

GDF SUEZ



GDF SUEZ

La Chaudière Électrogène



Présentation du 19 février 2009 – IUT de Pau

Frédéric PASTIER

Chef du macro-projet OSE : Offres de Solutions Énergétiques

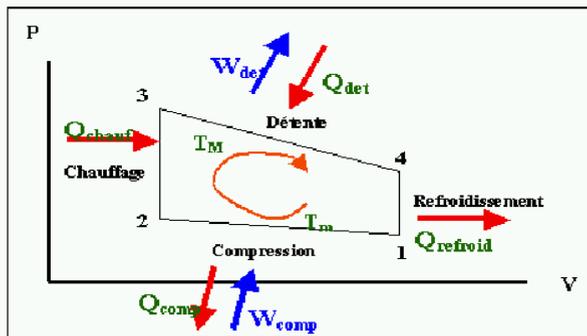
Un peu d'Histoire



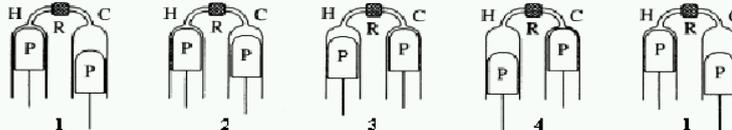
$$\eta = \frac{A_{tot}}{Q_c} = \frac{nRT_c \ln\left(\frac{V_3}{V_2}\right) + nRT_f \ln\left(\frac{V_1}{V_4}\right)}{nRT_c \ln\left(\frac{V_3}{V_2}\right)} = 1 + \frac{T_f \ln\left(\frac{V_1}{V_4}\right)}{T_c \ln\left(\frac{V_3}{V_2}\right)} = 1 - \frac{T_f \ln\left(\frac{V_4}{V_1}\right)}{T_c \ln\left(\frac{V_2}{V_3}\right)}$$

$$\frac{Q_f}{T_f} + \frac{Q_c}{T_c} = 0 \qquad \eta = 1 - \frac{T_f}{T_c}$$

Sadi Carnot



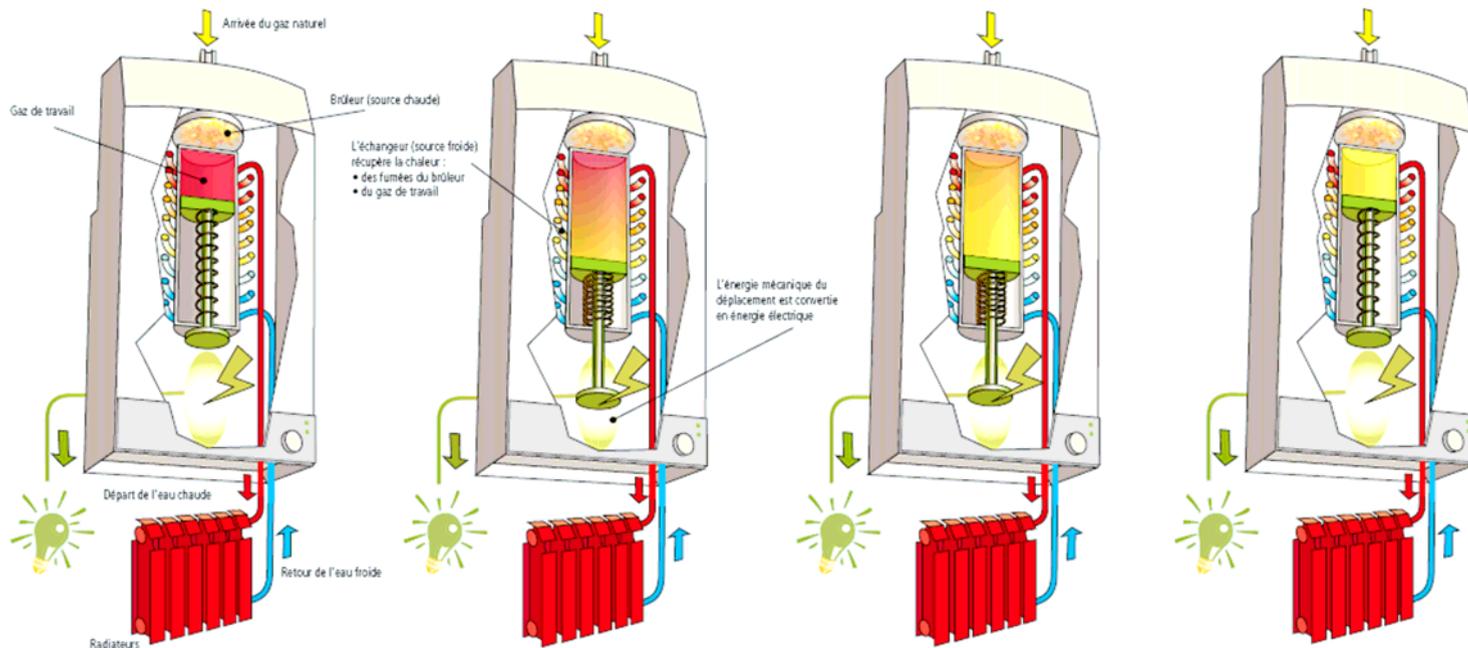
H = hot
R = regenerator
C = cold
P = piston



