

## Générateurs de Chauffage et de Refroidissement : de la RT2005 à la RT2012

Dominique HANTZ & Michèle MONDOT - CETIAT



## Principes de la méthode de calcul RT2005

### n Générateurs de chauffage / refroidissement

- Chaudières, tous combustibles liquides, gazeux et solides
- Systèmes thermodynamiques à compression électrique ou gaz, à absorption gaz
  - F Mode chauffage / mode refroidissement
- Solaire thermique pour production ECS
- Titre V
  - F Chauffe-eaux thermodynamiques air/eau

### n Méthode de calcul différente selon les types de générateurs

- Chaudière : données de performance calculées au pas de temps horaire
- Système thermodynamique : COP nominal corrigé pour estimer un COP saisonnier et appliqué à chaque pas de temps horaire
- Solaire thermique : calcul mensuel (niveaux d'ensoleillement et durée basés sur des valeurs mensuelles)
- Chauffe-eau thermodynamique : calcul du  $COP=f(\text{Text})$  au pas de temps horaire par interpolation à partir de quelques points de mesure

## Principes de la méthode de calcul RT2012

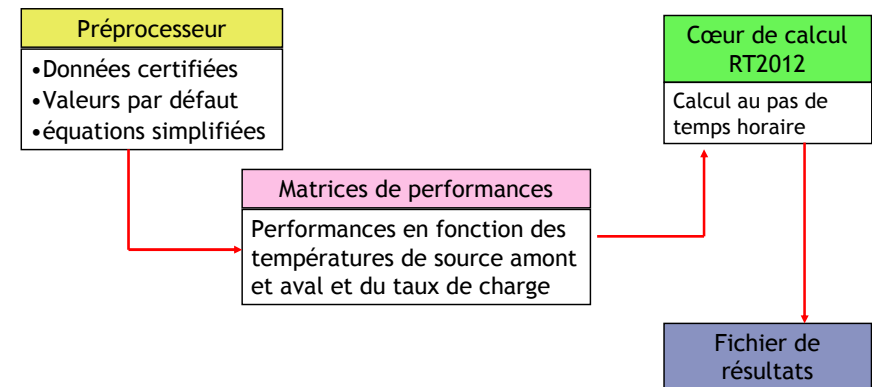
### n Une même méthode de calcul pour tous les générateurs

- Calcul des données d'entrée pour chaque pas de temps horaire
- Par interpolation dans des matrices de performances

### n Nouveaux types de générateurs

- Chauffe-eaux thermodynamiques utilisant tout type de source (air, eau, à détente directe)
- Microcogénération
- Et dans un second temps :
  - F PAC double service (chauffage + ECS)
  - F Appareils multifonctions

## Méthode de calcul RT2012



## Les matrices de performance de la RT2012

- n **Puissance utile fournie (kW)**
  - Chaudière : puissance utile
  - Système thermodynamique : puissance de chauffage / puissance de refroidissement
- n **Puissance absorbée (kW)**
  - électrique, combustible (débit calorifique sur PCI)
- n **Rendement / COP**
- n **Pertes thermiques récupérables**
  - Chaudière : en W et déduit des besoins au pas de temps suivant
  - Système thermodynamique : thermofrigopompe / récupération par condenseur à eau sur chiller
- n **Puissance des auxiliaires**
  - Chaudière : ventilateur, régulation (hors circulateur pris en compte dans le réseau de distribution)
  - Système thermodynamique : RAS car pompes et ventilateurs intégrés pris en compte dans COP/EER

## Exemple de matrices pour PAC air/eau

### n Matrice de puissance utile fournie

Temp. amont	Temp. aval	poss. fourn.	Puissance utile	Taux de charge		
				5%	10%	15%
				Matrice 1 : Puissance fournie		
				566	1132	1698
-7	25	0	0	0	0	0
-7	35	1	8440	566	1132	1698
-7	45	1	8220	566	1132	1698
-7	55	0	0	0	0	0
2	25	0	0	0	0	0
2	35	1	10120	566	1132	1698
2	45	1	9900	566	1132	1698
2	55	1	9600	566	1132	1698
7	25	0	0	0	0	0
7	35	1	11320	566	1132	1698
7	45	1	11100	566	1132	1698
7	55	1	10880	566	1132	1698
12	25	0	0	0	0	0
12	35	1	13240	566	1132	1698
12	45	1	13020	566	1132	1698
12	55	1	12800	566	1132	1698

