

**CONFÉRENCE IDÉES – FONDATION TUCK
IFP – RUEIL 25-04-2017**

**POINT SUR LA COGÉNÉRATION GAZ,
OUTIL D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE**

Patrick Canal
Délégué Général du Club Cogénération
Association Technique Énergie Environnement (ATEE)

SOMMAIRE

- Contextes énergétique et réglementaires, et environnement français de la filière cogénération
- État actuel du parc d'installations en France et des dispositions de soutien à la filière
 - Statistiques de production / Parc actuel de cogénérations gaz
 - Technologies déployées & segmentation du parc
 - Atouts de la filière et raisons de son soutien par la France et la CE
 - Dispositifs de soutien – Cadre réglementaire et communautaire
 - Marchés des micro et mini cogénérations
 - Potentiel et Perspectives

- Un contexte énergétique peu porteur, dans un environnement énergétique en pleine mutation aujourd'hui...

LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE AU NIVEAU EUROPÉEN

- **Des objectifs définis au niveau européen**
 - Objectifs « 3x20 » à horizon 2020
- **Pour atteindre ces objectifs, de nombreuses directives européennes sont en cours de révision**
 - Elles concernent le marché de l'électricité, la sécurité d'approvisionnement, les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, la gouvernance
- **Des compétences partagées entre l'UE et les Etats membres**
 - Les États restent souverains sur « la structure générale de leur mix énergétique »
 - Toute subvention publique doit être notifiée et validée par la Commission

DEUX TEXTES EUROPÉENS IMPORTANTS POUR LA COGÉNÉRATION

- **La directive « Efficacité énergétique » définit le cadre applicable à la cogénération :**
 - Seules les cogénérations à haut rendement peuvent être subventionnées ($E_p > 10\%$)
 - Droit aux garanties d'origine pour l'électricité issue de cogénération
 - Priorité d'appel à l'électricité issue de cogénération à haut rendement lors des appels de RTE
- **Les lignes directrices 2014-2020 précisent les conditions sous lesquelles une aide d'Etat est autorisée :**
 - Vente de l'électricité sur le marché obligatoire au-delà de 500 kW, tarif d'achat autorisés en-dessous
 - Procédure d'appel d'offres obligatoire au-delà de 1 MW
 - Taux de rentabilité raisonnable... (Environ 5% après impôts pour la cogénération)

POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE & COGÉNÉRATION :

- Le cadre européen
- **Le cadre national**
- Les nouveaux dispositifs de soutien à la cogénération

LA LOI RELATIVE À LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE POUR LA CROISSANCE VERTE (LTECV)

LES PRINCIPAUX OBJECTIFS DE LA LOI DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE



-40% d'émissions
de gaz à effet de serre
en 2030 par rapport
à 1990



-30% de consommation
d'énergies fossiles
en 2030 par rapport
à 2012



Porter la part des énergies
renouvelables à **32%** de
la consommation finale
d'énergie en 2030 et à **40%**
de la production d'électricité



Réduire la consommation
énergétique finale
de **50% en 2050**
par rapport à 2012



-50% de déchets
mis en décharge
à l'horizon 2025



Diversifier la production
d'électricité et baisser la
part du nucléaire à **50%**

Cogénérations gaz : Que représente le parc de cogénérations gaz en France ? Sa situation par rapport aux autres parc européens

LA COGÉNERATION AU GAZ NATUREL EN QUELQUES CHIFFRES

~12 TWh_{th}

- de chaleur produite en 2015
- 2,4% du besoin national

~10 TWh_e

- produits en 2015
- 2,1% de la consommation nationale

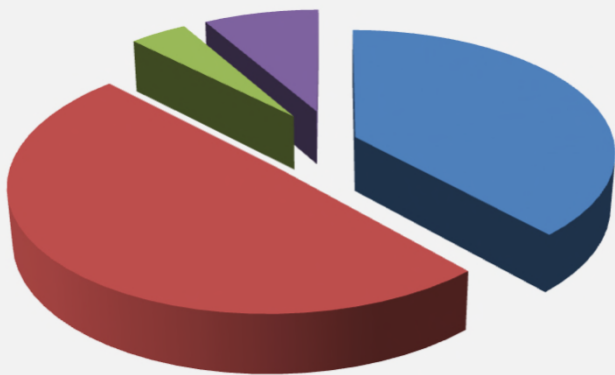
~875*

- sites sur tout le territoire
(* > 50 kWe)

~4,6 GW_e

- de puissance installée
- 20% du thermique à flamme

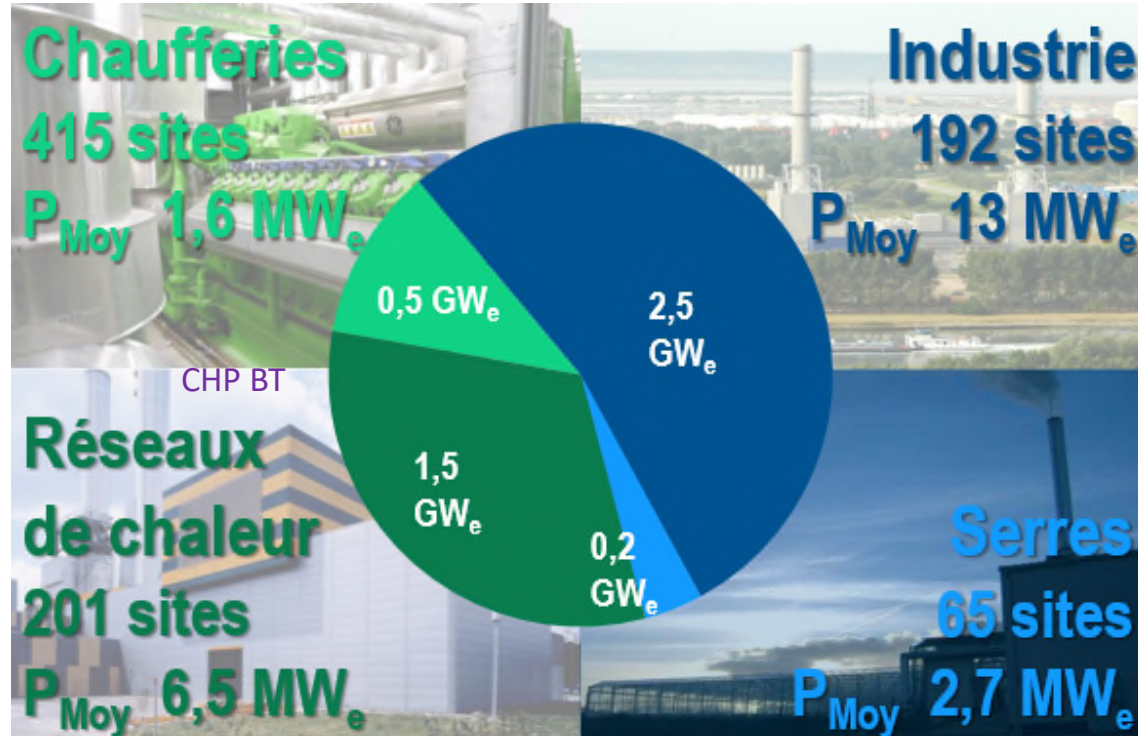
SITUATION ACTUELLE DES COGÉNÉRATIONS DU PARC FRANÇAIS DE COGÉNÉRATIONS ALIMENTÉES AU GN : UN SOUTIEN DEPUIS 1997 VIA L'OBLIGATION D'ACHAT