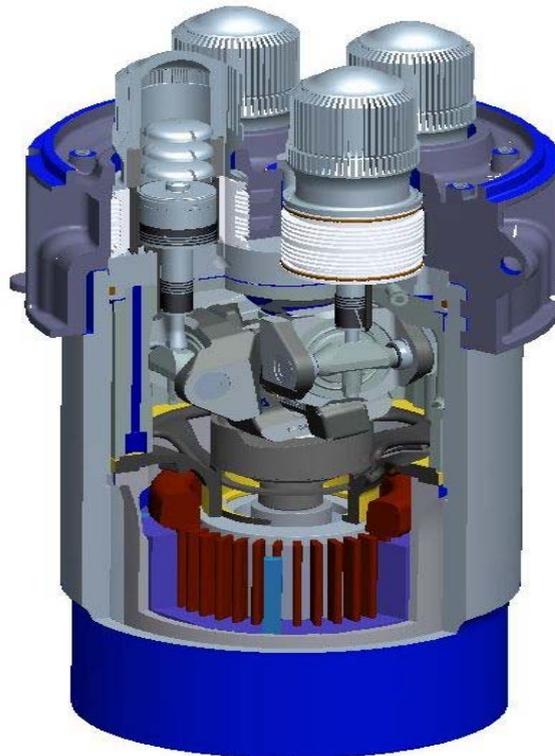
Robert Stirling



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU MOTEUR STIRLING

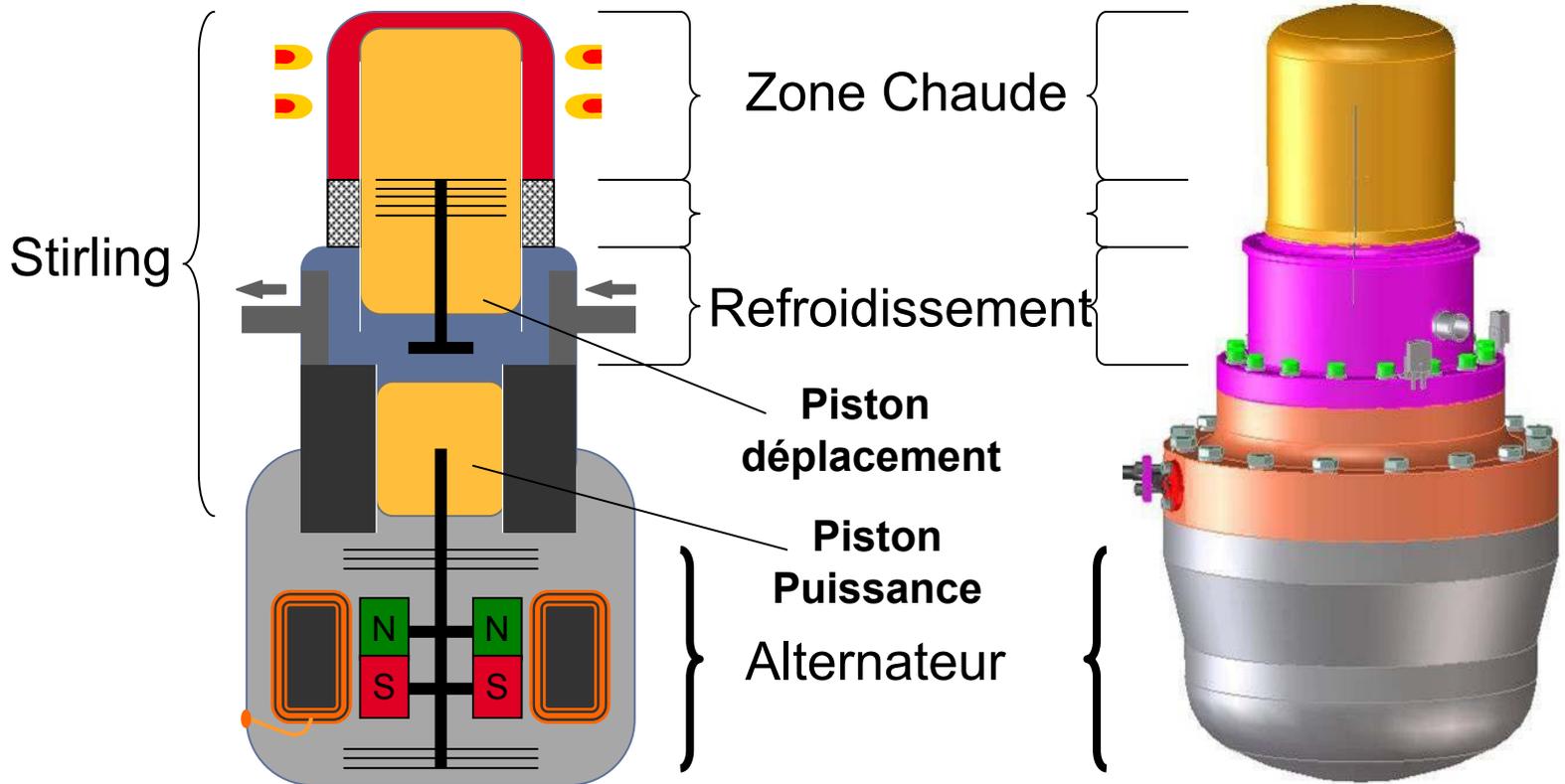


Stirling 4 pistons



F:\IUT Pau - 19 mars 2009\animated_wobble_yoke.mpg

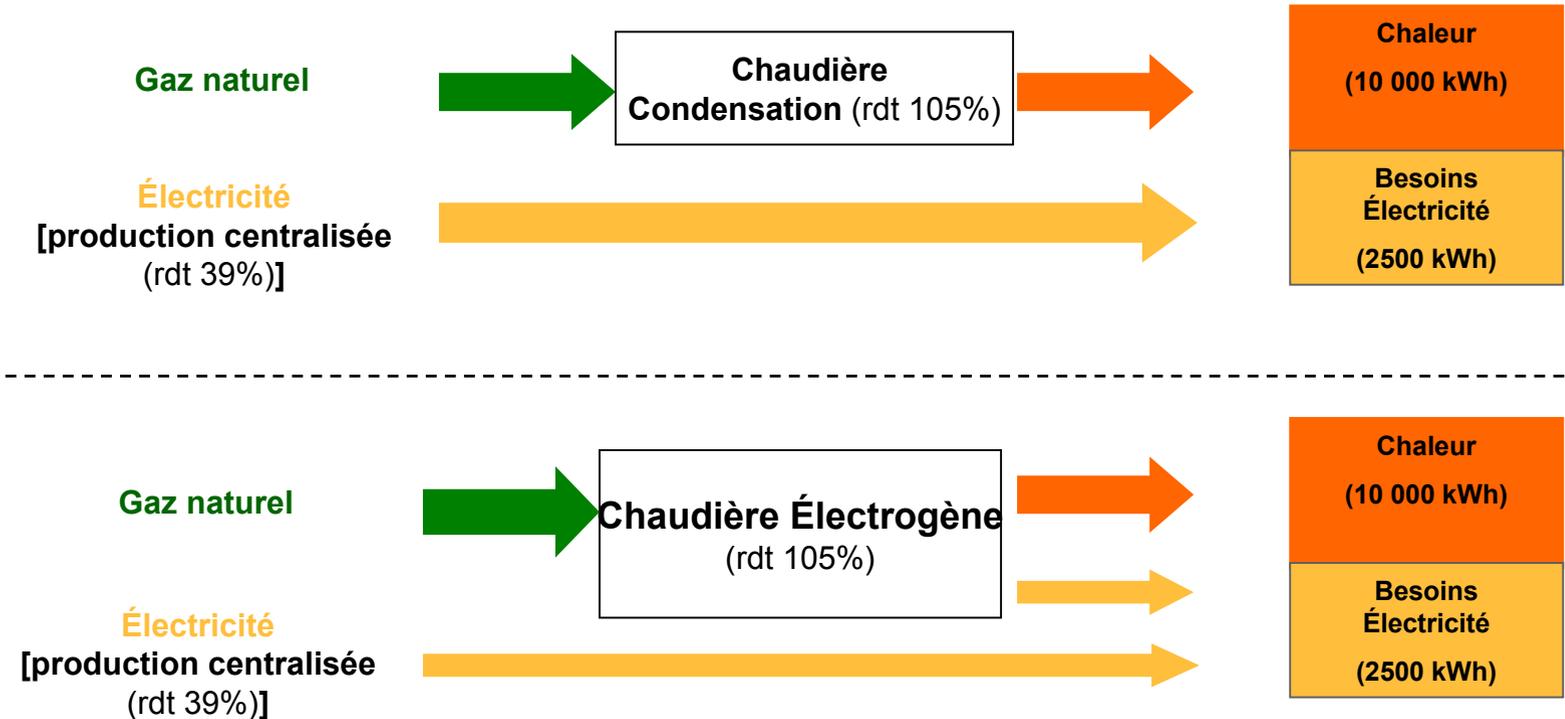
Stirling mono-piston



Gaz de travail = Helium à 30 bar

Les avantages de la chaudière électrogène

Besoins logement



- ⇒ Production d'électricité à 5 c€/kWh (soit deux fois moins chère que le tarif bleu)
- ⇒ Émissions de CO₂ : environ 245 g/kWhe produit (soit 2,5 fois moins que l'électricité appelée en période de pointe (600 gCO₂/kWhe))

Une offre industrielle en cours d'élaboration

Les actions menées par GDF SUEZ

- Collaborations avec les différents fabricants,
- Tests en laboratoires (performances et endurance),
- Expérimentation sur sites chez des clients (45 unités en France), et accompagnement de la filière,
- Évolution / Intégration dans les réglementations techniques et performance énergétique,

Année 2009 :

Déploiement de 200 à 400 unités dans le cadre d'opérations menées avec les fabricants.

Sortie commerciale à partir de 2010 / 2011

- Solution murale (combi-boiler),
- Solution au sol (colonne intégrée avec ballon)



Synthèse des développements produits en cours

La chaudière électrogène et la PàCo individuelles sont développées par les chaudiéristes

