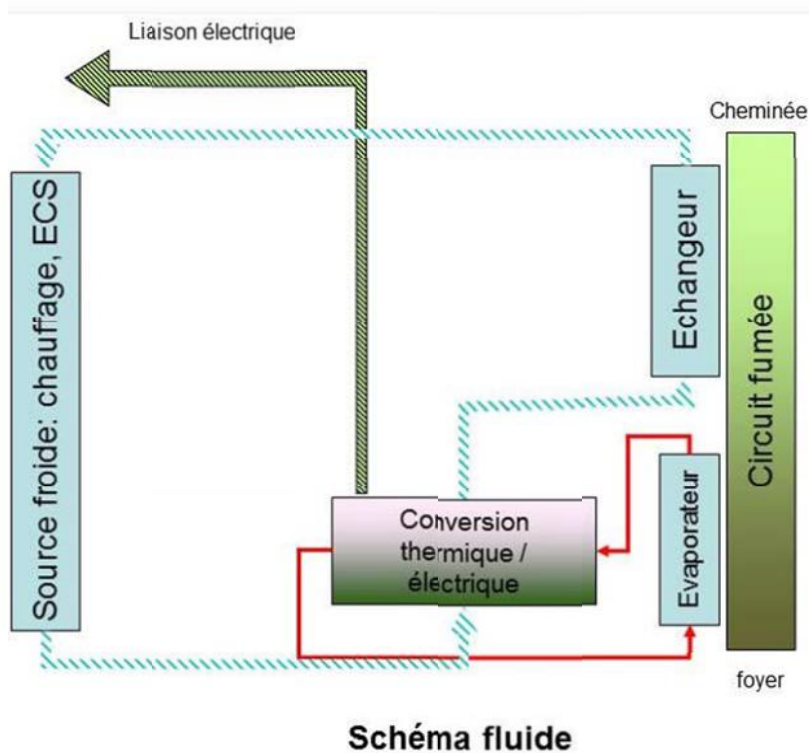
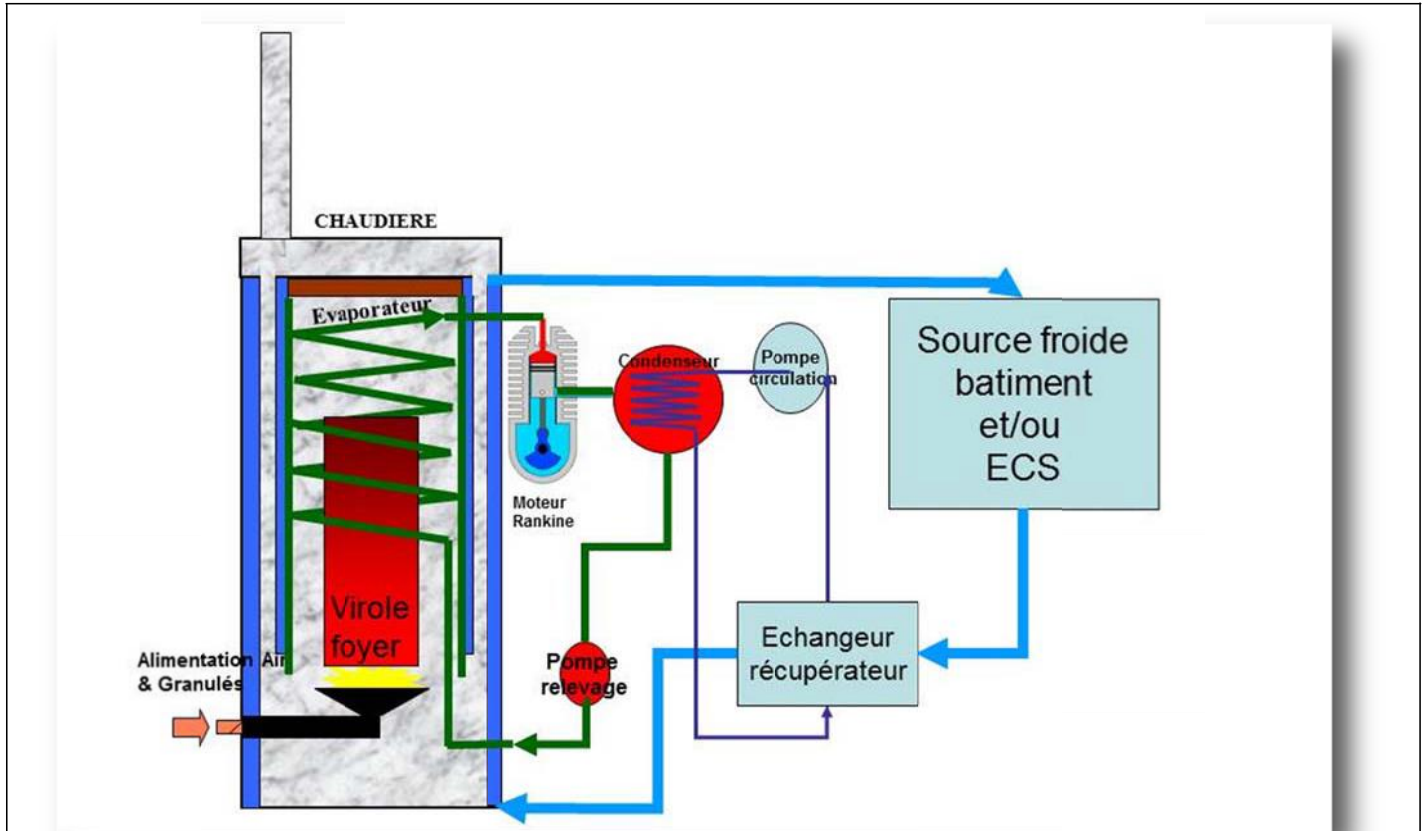