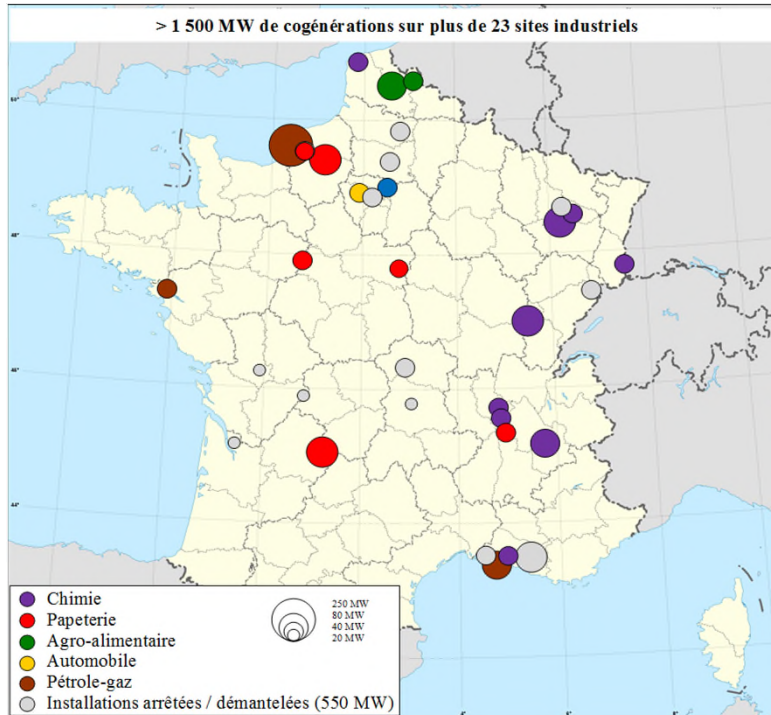
SITUATION DU PARC D'INSTALLATIONS AU 01/04/2016	PG (MW)	Nombre de sites	répartition en %
Sous obligation d'achat C13 (C01) (statistiques hiver 2015-2016)	~ 1 903 MW	571	41,6%
En logique de marché annoncée (dont 1,8 GWe garantis sous contrat transitoire de capacité jusqu'à fin 2016 sur 27 sites)	~ 2 460 MW	133	53,8%
En attente de décision (sortie d'OA)	~ 206 MW	169	4,5%
Démantelées	~ 414 MW	63	

~4569 MW DE COGENERATIONS GN AU 01/04/2016 SUR ~5 GW DE 2002

UN PARC DE 4 600 MWe SUR PLUS DE 850 SITES AVEC MOINS DE 100 MW DE PETITES COGÉNÉRATIONS ($P < 1000 \text{ kW}_e$) ET $\sim 10 \text{ MW}$ EN BT ($< 250 \text{ kW}$)



LES COGÉNÉRATIONS INDUSTRIELLES À GAZ SUPÉRIEURE À 12 MW EN FRANCEⁱ



Secteurs	Sites industriels	Conso. chaleur sites	Part chaleur en % des coûts	Installations non encore démantelées	Besoins en réinvestissement
Chimie	10	10 – 15 TWh/an	10 %	15 unités 600 MW	60 - 70 M€
Papeterie	6	3 – 4 TWh/an	5 – 10 %	8 unités 300 MW	> 30 M€
Agro-alimentaire	2	2 – 3 TWh/an	7 – 15 %	3 unités 130 MW	> 20 M€
Automobile	1	NC ²	NC	1 unité 45 MW	NC
Pétrole-gaz	3	> 10 TWh/an	5 %	5 unités 400 MW	NC
TOTAL	22	25 – 30 TWh/an	5 – 15%	33 unités 1 550 MW	> 150 M€

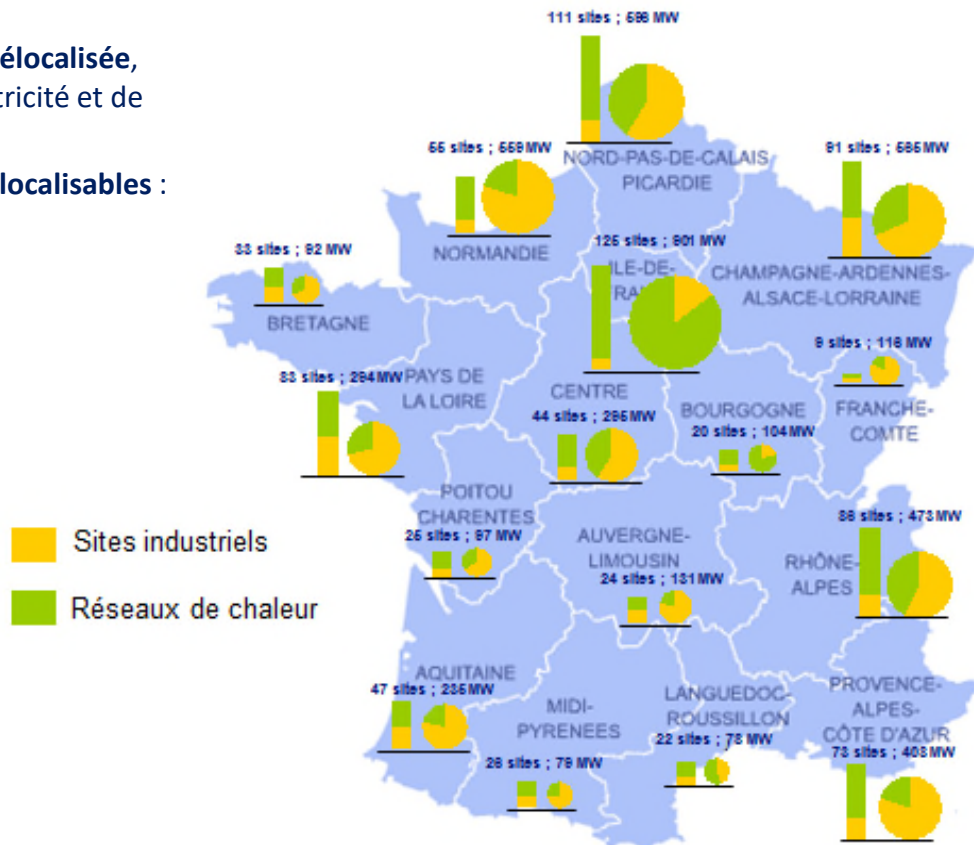
ⁱCes données représentent une estimation de l'UNIDEN sur la base des enquêtes conduites auprès de ses membres. Cette liste ne saurait être exhaustive.