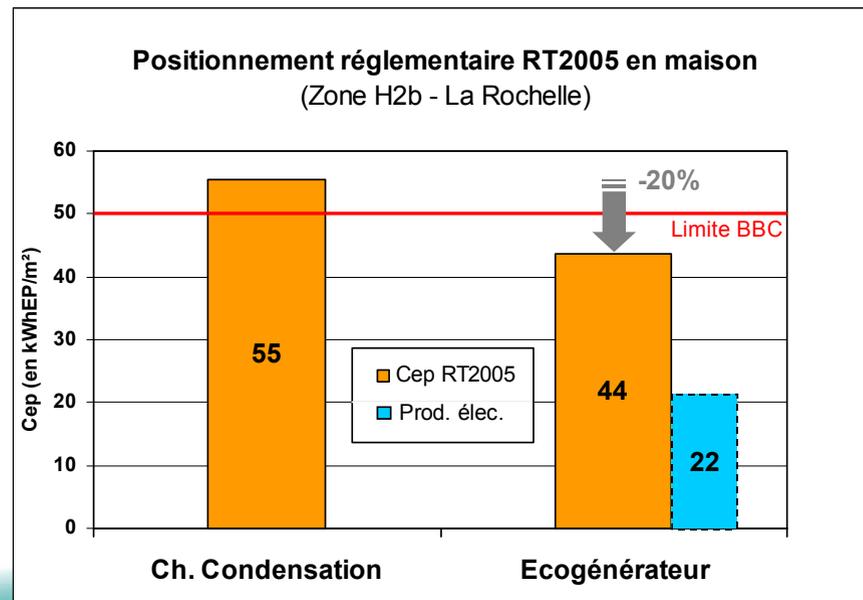
	 MTS	 Bosch	 Vaillant	 Baxi	 Remeha	 Viessmann	 Whispergen
Moteur Stirling	Enatec	Enatec	Microgen	Microgen	Microgen	Microgen	Whispergen/ Mondragon
Test terrain	Europe 500 unités 2009-2011	Europe 500 unités 2009 - 2011		50 préséries field test (T4 2008)	Pays Bas 100 unités 2008		2000 unités en Europe dont 40 France T3/2007
Date de sortie commerciale annoncée	2011 (murale)	2011 (murale)		UK T2 2009	UK et P Bas: T3 2009 FR et All : T1 2010		T1/2009
Type de Chaudière	Sol + ballon intégré puis murale (2011)	Sol + ballon intégré puis murale (2011)	Murale	Murale + ballon possible	Murale + ballon possible	Murale + ballon possible	Sol + ballon externe
Pile à Combustible	Acumentrics (SOFC)	Idatech / RWE (PEM 5 kWe)	Plug Power (PEM) Webasto (SOFC)	Baxi innotec (PEM 1,5kWe)	CFCL / GdF / Nuon (SOFC 1 kWe)	PEM 2 kWe	-
Pays pilote du projet pour le Groupe							
Échanges en cours	✓	✓		✓	✓		✓

Chaudière électrogène et Réglementation Thermique

Titre V déposé par GDF SUEZ et validé par la commission d'experts de la DHUP (en attente de publication d'arrêté déb. 2009)

- Une seule donnée d'entrée suppl. : le rendement moyen de production électrique
 - **Valeur mesurée sur un cycle de fonctionnement de 30 min du module principal (départ arrêté) incluant la consommation électrique de la chaudière (hors pompe).**
- Intégration de la méthode dans les logiciels de calcul thermique

Un atout majeur pour l'obtention des labels BBC



Les réalisations en France menées par GDF SUEZ

Dans l'existant, 40 maisons individuelles équipées de chaudière électrogène depuis plus d'un an en région Rhône Alpes

- Produit Whispergen (modèle MK5-B) au sol (testé en laboratoires en 2007),
- Puissance électrique = 1 kWe ; Puissance thermique utile = 14 kW ; rendement 91-97% ;



Sociétés classiques d'installation et maintenance (chauffagiste et SAV)

Surcoût installation de 300 € (compteur injection) par rapport à une chaudière

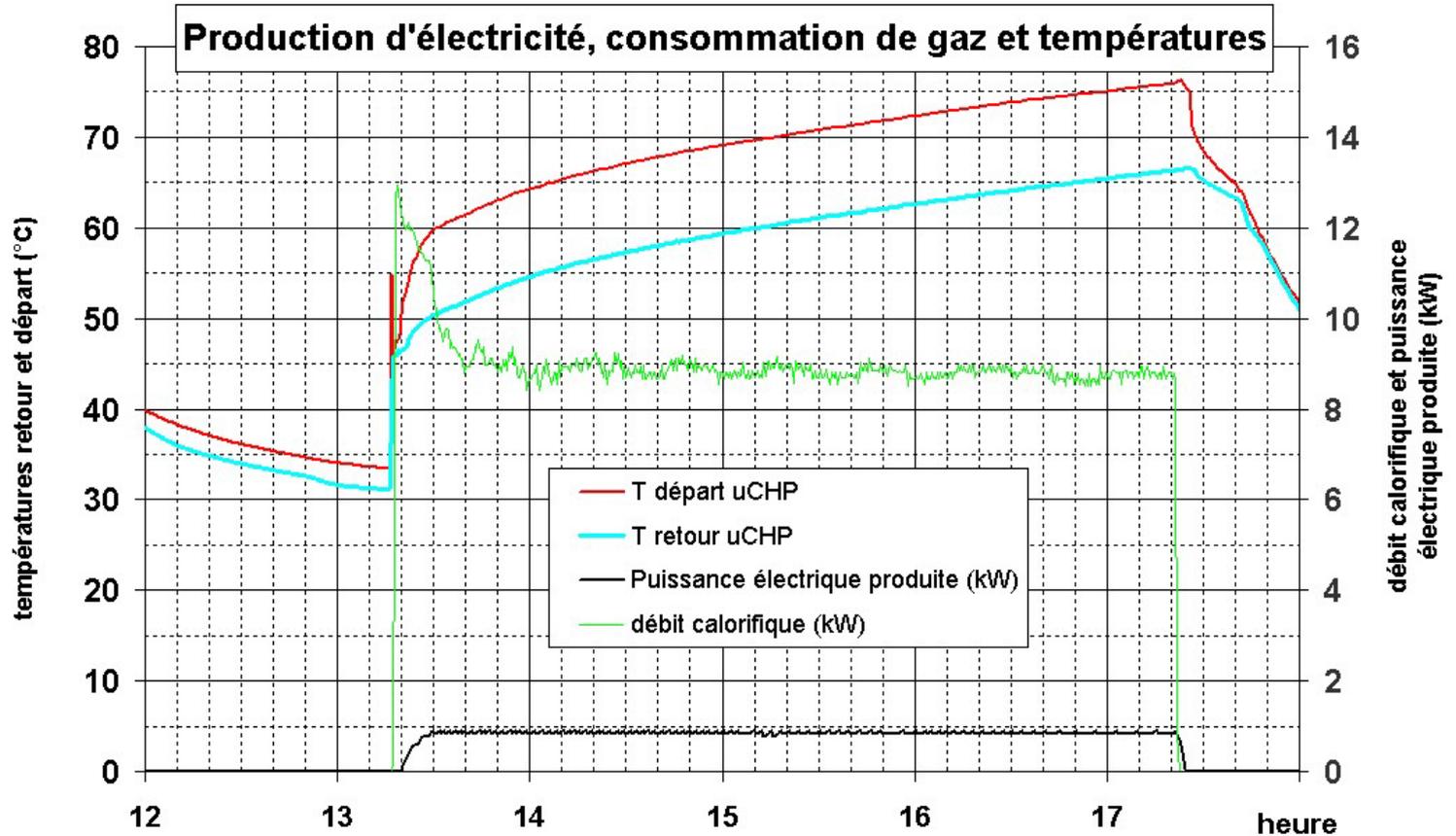
Retour d'expérience sur Longueur et complexité des procédures (> 8 mois) – Actions de simplification

