^{\circ}\text{C}) = 2 - 15\% = 1.7$$

- ◆ Modélisation des PAC de type air extérieur – eau
- ◆ Charge nominale (c'est-à-dire 100% de puissance)
 - Domaine de température des sources maxi en mode chaud
 - Air extérieur: -15 à +20 °C
 - Eau : 20°C °C à +65 °C
 - Cas des PAC certifiées « EQLHP » (EHPA)
 - Essais avec 6 températures d'air :
 - ▶ 20, 10, 7, 2, -7, -15°C pour chaque application coté intérieur

La matrice de performance est issue directement de la matrice de référence

- Cas des PAC « NFPAC » (AFPAC)
 - Essais avec deux ou trois(option) températures air
 - ▶ 7,-7 °C et 2°C (option)

◆ Charge Partielle (c'est-à-dire de 5% à 95% de puissance)

● Cas des inverters:

- Certification d'un second point d'essai correspondant à la charge partielle mini (environ 30%), puis interpolation linéaire avec le point à 100%

- ▶ Application du modèle On-Off pour la zone basse (0-30%)

- Si pas de second point disponible

- ▶ COP (charge partielle de 40% à 100%) = COP à 100%

- ▶ Charge partielle mini 40%

● Cas des Machines On-Off

- Calcul de la puissance consommée : compresseur

auxiliaires: résistance de carter, régulation, pompes...

puissance liée aux irréversibilités de cyclage

P auxiliaire = constante = mesurée lors d'un essai avec compresseur à l'arrêt, valeur certifiée

Valeur par défaut = 2% de la puissance absorbée nominale

Puissance liée aux irréversibilités de cyclage => définition d'un temps pendant lequel le compresseur est alimenté mais ne fournit pas la puissance thermique nominale (fonction de l'inertie des émetteurs).

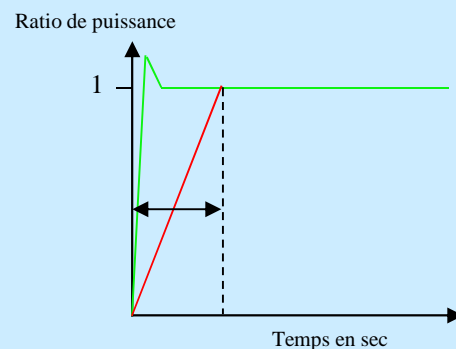
◆ Puissance liée au irréversibilité de cyclage:

● Définition:

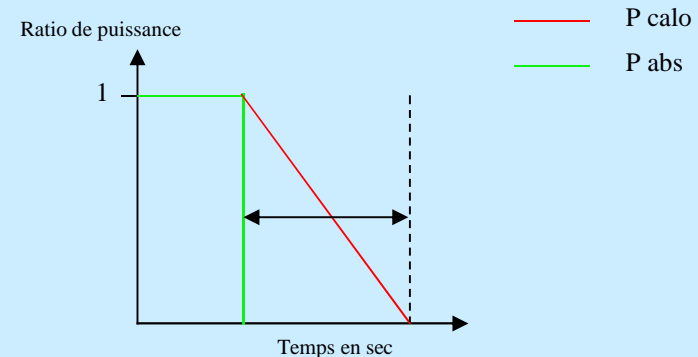
Puissance liée aux irréversibilités de cyclage => définition d'un temps pendant lequel le compresseur est alimenté mais ne fournit pas la puissance thermique nominale (fonction de l'inertie des émetteurs). Le paramètre Deq (temps équivalent) caractérise cette perte de performance

Cette puissance est moins importante avec des systèmes à fortes inerties, qu'avec des systèmes à faibles inerties.

Au démarrage



A l'arrêt



Merci de votre attention