²NC : non communiqué ou non communicable

IMPLANTATION RÉGIONALES DES COGÉNÉRATIONS EN MÉTROPOLE

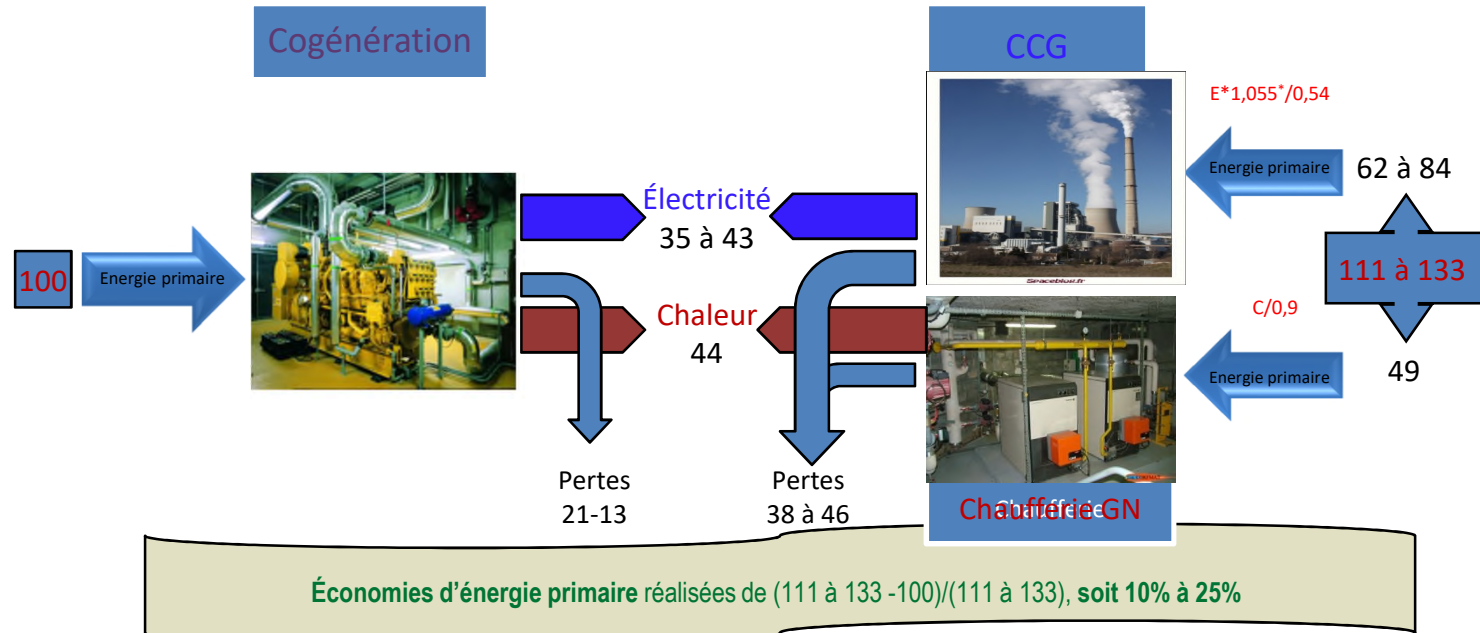
Une forte implantation régionale et délocalisée,
sur les lieux de consommations d'électricité et de chaleur

Une filière créant des emplois non délocalisables :
environ 20 000 à 30 000 emplois/an



Les atouts que présente la cogénération

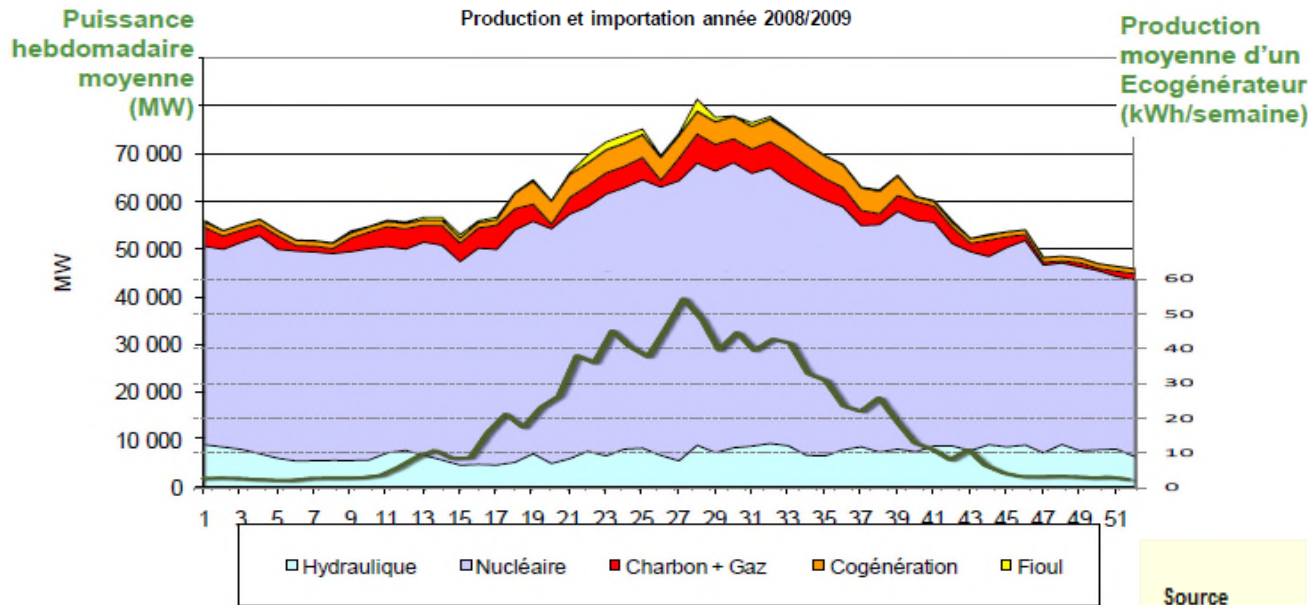
La cogénération est un moyen de production combinée d'électricité et de chaleur performante qui garantit entre 10% et 25% d'Ep vs les meilleures techniques de productions séparées



➔ **l'outil de production d'électricité par voie thermique le plus performant compte tenu de la valorisation en basse température et de la production d'électricité délocalisée (BT/MT)**

- EE moyenne de **15%** garantissant près de **2,25 TWh/an** d'économies d'énergie primaire sur le parc

Le service rendu sur les pointes électriques est maximum, grâce au pilotage des cogénérations climatiques par les besoins thermiques des sites consommateurs dans un mix thermosensible (Métropole)