Confirmation « terrain » réduction factures ; satisfaction clients

Dans le neuf, 1 maison individuelle (France confort, Valence, septembre 2008) et 4 appartements (France Habitation, Épinay sur Seine, septembre 2008)

Profils relevés en Rhône Alpes

Chaudière électrogène de type MK5-B (Whispergen)



Premiers résultats

Installation d'un prototype /pré-série, (MK 5-B)

Économie sur facture de gaz : installation écocogénérateur, thermostat programmable.

Economie sur facture d'électricité : moins d'électricité achetée (autoconsommation) et une « revente ».



	Consommations (kWh) (moyenne 2006-2007)		Bilan 2008 (kWh)			Économie factures élec/gaz
	GAZ	ELEC.	GAZ	ELEC produite	ELEC Besoin	
Client n°5	24 202 kWh	3 048 kWh	22 205 kWh	1487 kWh (autocons. 520kWh) (revente 976kWh)	2 850 kWh	- 17 %

Atouts des Chaudières électrogènes

Client

À confort équivalent,
une réduction de sa
facture énergétique
annuelle globale Gaz +
Électricité de 15 à 20%

Environnement

Réduction des émissions de CO₂
= 1 tonne CO₂ évitée par an



Produit

Entretien très facile = une fois par an
Bon rendement (80% du cycle de Carnot)