TECHNOLOGIE UTILISEE OU GENERIQUE	COGENERATION D'EAU CHAUDE (CHAUFFAGE ET ECS) ET DE VAPEUR EN SIMULTANEE POUR PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE
Type d'usage Collectif Individuel	<p>La cogénération est très appropriée pour un usage collectif : maisons groupées, immeubles de logements, industries, La cogénération permet de produire de l'électricité près du consommateur, et la chaleur servant à produire l'électricité peut être récupérée pour la production d'eau chaude. La production simultanée d'électricité et de chaleur, permet ainsi de maximiser l'efficacité énergétique des installations de production électrique.</p> <p>Des micro-cogénérateurs existent sur le marché, et sont installés en Europe mais rarement en France. En général ils sont constitués essentiellement d'un moteur à combustion traditionnel à gaz ou au (bio)diesel. Ce moteur actionne un générateur d'électricité et la chaleur produite par le moteur est récupérée et peut être stockée en ballon tampon. L'électricité est ainsi utilisée pour les besoins propres et le surplus éventuel est réinjecté sur le réseau d'électricité.</p>

Schéma de principe : Figure 1. Schéma fluide de la Cogénération (Source CEA INES)





Schémas applicatifs (innovations sous-jacentes) : Figure 2. Schéma d'intégration dans une cogénération biomasse (Source CEA INES)

Description synthétique :

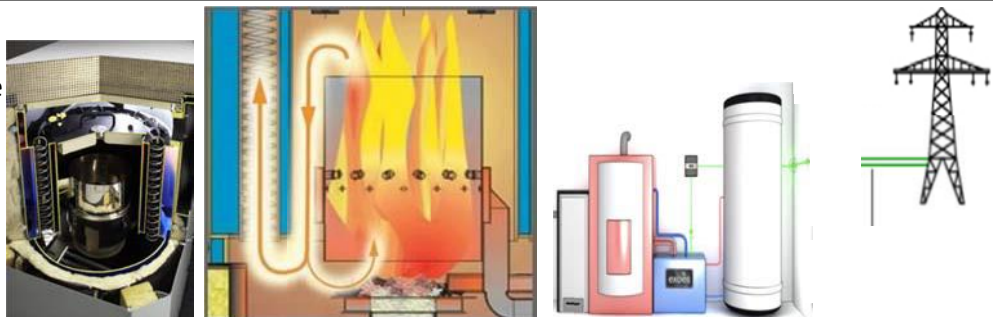
La cogénération (ou « co-génération ») est un principe de production simultanée de deux énergies différentes dans le même processus. Le cas le plus fréquent est la production d'électricité et de chaleur, la chaleur étant issue de la production électrique ou l'inverse.