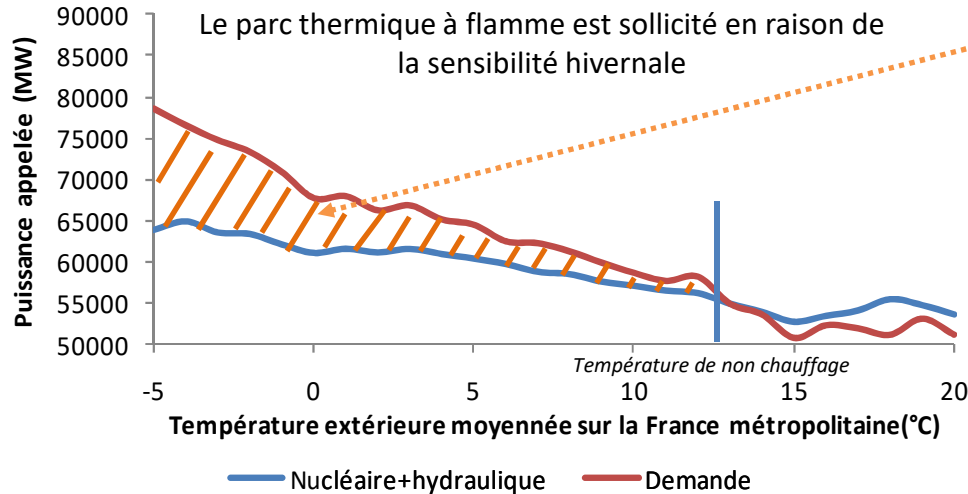


Source RTE (voir eCO2mix sur www.rte-france.com)

La production des cogénérations climatiques est concomitante des besoins de pointes électriques

Une solution à la pointe saisonnière carbonée en augmentation constante et contraignant le système électrique

Sensibilité au froid du parc de production



Données RTE - 2010

Thermique centralisé à flamme et importations :

- Charbon ~ 953 gCO₂/kWh
- Fioul ~ 850 gCO₂/kWh
- Gaz ~ 408 gCO₂/kWh

VS

CHP à 80% de rendement :

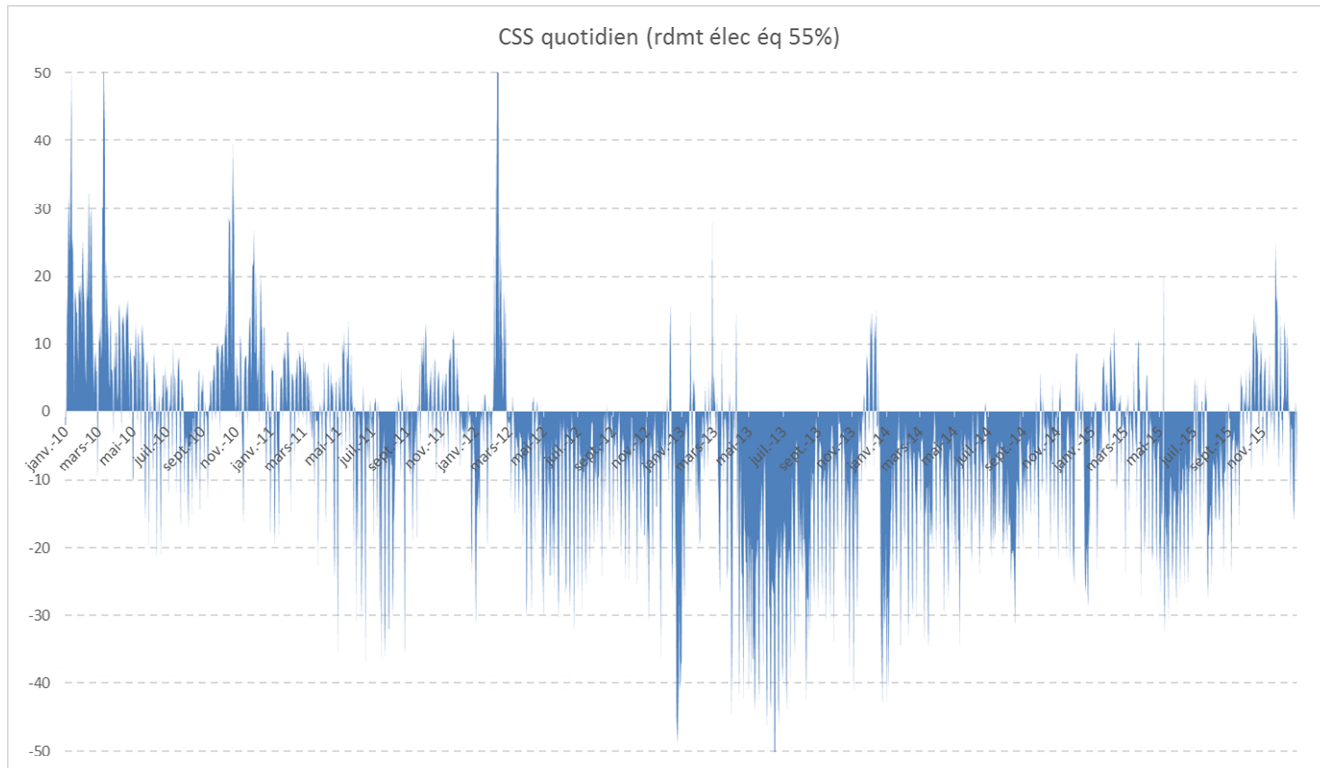
- Gaz naturel ~ 256 gCO₂/kWh

μCHP à 95% de rendement :

- Gaz naturel ~ 215 gCO₂/kWh

- Une réduction des émissions de CO₂ conséquente est donc réalisée : ~8 Mtonnes

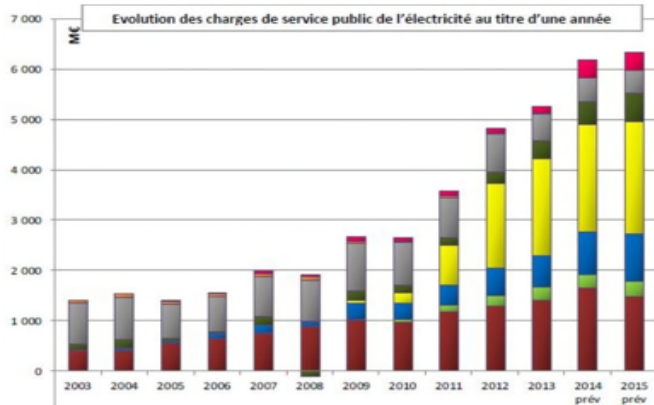
Historique des prix de marché → baisse du CSS et plus forte volatilité des prix de marché