Faible pollution

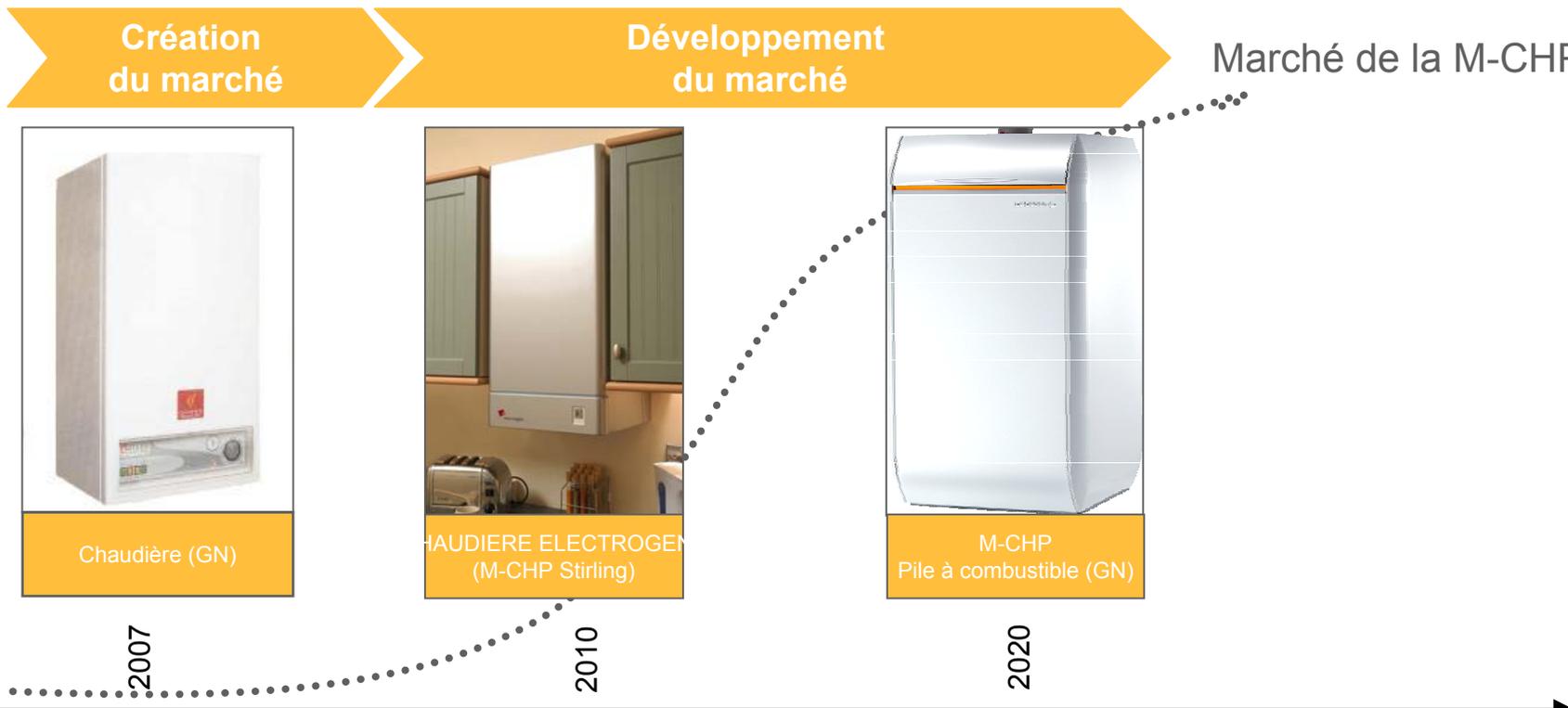
Gaz de travail = azote ou hélium

Peu de vibration

Production d'électricité décentralisée => Économie réseau Elec

Évolution des technologies

Une réponse aux besoins évolutifs des logements



besoins



Besoin électrique



Besoin thermique

Des solutions gaz naturel, pour répondre aux enjeux du Grenelle

Chaudière condensation

Chauffe-Eau Solaire Individuel

Chaudière Electrogène

Pompes à chaleur gaz (absorption)

Réf. RT 2005

Chaudière basse
température
&
isolation standard

Label BBC

Chaudière à condensation &
isolation renforcée
Chaudière à condensation &
solaire (thermique ou
photovoltaïque)
Ecogénérateur
PAC-Gaz absorption

Énergie passive ou positive

Chaudière à condensation
PAC-Gaz absorption
Ecogénérateur
Pile à combustible
& isolation renforcée
& solaire photovoltaïque

env. 100 kWh/m²/an

env. 80 kWh/m²/an

env. 50 kWh/m²/an

0 kWh/m²/an d'énergie primaire

Logement
neuf

2008

2010

2012

2020

GDF SUEZ



Zoom sur :

Opération de démonstration
40 chaudières électrogènes
en région Rhône-Alpes



Premiers produits testés en France



Whispergen (2003 – 2008)



De Dietrich (2008)

- Rendement global : 105 % (PCI)
 - Rendement électrique de 10 à 15%
 - Rendement thermique de de 89% à 94%
- Ratio Elec/chaleur adapté aux besoins actuels
 - Puissance thermique min. : 7kW
 - Puissance thermique max. : 14kW – 28 kW
- Puissance électrique brute 1kW.
- Émissions de polluants : Bas NOx
- Réduction des émissions de CO₂ = 1 tonne / an évitée

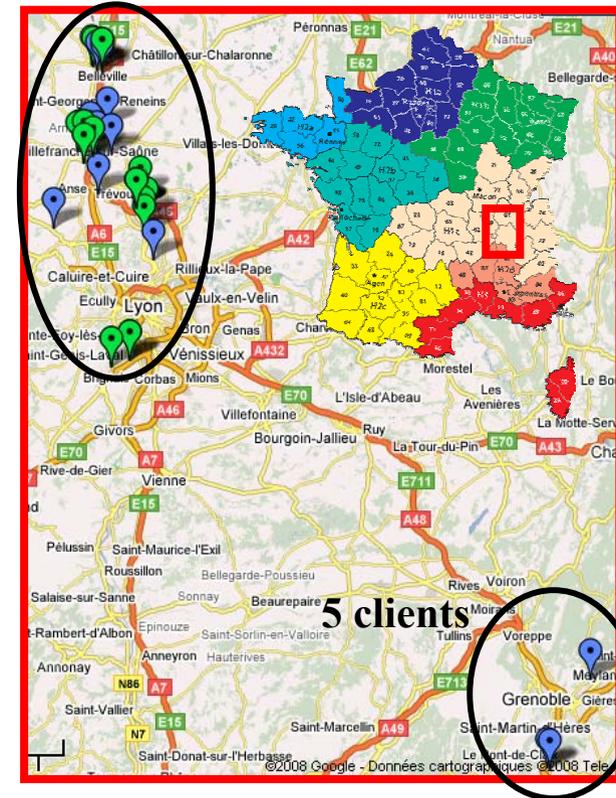


Historique collaboration Whispergen => tests en laboratoire

- Tests de caractérisation (essais en mode chauffage, régime permanent) – banc d'essais chaudières
- Tests d'endurance (vieillesse accélérée) - salle/banc d'endurance
- Test de performances en conditions réelles : préparer les installations sur site - bâtiment expérimental
 - Performances énergétiques en chauffage et ECS
 - Confort thermique et mesures acoustiques
 - Test de deux architectures hydrauliques et de la régulation associée
 - Montée en compétence pour formation installateurs et maintenance

- Rhône-Alpes (Villefranche-sur-Saône et Grenoble)
- Partenaire SAVELYS,
- Clients particuliers, maisons individuelle
- Remplacement de la chaudière existante par une chaudière électrogène WhisperGen
- Lancée printemps 2007 – sélection clients été-automne 2007, installations octobre 2007-mai 2008

35 clients



Appareil installé : la chaudière électrogène au sol Whispergen (modèle MK5b) testée en 2007 :