L'énergie thermique sert le plus souvent au chauffage de bâtiments et/ou à la production d'eau chaude sanitaire ou à des procédés industriels.

Dans la production d'électricité traditionnelle centralisée, la plus grande partie de l'énergie est perdue en énergie thermique dans la transformation d'énergie primaire en électricité. D'autres grandes pertes sont les pertes de transport de cette électricité, depuis l'endroit de production jusqu'au lieu d'utilisation par le consommateur. Il est beaucoup plus efficace de localiser la production d'électricité près du consommateur. Les pertes de transport seront limitées et en même temps, la chaleur qui autrement est perdue dans le processus de transformation peut être récupérée pour la production d'eau chaude sanitaire et/ou le chauffage de bâtiments ou maisons. On obtient ainsi un rendement énergétique de près de 90 %.

Schéma d'intégration :

Figure 3. Exemple de cogénération sur chaudière de bois (pellets) (Source Okoffen (photo de gauche) et EXOES (illustration de droite))



Alors que dans une centrale électrique, c'est le rendement électrique maximum qui est recherché (rendement électrique de l'ordre de 40 % avec un cycle simple et atteignant 55 % avec un cycle combiné), dans la cogénération, on vise un rendement global accru par l'utilisation prioritaire de l'énergie thermique, soit dans un processus industriel soit dans une chaufferie ; la co-génération d'électricité (ou de force) n'est plus dans ce cas le but mais une conséquence, améliorant le bilan économique de l'équipement dont le rendement global peut alors atteindre 90 %.

Dans un équipement de cogénération, l'énergie électrique est soit autoconsommée, soit réinjectée sur le réseau électrique public de transport (haute tension) ou distribution (moyenne tension) (en France RTE, ERDF ou Entreprises

Cette fiche est une annexe de l'article « Technologies de mobilisation des énergies renouvelables et de coordination énergétique dans les écoquartiers » paru dans la revue innovatiO, 2015

Liste des EQs utilisant cette technologie :**Pour l'Europe :**

BedZed, mais le système de cogénération par combustion de copeaux de bois pour le chauffage et l'ECS est tombé en panne, et la société qui opérait ce système a fait faillite.

Hammarby Sjostad, cogénération utilisant du biogaz alimentant tout l'écoquartier (2 chaufferies).

Kronsberg, cogénération utilisant du gaz alimentant tout l'écoquartier (2 chaufferies).

Vauban, usine de cogénération construite par la ville utilisant 80% de bois et 20 % de gaz. Cette usine fournit les bâtiments en chaleur sauf les maisons passives et les bâtiments BEPOS. Elle couvre 65 % de la demande d'électricité.

Pour la France :

De Bonne, 9 petites cogénérations au gaz placées en sous-station sur le retour des installations de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire qui sont alimentées par une chaufferie gaz et par du solaire thermique pour l'ECS.

Lyon Confluence, une chaufferie de cogénération à base de Colza originaire de Rhône-Alpes est prévue pour l'îlot P.

Opérateurs (nom et nature)

Conception

Réalisation

Exploitation

A remplir par le groupe qui focalise sur le jeu des acteurs

Variantes des solutions retenues dans les EQs :

Les variantes sont à remplir par le groupe qui focalise sur les modèles économiques