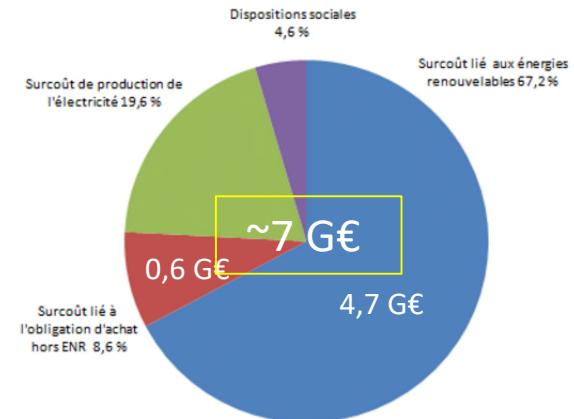
Sources: EPEX Spot, Powernext, ICE

Les modalités de financement des aides d'état aux EnR et aux Cog. gaz

- Le soutien à la filière cogénération s'élève à près de **779 M€** pour l'hiver 2015-2016 (soit **~2,5 €/MWh** sur la facture du consommateur) :
 - 699 M€/an** pour les contrats d'obligation d'achat (< 12 MW)
 - ~80 M€/an** pour les contrats de prime à la disponibilité (> 12 MW)
- Enjeu : maîtriser et rembourser la dette de CSPE
 - Financement des cogénérations gaz => porté par le budget général de l'Etat



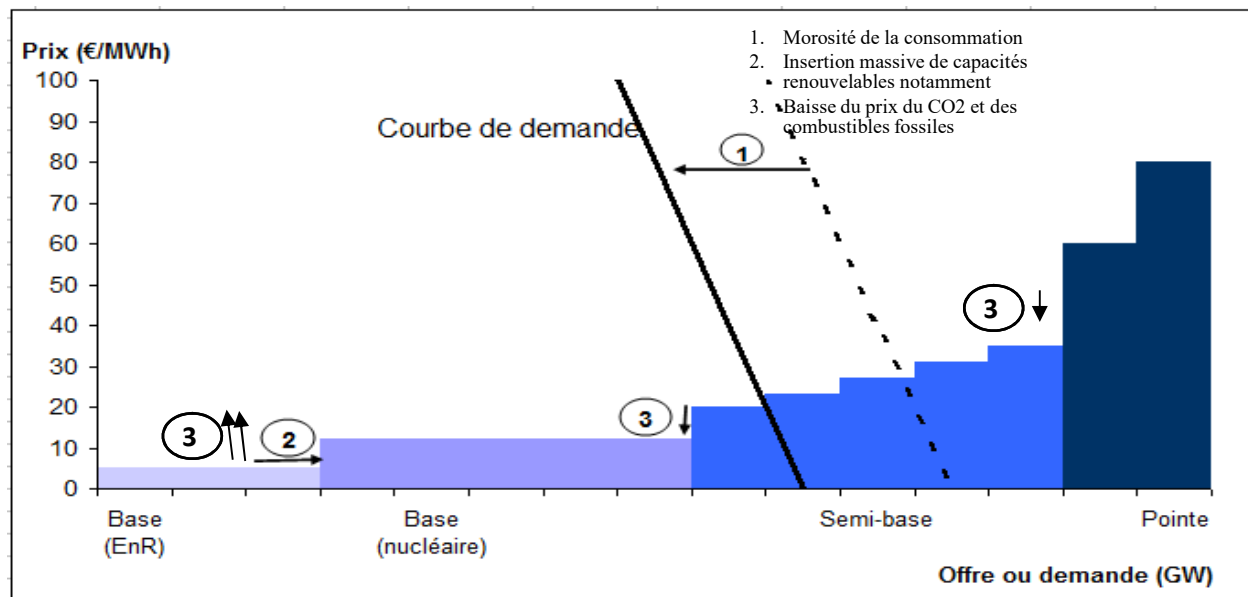
- Dispositions sociales
 - Autres contrats d'achat (MC)
 - EnR (ZNI)
 - Autres EnR (MC)
 - Photovoltaïque (MC)
 - Eolien (MC)
 - Cogénération (MC)
 - Péréquation tarifaire dans les ZNI hors EnR
- EnR : énergies renouvelables
MC : métropole continentale
ZNI : zones non interconnectées



Source : Prévisionnel CRE pour 2016

Source CRE

Le fonctionnement difficile des marchés européens de l'électricité



- Evolution des prix spot :
 - En 2008 : 80 €/MWh
 - 2009-2013 : entre 50 et 60 €/MWh
 - 2014-2015 : < 40 €/MWh (2016 en nette hausse en raison des arrêts de tranches nucléaires)
- ➔ Mise en place du mécanisme de capacité à partir de 2017
- ➔ Transition de l'obligation d'achat vers un système de complément de rémunération

Dispositifs de soutien depuis le 1^{er} janvier 2016

Deux textes européens importants pour la cogénération

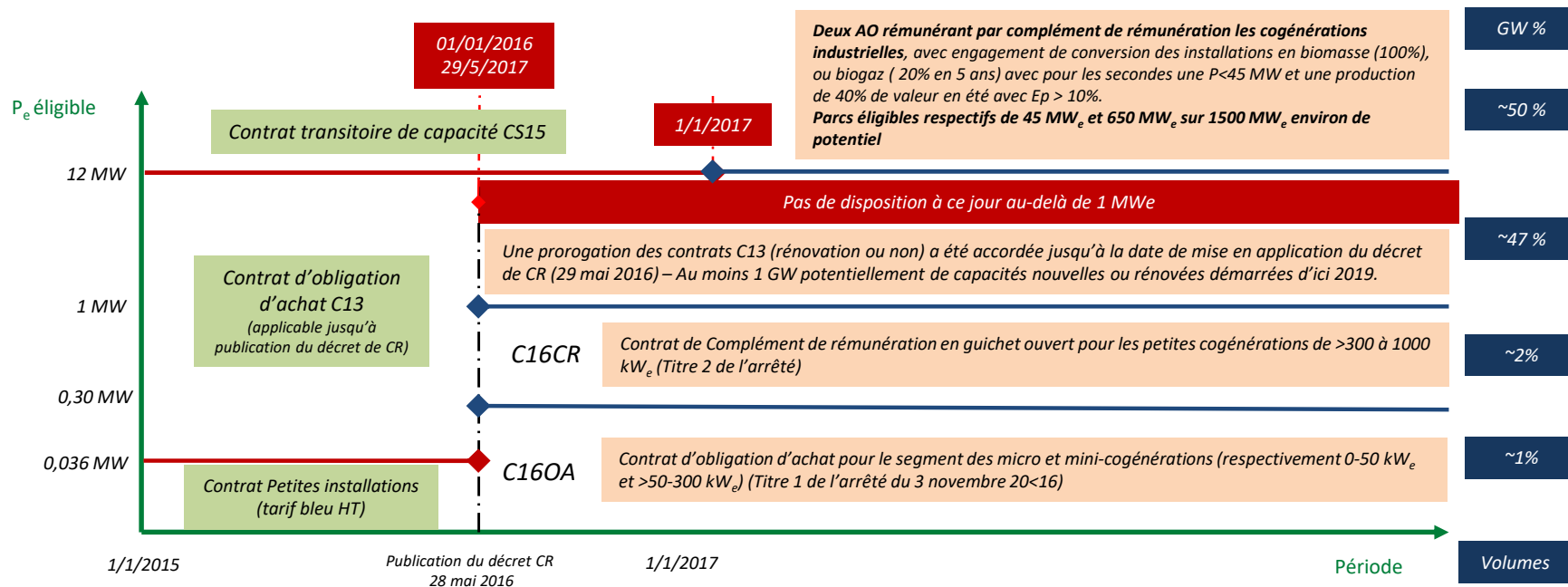
- **La directive « Efficacité énergétique » définit le cadre applicable à la cogénération :**
 - Seules les cogénérations à haut rendement peuvent être subventionnées (Ep > 10%)
 - Droit aux garanties d'origine pour l'électricité issue de cogénération
 - Priorité d'appel à l'électricité issue de cogénération à haut rendement lors des appels de RTE
- **Les lignes directrices 2014-2020 précisent les conditions sous lesquelles une aide d'État est autorisée :**
 - Vente de l'électricité sur le marché obligatoire au-delà de 500 kW, tarif d'achat autorisés en-dessous
 - Procédure d'appel d'offres obligatoire au-delà de 1 MW
 - Taux de rentabilité raisonnable... (Environ 5% après impôts pour la cogénération)