	90%	95%	100%	105%	110%	115%
10188	10754	11320	11886	12452	13018	
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
10188	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
10188	10754	11320	0	0	0	0
10188	10754	11320	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
10188	10754	11320	11886	12452	13018	
10188	10754	11320	11886	12452	13018	
10188	10754	11320	11886	12452	13018	

## Exemple de matrices pour PAC air/eau

### Matrice de puissance absorbée

Temp. amont	Temp. aval	Taux de charge			Matrice 2 : Puissance absorbée énergie principale/Selon Pfournie							
		Pabs à P <sub>f</sub> =0	Pabs à P <sub>f</sub> max	5%	10%	15%	90%	95%	100%	105%	110%	115%
-7	25	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-7	35	99	2454	187	353	504	0	0	0	0	0	0
-7	45	99	3166	249	469	669	0	0	0	0	0	0
-7	55	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	35	99	2300	149	281	404	2316	0	0	0	0	0
2	45	99	3035	201	380	545	0	0	0	0	0	0
2	55	99	3910	264	498	715	0	0	0	0	0	0
7	25	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	35	99	2163	126	239	344	1923	2042	2163	0	0	0
7	45	99	2890	171	324	467	2619	2782	2947	0	0	0
7	55	99	3758	228	430	620	3497	3714	0	0	0	0
12	25	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	35	99	1975	100	189	274	1481	1571	1663	1755	1848	1942
12	45	99	2579	132	250	362	1965	2085	2207	2329	2453	2578
12	55	99	3421	178	337	487	2651	2813	2977	3142	3310	3479

## Préprocesseur PAC

### Matrice de performances à pleine charge ex : PAC air/eau en mode chauffage

- Source amont : 5 Temp. ext
- Source aval : 4 Temp. eau
- 20 données de performance (puissances et COP)

### Données de la matrice

- Valeurs certifiées
- Valeurs issues d'un rapport d'un labo accrédité indépendant : -10%
- Valeurs mini si auto-déclaration du constructeur → valeurs à valider
- Calculs des autres valeurs à l'aide de coefficients forfaitaires Cnn → coefficients à valider

Temp. amont	Temp. aval	Pfournie en W	Pabs	COP
-15	25	34650	16500	2.1
-15	35	30000	15000	2
-15	45	21600	13500	1.6
-15	55	14400	12000	1.2
-7	25	48510	16500	2.94
-7	35	42000	15000	2.8
-7	45	30240	13500	2.24
-7	55	20160	12000	1.68
2	25	58905	16500	3.57
2	35	51000	15000	3.4
2	45	36720	13500	2.72
2	55	24480	12000	2.04
7	25	69300	16500	4.2
7	35	60000	15000	4
7	45	43200	13500	3.2
7	55	28800	12000	2.4
20	25	83160	16500	5.04
20	35	72000	15000	4.8
20	45	51840	13500	3.84
20	55	34560	12000	2.88

## Préprocesseur PAC pour matrice de charge partielle

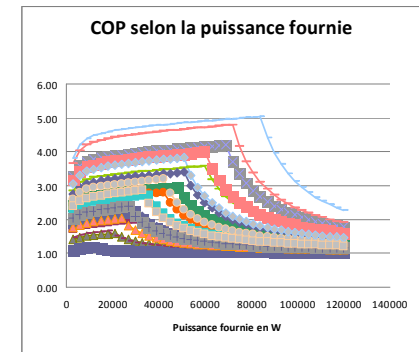
$$COP(LR) = C_{cp}(LR) \times COP_{pc}$$

- n LR : ratio de Puissance demandée / Puissance utile fournie
- n Ccp : coefficient de charge partielle en fonction du taux de charge
- n COP = Pfournie / Pcons
- n Pcons = Puissance (compresseur + auxiliaires) + irréversibilités des phases arrêt / démarrage
- n Indice pc : pleine charge