Domaines pertinents	<p>La micro-cogénération :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chaudière gaz ou au biocarburant avec moteur Stirling pour des petites puissances thermiques et électriques. On appelle communément «petite cogénération», les installations produisant de 20 kW à 1 MW électrique. Les unités produisant moins de 20 kW électriques sont qualifiées de «micro-cogénération». <p>Le moteur à gaz (ou bio combustibles) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Moteur à explosion couplé à un alternateur produisant l'électricité. - Ces moteurs conviennent bien pour des utilisations d'eau chaude à des températures inférieures à 100 °C. - Ces moteurs sont le plus souvent utilisés pour des petites gammes de puissance, de 5 kWe jusqu'à 7 000 kWe. <p>Les turbines à gaz :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Il s'agit d'une technologie dérivée des réacteurs d'avion. Le combustible (généralement du gaz naturel) est brûlé dans une chambre de combustion alimentée en air sous pression en provenance d'un compresseur. Les gaz produits sont introduits dans une turbine où leur énergie est transformée en énergie mécanique pour l'entraînement du compresseur d'air et d'un générateur d'électricité. - L'énergie résiduelle, sous forme de gaz chauds (environ 500 °C), peut être utilisée pour rencontrer les besoins de chaleur (vapeur et/ou eau chaude). Une post-combustion éventuelle de ces gaz, fortement chargés en oxygène, permet d'obtenir plus de chaleur et d'augmenter le rendement global. - Contrairement aux moteurs, la turbine à gaz se prête très bien à la production de vapeur. - Les turbines à gaz sont utilisées pour des gammes de puissance plus importantes, de 1 à 100 MWe. Cependant, depuis peu, on peut trouver des micro-turbines d'une puissance comprise entre 30 kWe et 1000 kWe. <p>Les turbines à vapeur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans le cas des turbines à vapeur, l'énergie mécanique (puis électrique) est produite par la détente de vapeur haute pression générée dans une chaudière conventionnelle, utilisant n'importe quel combustible. - La chaleur est quant à elle récupérée à la sortie de la turbine, soit sous forme d'eau chaude, soit sous forme vapeur. - Les turbines à vapeur produisent beaucoup de chaleur et peu d'électricité, et sont
----------------------------	---

	généralement réservées à des applications spécifiques permettant de valoriser des combustibles résiduels.
Limites d'utilisation	<p>La «micro-cogénération» et la «petite cogénération» sont installées directement dans le résidentiel individuel et/ou collectif.</p> <p>La cogénération est plus destinée à desservir des réseaux de chaleur alimentant des quartiers (domaine résidentiel et/ou tertiaire), et/ou des sites industriels. On parle également de trigénération lors d'une production additionnelle de froid.</p> <p>Les raisons qui imposent le choix d'une cogénération d'électricité et de chaleur dans un quartier ou/et un établissement (secteur tertiaire ou site industriel) peuvent être très diverses :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La sécurité de l'approvisionnement et la régularité de la qualité de l'électricité (pas de microcoupures ou de variations de tension) par rapport aux aléas de la distribution sur réseaux. - Le gain financier : réduction de la facture d'électricité ou vente d'électricité à l'opérateur du réseau. - La récupération de chaleur gratuite, par exemple dans les usines d'incinération d'ordures ménagères. - La protection de l'environnement : la cogénération permet des économies d'énergie allant jusqu'à 35 %, ce qui entraîne une réduction des émissions polluantes (SO₂, NO_x, poussières, etc.) et des gaz à effet de serre (CO₂). <p>Pour donner un ordre d'idée, une installation de cogénération produisant 100 kW électriques et 300 kW thermiques peut être connectée à un réseau de chaleur d'une centaine d'habitations ou à une scierie utilisant un séchoir de 100 m³.</p>
Contribution à la mutualisation des besoins	<p>La cogénération peut être utilisée pour générer de quelques kilowatts électriques à quelques dizaines de mégawatts. Les applications sont donc très variées, allant du secteur domestique à l'industrie en passant par les réseaux de chaleur et les activités tertiaires. On peut notamment citer parmi les utilisations les plus fréquentes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Scieries, menuiseries - Laiteries - Brasseries - Blanchisseries - Serres agricoles - Élevages (porcs, volaille) - Immeubles de bureaux - Hôtels, maisons de retraites - Écoles, collèges, lycées - Piscines, centre de loisirs - Centres commerciaux - Hôpitaux, cliniques
Stockage d'énergie	Le stockage d'énergie est en général du stockage thermique (chaud ou/et froid), permettant de réguler les besoins.
Coût d'investissement (€/kW)	Voir tableau 2 dans la partie « Détails qualitatif »
Charges de fonctionnement (€/kWh)	Voir tableau 2 et en complément la figure 4 dans la partie « Détails qualitatif »