Calendrier et nature des dispositifs de soutien à la cogénération par segmentation de puissance depuis le 1/1/2015

Application des lignes Directrices CE du 28/6/14

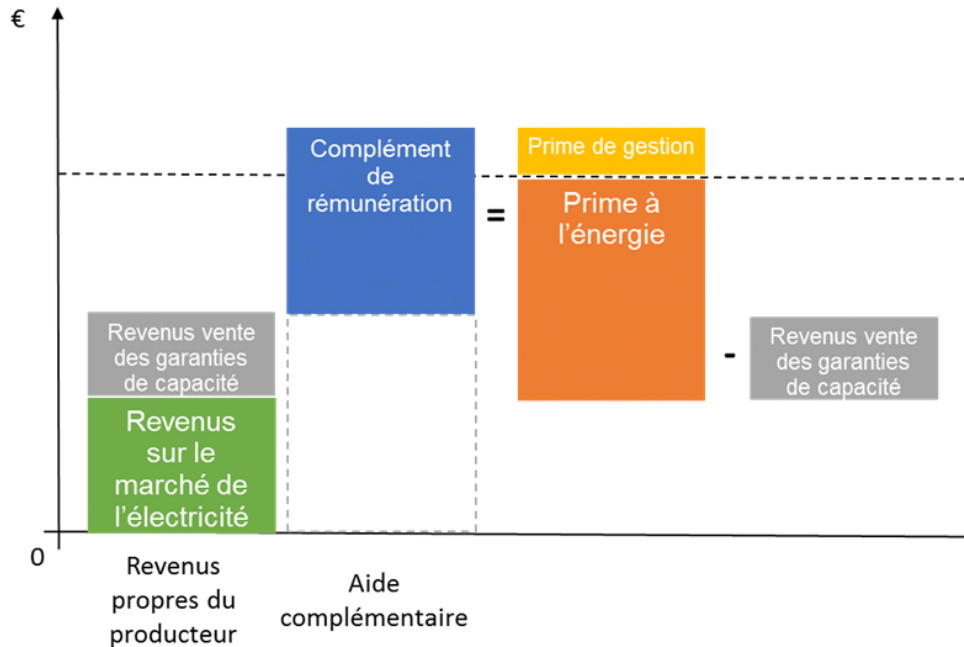


1. Règle de proportionnalité > TRI au mieux de l'ordre de 8% pré-imposition
2. $E_p > 10\%$ (suivant règlement délégué CE du 12 octobre 2015)
3. Autres critères spécifiques : autoconsommation ou revente possibles hors TAG ou CR

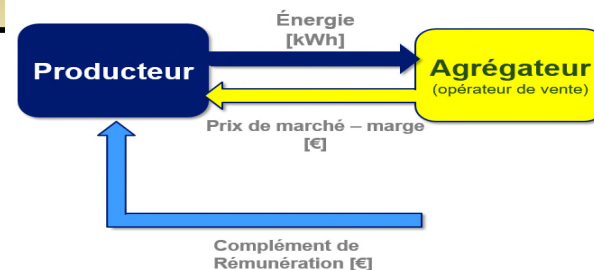
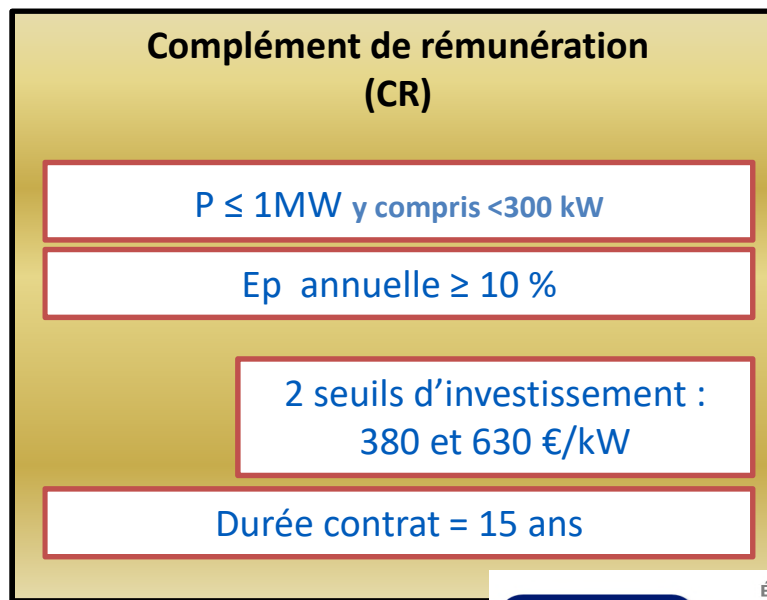
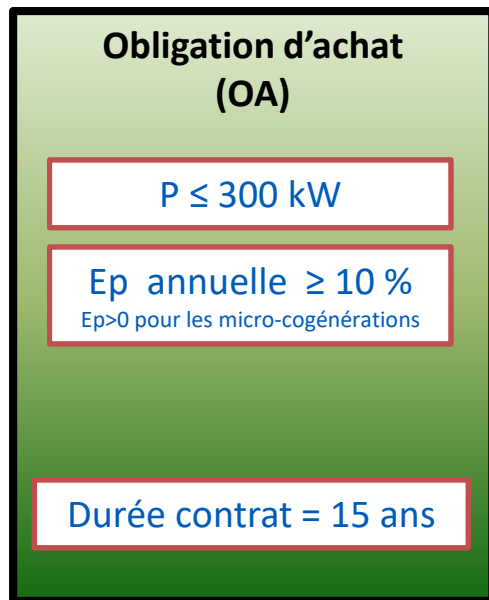