## Préprocesseur PAC pour matrice de charge partielle

### n Régulation Tout ou Rien (puissance fixe)

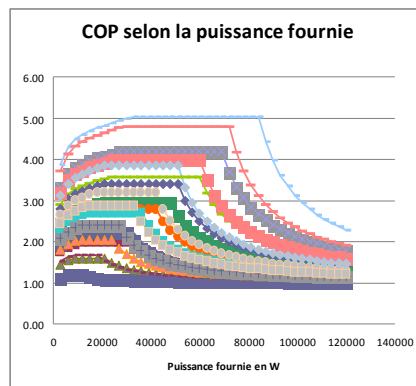
- Irréversibilité lors des phases d'arrêt et de démarrage
  - F Calcul forfaitaire selon inertie du circuit de distribution/émission
- Puissance absorbée par les auxiliaires quand compresseur à l'arrêt (Paux)
  - F Paux constant → à mesurer / valeur par défaut



## Préprocesseur PAC pour matrice de charge partielle

### n Régulation de puissance variable continue

- Pas d'irrégularités de cyclage
- Taux de charge mini (%) : LRcontmin
  - à mesurer ou valeur par défaut
- Ccp(LRcontmin)
  - à mesurer ou valeur par défaut
- Variation linéaire du Ccp entre LRcontmin et 100%



## Compatibilité Certification des PAC et RT2012

### n PAC air/eau

- NF PAC : certification de 2 à 6(+2 optionnels) points de la matrice
- Ecolabel : certification de 1 ou 2 points (Text = 2°C/Teau = 35 ou 45°C)
- EHPA : certification de 8 points de la matrice
- Eurovent Certification : 2 points de certification en mode refroidissement

### n Données de performance nécessaires à la RT2012 pouvant être intégrées rapidement / facilement dans les programmes de certification existants

- ToR : Puissance absorbée compresseur à l'arrêt (essai de 10 min)
- Puissance variable continue :
  - Taux de charge mini à déclarer (basculement ToR)
  - Puissance et COP à taux de charge mini

## Exemple de matrices pour chaudières

### n Matrice de puissance absorbée

amont	moyenne	Pabs à P <sub>fmax</sub>	Pabs à P <sub>f=0</sub>	Matrice 2 : Puissance absorbée énergie principale /Selon P <sub>f</sub> ournie							
				1200	2400	3600	20400	21600	22800	24000	
0	30	23046	12	1135	2259	3383	19365	20527	21691	22857	
0	35	23243	20	1147	2276	3405	19535	20712	21893	23077	
0	40	23445	29	1169	2312	3455	19740	20924	22111	23301	
0	45	23651	39	1188	2340	3492	19933	21129	22328	23529	
0	50	23860	50	1207	2369	3531	20130	21338	22549	23762	
0	55	24074	61	1227	2399	3571	20330	21551	22774	24000	
0	60	24292	72	1247	2429	3611	20535	21768	23004	24242	
0	65	24515	85	1268	2461	3653	20744	21990	23238	24490	
0	70	24742	98	1290	2493	3695	20957	22216	23477	24742	
0	75	24974	111	1313	2526	3739	21174	22447	23722	25000	
0	80	25211	125	1336	2560	3783	21396	22682	23971	25263	

## Exemple de matrices pour chaudières

### n Matrice de rendement

amont	aval	rendement P <sub>fmax</sub>		Matrice 3 : COP, rendement, ou EER							
				1200	2400	3600	20400	21600	22800	24000	
0	30	105	0	105.7	106.3	106.4	105.3	105.2	105.1	105.0	
0	35	104	0	104.6	105.4	105.7	104.4	104.3	104.1	104.0	
0	40	103	0	102.6	103.8	104.2	103.3	103.2	103.1	103.0	
0	45	102	0	101.0	102.6	103.1	102.3	102.2	102.1	102.0	
0	50	101	0	99.4	101.3	102.0	101.3	101.2	101.1	101.0	
0	55	100	0	97.8	100.1	100.8	100.3	100.2	100.1	100.0	
0	60	99	0	96.2	98.8	99.7	99.3	99.2	99.1	99.0	
0	65	98	0	94.6	97.5	98.6	98.3	98.2	98.1	98.0	
0	70	97	0	93.0	96.3	97.4	97.3	97.2	97.1	97.0	
0	75	96	0	91.4	95.0	96.3	96.3	96.2	96.1	96.0	
0	80	95	0	89.8	93.8	95.2	95.3	95.2	95.1	95.0	