Niveau de maturité	Puissance électrique kW				
	< 36	> 36 < 215	> 215 < 1000	> 1 000 < 12 000	> 12 000
	Micro	Mini	Petite	Moyenne	Grosse
	1 kW – 50 kW				
		P max. 1 MW			
			P max. unit. 5,5 MW Au delà plusieurs MAG		
			5,5 MW – 125 MWe		
	Capacités installées & Nb de sites	< 100 kW (<60 sites)	~ 4 MWe (31 sites)	~ 120 MWe (141 sites)	~ 2450 MWe (613 sites)
	Tension de raccordement (V)	BTA (50-500 V)		BTB (0,5-1 kV) HTA (1 kV – 50 kV)	HTA-HTB (> 50 kV)

Tableau 1. Segmentation du parc Français par tranche de puissance (Source atee © Club Cogénération)

CARACTÉRISTIQUES D'UN MOTEUR À GAZ OU DIESEL

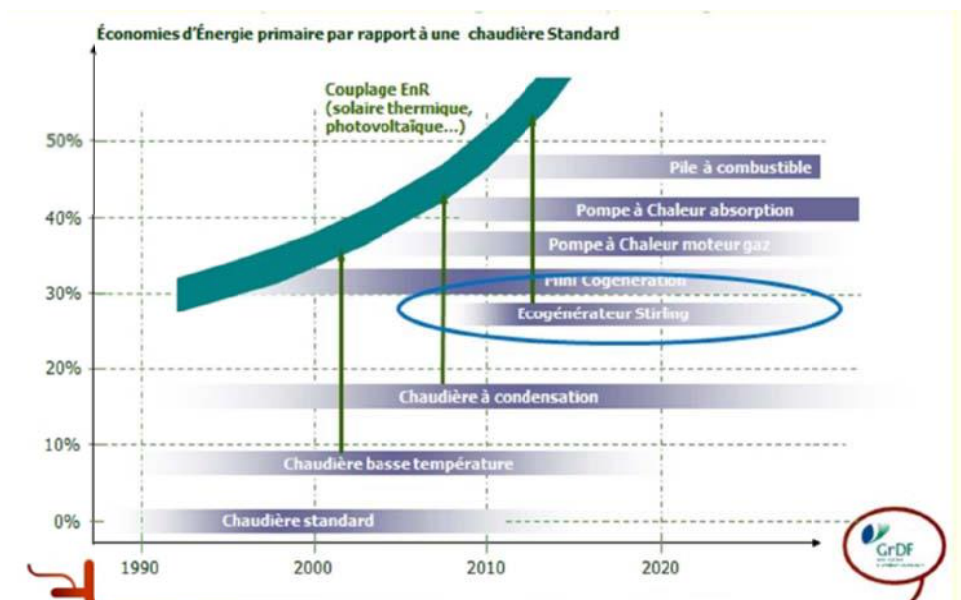
AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> • À partir de 5 kW_e • Bien adapté à la préparation d'eau chaude • Bien adapté pour des besoins électriques du même ordre de grandeur que les besoins de chaleur • Coût d'achat abordable • Bien adapté pour suivre une demande variable • Peut jouer le rôle de groupe de secours d'appoint en cas de panne 	<ul style="list-style-type: none"> • Coût de maintenance assez élevé • Peu propice à la production de vapeur • Durée de vie limitée (10 à 15 ans) • Entretiens programmés indispensables en vue d'atteindre une durée de fonctionnement de 50 000 heures avant le remplacement complet du moteur

CARACTÉRISTIQUES D'UNE TURBINE À GAZ

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> • À partir de 30 kW_e • Production aisée de vapeur • Bon rendement global 	<ul style="list-style-type: none"> • Fable rendement électrique pour les petites puissances • Nécessite en général du gaz naturel

CARACTÉRISTIQUES D'UNE TURBINE À VAPEUR

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
<ul style="list-style-type: none"> • Convient à tous types de combustibles • Très bon rendement global • Coût d'entretien modique • Durée de vie élevée • Convient bien lorsque les besoins de vapeur sont nettement plus importants que les besoins électriques 	<ul style="list-style-type: none"> • Peu intéressant pour les faibles besoins de chaleur • Investissement élevé • Fonctionnement quasi-continu



Détails qualitatif

Tableau 2. Avantages et inconvénients de chaque technologie de cogénération
(Source Bruxelles Environnement)

Figure 4. Gains escomptés sur l'énergie primaire et le CO² (Source GDF – SUEZ)