Complément de rémunération

Principe général : vente sur le marché + prime



Contrats 16 (<300 kW) et CR16 (<1000 kW)



Rémunération des contrats C16 (<300 kW) et CR16 (<1000 kW)

	Obligation d'achat	Complément de rémunération	
	N ^{elles} installations	N ^{elles} installations	Installations rénovées
RP *K*L	54 €/MWh	47 €/MWh	14 ou 23 €/MWh
R _{gaz}	1.26*tarif B1	1.37*(Prix marché gaz + acheminement + taxes + CO ₂)	
Rem EP *K*L	130*(Ep-0.1)	130*(Ep-0.1)	
P _{gestion}		1€/MWh	
- M ₀		- Prix de marché électricité	
- Nb _{capa} *P _{refcapa}		- 0.8*P _{max} *prix d'enchères des capacités	

Un logique de valorisation de plus en plus orientée vers
l'autoconsommation et la vente de certificats (capacitaire, GO) en
complément de la vente de l'énergie

L'autoconsommation

- Le décret autoconsommation prévoit, pour les autoconsommateurs :
 - une exonération de CSPE sur l'électricité consommée si l'installation a une puissance de moins de 1MW
 - un tarif d'utilisation du réseau spécifique pour les installations de moins de 100 kW (à définir par la CRE)
 - la possibilité d'injecter l'électricité en surplus dans le réseau sans rattachement obligatoire à un périmètre d'équilibre en deçà de 3 kWe
 - La possibilité de participer à des opérations d'autoconsommation « collective », i.e. entre plusieurs consommateurs raccordés à une même antenne basse tension du réseau de distribution.

L'entrée en vigueur du marché de capacité au 1^{er} janvier 2017

- Entrée en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2017 du **mécanisme de capacité**
- Ce mécanisme complète le marché de l'énergie en rémunérant la disponibilité des moyens de production durant les périodes de pointe de consommation. Le mécanisme repose sur :
 - Une obligation pour chaque fournisseur de disposer de suffisamment de garanties de capacité pour couvrir la pointe de consommation de leurs clients
 - Une attribution à chaque producteur de garanties de capacité, proportionnelles à la disponibilité de l'installation en période de pointe
- La rencontre entre l'offre et la demande de capacité détermine le prix de la capacité
 - Premières enchères : Prix capacité = 10 000 euros/MW/an
- **Enjeu du mécanisme : lancer les investissements nécessaires à la sécurité d'approvisionnement**

Un marché des micro et mini cogénérations (< 1000 kW) qui devrait se développer rapidement

En route vers les bâtiments à énergie positive

Les réglementations thermiques modifient profondément la répartition des besoins en énergie du bâtiment : les usages non réglementés pèsent aujourd'hui plus.



<Usages 20<14 en maison neuve	Consommation en kWh/m ² /an
Chauffage	20
Eau Chaude Sanitaire	20
Autres Usages RT (refroidissement, éclairage, auxiliaires)	10
Cuisson	10
Autres usages électriques	60

La rénovation haut de gamme et le label BEPOS pour le neuf

<i>Marchés</i>	<i>Rénovation</i>	<i>Neuf</i>
Maison individuelle	Ecogénérateur Stirling Pile à combustible	Pile à combustible
Résidentiel collectif (chaufferies)	Module à moteur (logement social)	Module à moteur (social et label en privé)
Tertiaire	Santé, Hôtels voire bureaux (CPE)	Santé, Hôtels voire bureaux (label BEPOS)

- **Plusieurs acteurs institutionnels ont mis en avant le potentiel de la micro/mini-cogénération**
 - Dans son scénario 2030, l'ADEME mentionne l'arrivée de la micro-cogénération
 - Dès 2010, la DGEC identifiait un potentiel fort pour la cogénération
 - Des chiffres encourageants issus du projet CODE2 : 9000 unités en 2020
- **La réglementation thermique et l'augmentation du prix de l'électricité seront les leviers de développement de la micro/mini-cogénération**

L'offre de modules avec MCI disponibles en France repose sur 6 principaux fabricants/distributeurs









Marque	Viessmann	De Dietrich	CogenGreen	Cogenco	2G	EC Power
Référence	Vitobloc	DX Power	ecoGEN	CGC	G-BOX	XRGI
Nombre de produit dans la gamme	7	1	10	10	5	8
Puissance Thermique (kW)	13,5 à 363	15,5	20,5 à 372	65 à 359	43 à 100	13,5 à 160
Puissance électrique (kW)	5,5 à 240	5,5	7,5 à 240	30 à 240	20 à 50	6 à 80
Rendement Thermique (% PCI)	66,8 à 54,4	72	81,8 à 55,5	58 à 53,8	73 à 68,5	63,5 à 64
Rendement Electrique (% PCI)	27,2 à 35,7	27	26,8 à 37,4	26,8 à 35,7	32 à 34,5	29,5 à 32

Alliance Immobilier (Moselle) : maison neuve équipée d'une pile à combustible 750 We



CHAUDIERE CONDENSATION VITODENS 111

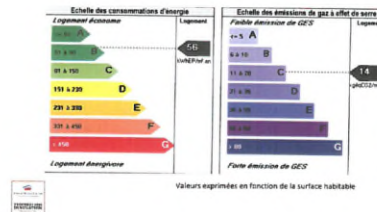
(Valeurs exprimées en kWh/m²(SHON RT2012))

	Bbio	Bbio Max	Gain en %
Bbio	73,500	79,900	8,01
	Cep	Cep Max	Gain en %
Cep	54,500	60,900	10,51

Consommations annuelles

	Energie finale	Energie primaire
Chauf.	38,700	41,600
Refrigid.	0,000	0,000
Ecs	13,000	13,200
Eclair.	1,700	4,400
Aux.dist.	0,700	1,900
Aux.vent.	0,500	1,300
Photovolt.	-3,100	-7,900

Etiquettes énergie et climat

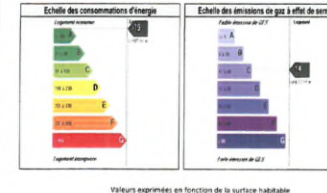


CHAUDIERE PILE A COMBUSTIBLE VITOTALOR

	Bbio	Bbio Max	Gain en %
Bbio	73,500	79,900	8,01
	Cep	Cep Max	Gain en %
Cep	-8,100	80,800	113,30

	Energie finale	Energie primaire
Chauf.	38,600	41,500
Refrigid.	0,000	0,000
Ecs	13,400	13,600
Eclair.	1,700	4,400
Aux.dist.	0,700	1,800
Aux.vent.	0,500	1,300
Photovolt.	-3,100	-7,900
Prod. élec.	-24,400	-62,900

La maison produit plus d'énergie qu'elle n'en consomme → BEPOS
(consommations réglementaires au sens des règles ThBCE)



PROJET EN ATTENTE VALIDATION TITRE V

Brest Métropole Habitat : 14 logements neufs HPE avec un module à moteur de 7,5 kWe