➤ Puissances

- Puissance électrique : 1 kW
- Puissance thermique utile : 14kW

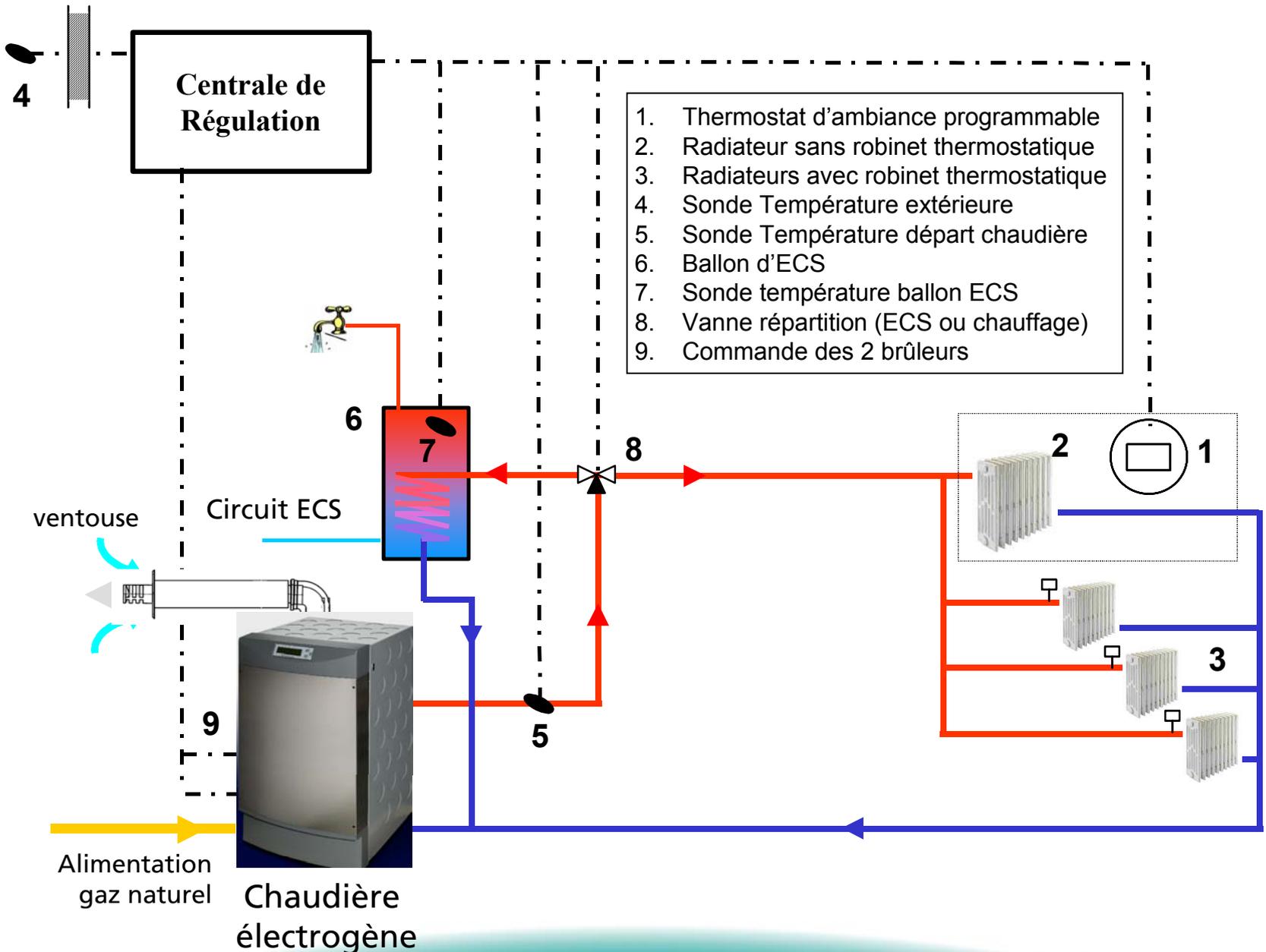
➤ Performances énergétiques

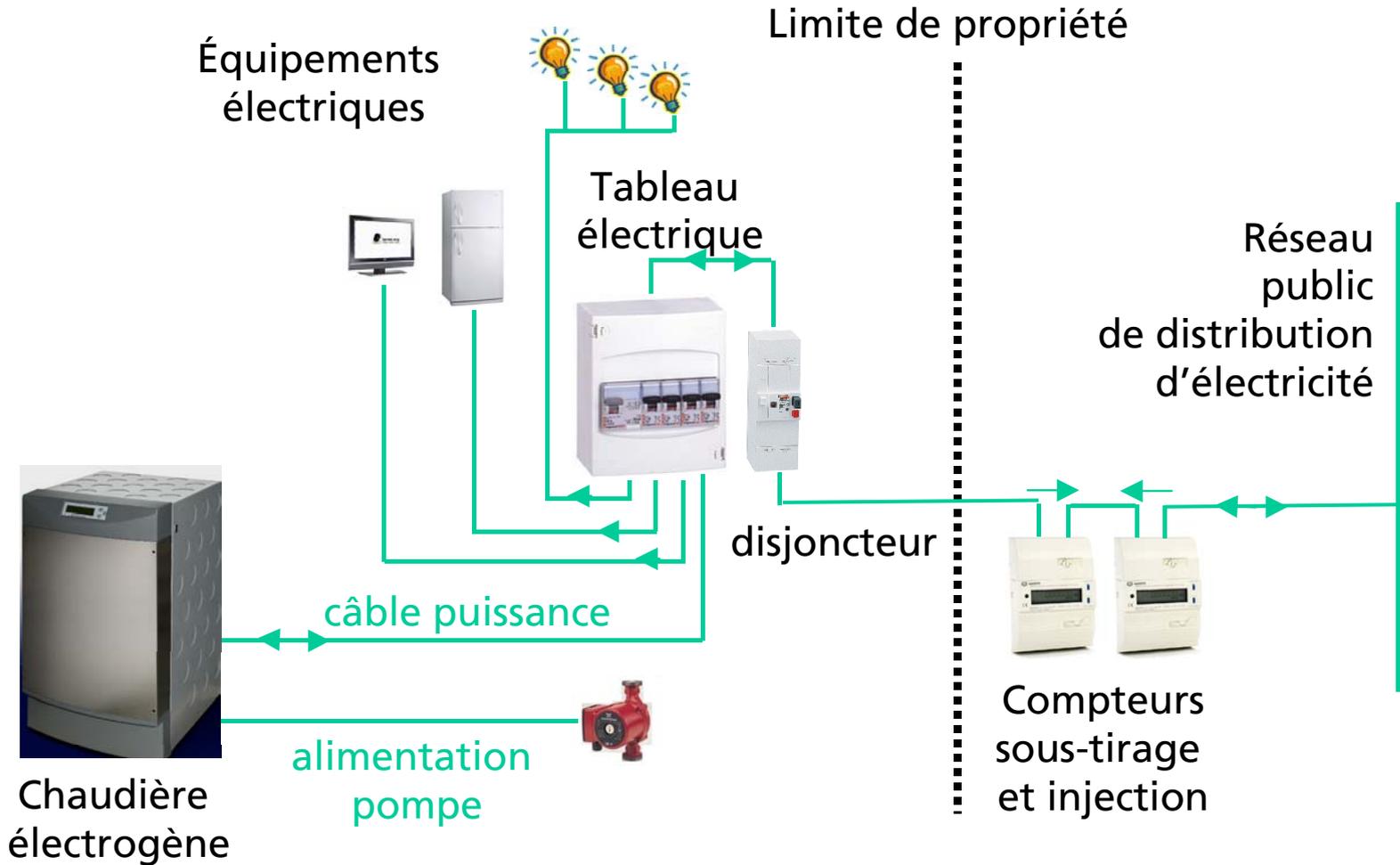
- rendement global jusqu'à 97% (sur PCI)
- ratio électricité / chaleur = 1/8

GDF Suez Qui fait quoi ?

- La **DRI**, pilote de l'opération, transfère ses compétences aux installateurs, instrumente chaque site afin de relever les profils de consommations et prend en charge les procédures de raccordement au réseau électrique et de rachat de l'électricité injectée.
- **SAVELYS** (accompagné par la DR) gère la sélection des sites, l'installation, la mise en service et la maintenance des unités chez les clients.







- Confirmer la **fiabilité** des matériels actuellement disponibles.
 - Initier une **montée en compétence de la filière** d'installation et de maintenance.
 - **Affiner les résultats des études** économiques, techniques et environnementales
 - Compréhension et évaluation des **procédures administratives** liées au raccordement électrique
 - Améliorer notre **connaissance des clients** potentiels et de leurs besoins.
 - Test de différents **modes de régulation** de la chaudière afin d'optimiser les performances, les émissions et le confort du client.