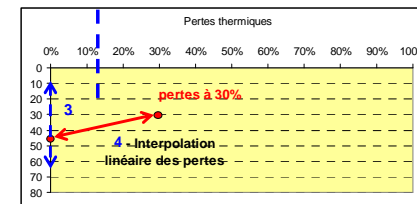
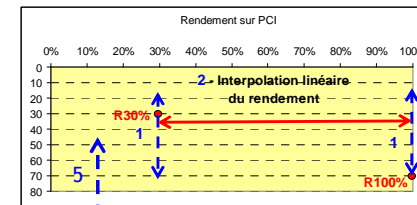
## Préprocesseur Chaudière

ref		Température moyenne	P fournie en W	P absorbée en W	rendement
P nominal		70	24000	24742	97.00
P mini		33	7200	6792	106.00
pertes à l'arrêt		50	50		
puissance des auxiliaires à Pn				100	

### n Tableau de données d'entrée pour générer la matrice

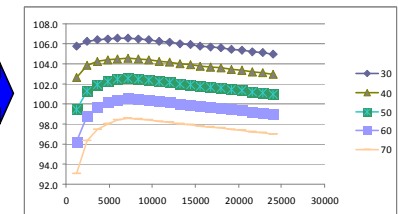
- Puissance nominale de la chaudière
- 4 données certifiées issues de la Base ATITA ([www.rt2005-chauffage.com](http://www.rt2005-chauffage.com))
  - F R100%, R30%, Pertes à l'arrêt, Puissance des auxiliaires
- Modèle pour déterminer les autres valeurs de la matrice
  - F Équations simplifiées : équations RT2005 revues et corrigées

## Préprocesseur Chaudière - Equations simplifiées



### n Matrice de rendement

- 1 - correction R30% e R100% = f(Teau)
- 2 - Interpolation linéaire du rendement entre 30 et 100%
- 3 - Correction des pertes à l'arrêt = f(Teau)
- 4 - interpolation linéaire des pertes entre 0 et 30%
- 5 - Transposition en rendement

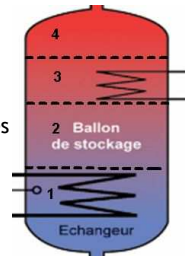


## Production ECS Solaire thermique

**n Association ballon de stockage + capteur solaire + chauffage d'appoint**

**n Données d'entrée**

- Caractéristiques ballon : Volume et Pertes thermiques (Cr.V)
- Capteur solaire: surface, rendement optique,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ , positionnement (azimut et inclinaison), facteur d'incidence
- Données système : coefficient d'échange de l'échangeur, pertes des tuyauteries, débit de la boucle, puissance de la pompe
- Données performances : valeurs de l'ensoleillement, mode de régulation (en fonction d'un niveau de rayonnement solaire ou de la température d'eau), température de consigne du ballon
- Préprocesseur/matrice du générateur d'appoint



**n Prise en compte de la certification NF CESI dans la RT 2012**

## Autres générateurs

**n PAC ECS**

- En cours de discussion avec DGALN / CSTB → réunion du 11 février 2010

**n PAC double service**

- A aborder ultérieurement sur la base des PAC ECS

**n Microcogénération**

- Ajout d'une matrice puissance électrique délivrée
- Données d'entrée et alimentation matrice en cours de discussion avec DGALN / CSTB

**n Appareil multifonctions**

- Ventilation + autres fonctions : chauffage, refroidissement, production ECS
- Association d'un module ventilation double flux avec récupération d'énergie et de différents générateurs
- Création de matrices selon combinaison des fonctions ??
  - F Chauffage (air et/ou eau) / Refroidissement
  - F Chauffage + ECS
  - F Refroidissement + ECS

## Conclusions

- n **Générateurs de la RT2005 transposés à la méthode RT2012**
  - Beaucoup de données d'entrée
    - F Données certifiées / Valeurs par défaut
    - F Utilisation de modèles avec équations simplifiées
- n **Le principe de préprocesseur/matrice permet d'introduire facilement d'autres types de générateurs dans la méthode de calcul**
- n **Travaux menés au sein du groupe de travail GT4 de la DGALN**
  - Dernière réunion : 11 février 2010
  - Intégration de tous les générateurs dans le moteur de calcul pour études de sensibilité → juin 2010

## Merci de votre attention