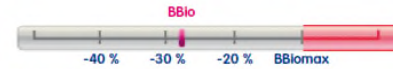
Résultats de l'étude thermique RT 2012 :

Surface : 1 022 m² – SHON_{RT} : 1 200 m²

	Bbio	Bbio _{max} RT 2012	Gain en %
Performance bioclimatique du bâti	47,9	66	27,42
	Cep	Cep _{Pmax} RT 2012	Gain en %
Consommation d'énergie primaire RT 2012	56,9 kWh _{ep} /m ² .an	63,3 kWh _{ep} /m ² .an	10,11



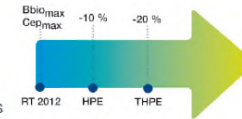
Exigence respectée



Exigence respectée

Label HPE 2012 :

- Conception Bioclimatique du projet : Besoin Bioclimatique (Bbio), inférieur de 27 % à l'exigence RT 2012,
- Performance énergétique globale permettant une consommation d'énergie primaire (Cep) inférieure de plus de 10 % à la réglementation RT 2012.



Recherche de la performance et du confort :

- Apport solaire et éclairage naturel privilégiés avec un ratio de surface vitrée/surface habitable proche de 1/5^e.
- Traitement renforcé des ponts thermiques avec un gain de 60 % sur les exigences de la RT 2012.
- Traitement des exigences de confort d'été de la RT 2012.

Rénovation du lycée Pierre de Coubertin (Calais) : 2000 élèves bénéficient d'un module de 140 kWe en autoconsommation



- 3 chaudières en cascade pour chauffage + ECS semi-instantanée sur tout le lycée (hors ECS solaire internat) :
 - 2 chaudières à condensation 2 * 1100 kW
 - 1 chaudière existante haut rendement 1600 kW
 - 1 cogénération 40 kW_e, 216 kW_{th}
- Une régulation adaptée
 - 2 départs régulés en chaufferie et 1 boucle primaire régulée en
 - débit par loi d'eau sur le retour
 - 1 GTB gère les V3V et la cascade
- La mini-cogénération en complément du solaire
 - 30 m² de panneaux solaires installés directement en sous-station internat : couvrent 30/40 % des besoins

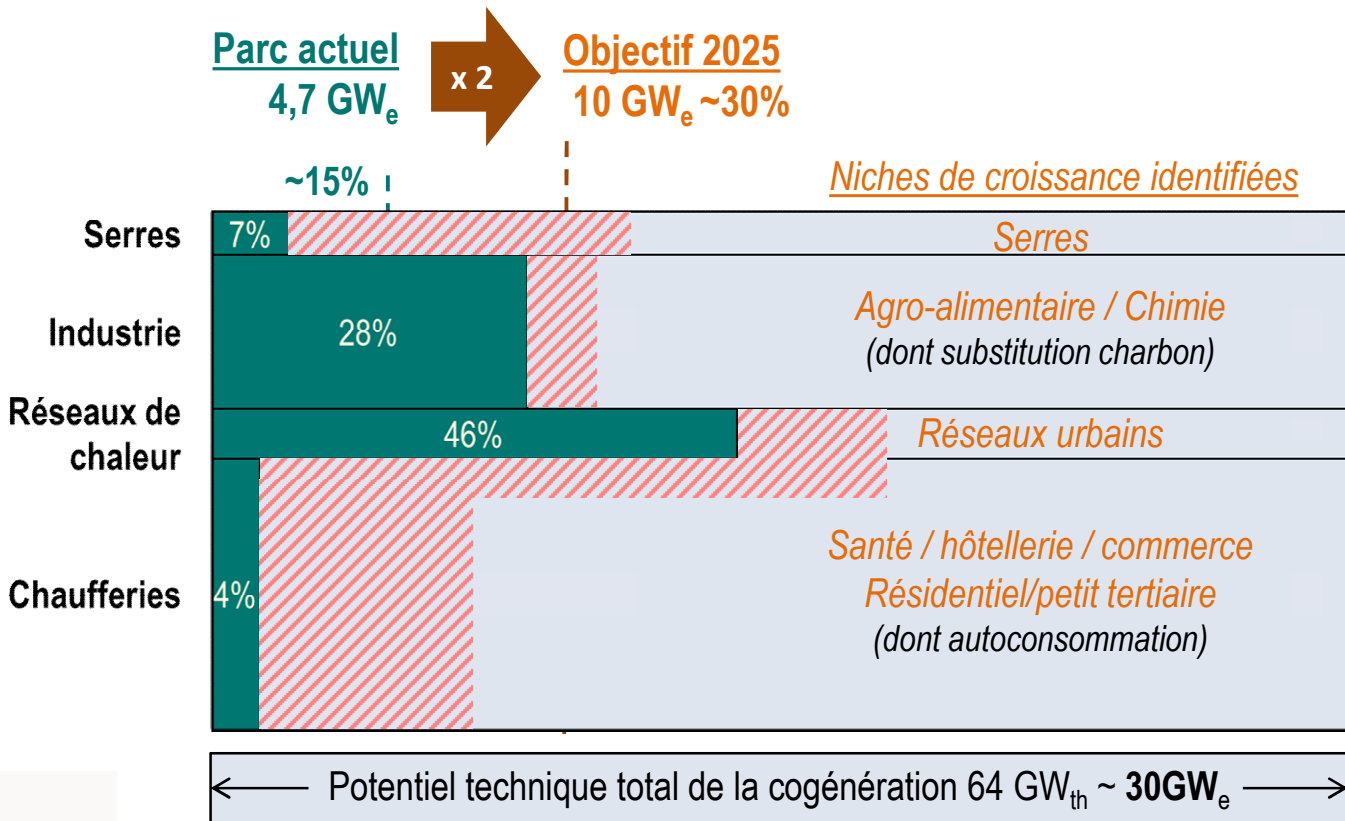
En conclusions, un besoin de capacités de production d'électricité programmable émerge dans contexte de demande croissante de flexibilité du système électrique, avec un potentiel technique de cogénération gaz évalué à 30 GWe dans le rapport DGEC Icare de 2010

Les cogénérations gaz représentent un outil de transition énergétique pertinent à l'horizon 2030 notamment en raison de leur efficacité énergétique, de leur disponibilité et de leur programmabilité

Elles constituent un excellent relais de transition vers une électricité totalement décarbonée dans la logique de baisse de 30% de l'intensité des énergies fossiles...

Un doublement du parc à 10 GWe serait pertinent, souhaité et souhaitable, à horizon 2025

Sur la base des seuls besoins en chaleur, l'ATEE a défendu lors de la PPE le doublement du parc d'installations à l'horizon 2025



Merci de votre attention

Les devises Shadok



**IL VAUT MIEUX COGENERER MEME S'IL NE SE PASSE RIEN
QUE RISQUER QU'IL SE PASSE QUELQUE CHOSE EN NE COGENERANT PAS !**