- Satisfaisant mais recul encore insuffisant, Machine bruyante dans sa version actuelle (niveau sonore >50dB)
 - Une compétence complémentaire légère de l'installateur en électricité est nécessaire.
 - Seul un surcoût à l'installation d'environ 200€,
 - Temps d'installation comparable à une chaudière
 - Attente résultats sur une saison complète de chauffe
 - Mise en évidence de la longueur et la complexité des procédures de raccordement électrique et de rachat (> 8 mois)
 - Premiers retour très positifs
 - Résultats attendus fin hiver 2008-2009

10 grandeurs mesurées (chaque 1 minute)

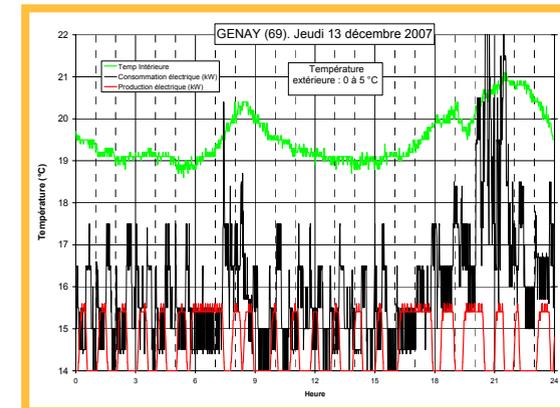
- 1 compteur gaz
- 3 compteurs électriques : Production, sous- tirage, injection
- 2 compteurs eau : chaudière, puisage ECS
- 4 températures : pièce thermostat, départ et retour chaudière, ballon ECS

Rapatriement données automatique 2 fois par jour

- Stockage sur PC dédié et sécurisé
- Exploitation sur modèles séparés

Mesures utilisées par le projet :

- Dresser des bilans énergétiques (fichiers hebdomadaires + traitement + bilans).
- Évaluer l'impact sur le réseau électrique du parc de chaudières électrogène (fichiers jour des 40 sites simultanément)
- Mieux comprendre le fonctionnement et optimiser la régulation pour la production d'électricité (fichiers jours)



GDF SUEZ



**Je vous remercie
de votre attention !**

