



ENERGY
advisors



**Cogénération dans les collectivités et
logements collectifs : retour
d'expérience de la maison de repos
Magnolia à Jette**

23 janvier 2020

**Contact :
energie@bruxeo.be
02/210.53.03**



Programme de la matinée

9h00

Accueil café des participants

9h15

Introduction : présentation des services des « Energy Advisors » de BRUXEO et du soutien financier du pack énergie bruxellois

9h35

Principes de fonctionnement de la cogénération : les différentes technologies, les critères de décisions, les étapes à suivre pour un projet de COGEN réussi, les aides financières

10h45

Pause-café

11h

La cogénération à la maison de repos Magnolia : historique, motivations, difficultés rencontrées, solutions trouvées, points d'attention, bilan financier

11h30

Visite de l'installation

12h

Lunch-sandwiches

Objectif(s) de la présentation

- Comprendre la cogénération
 - ▶ Les avantages et limites
 - ▶ Les éléments pour bien dimensionner sa cogénération
 - ▶ Quelques points d'attention

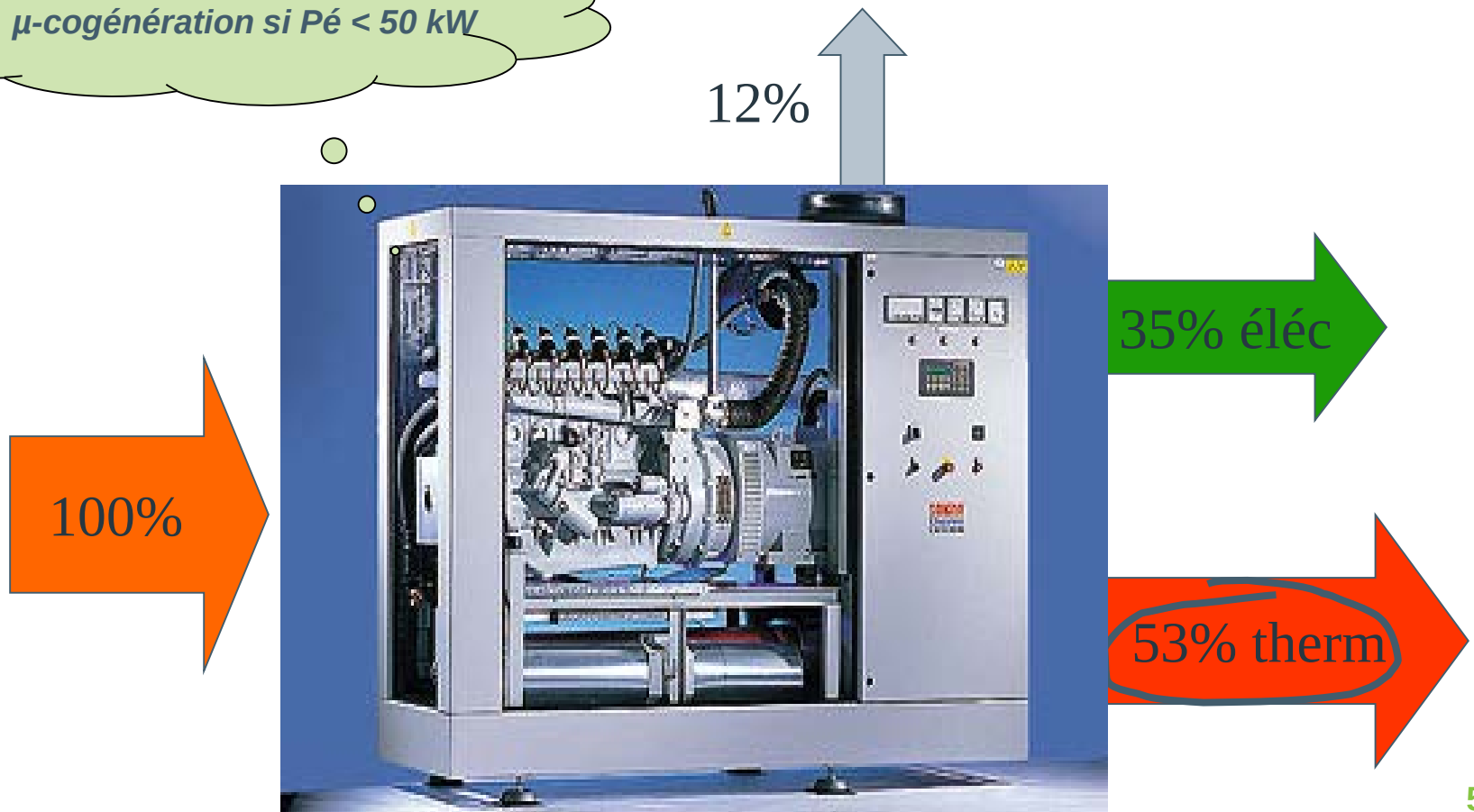
Plan de l'exposé

- Le principe de fonctionnement de la cogénération
- Comment fait-on en pratique de la cogénération ?
- Pourquoi installer une cogénération ?
- Les technologies les plus courantes
- Les limites de la cogénération
- Quelques critères à prendre en considération?
- Les étapes d'un projet de cogénération
- Réaliser une première étude de pertinence
- Mécanisme des CV pour la cogénération

Principe de la cogénération:

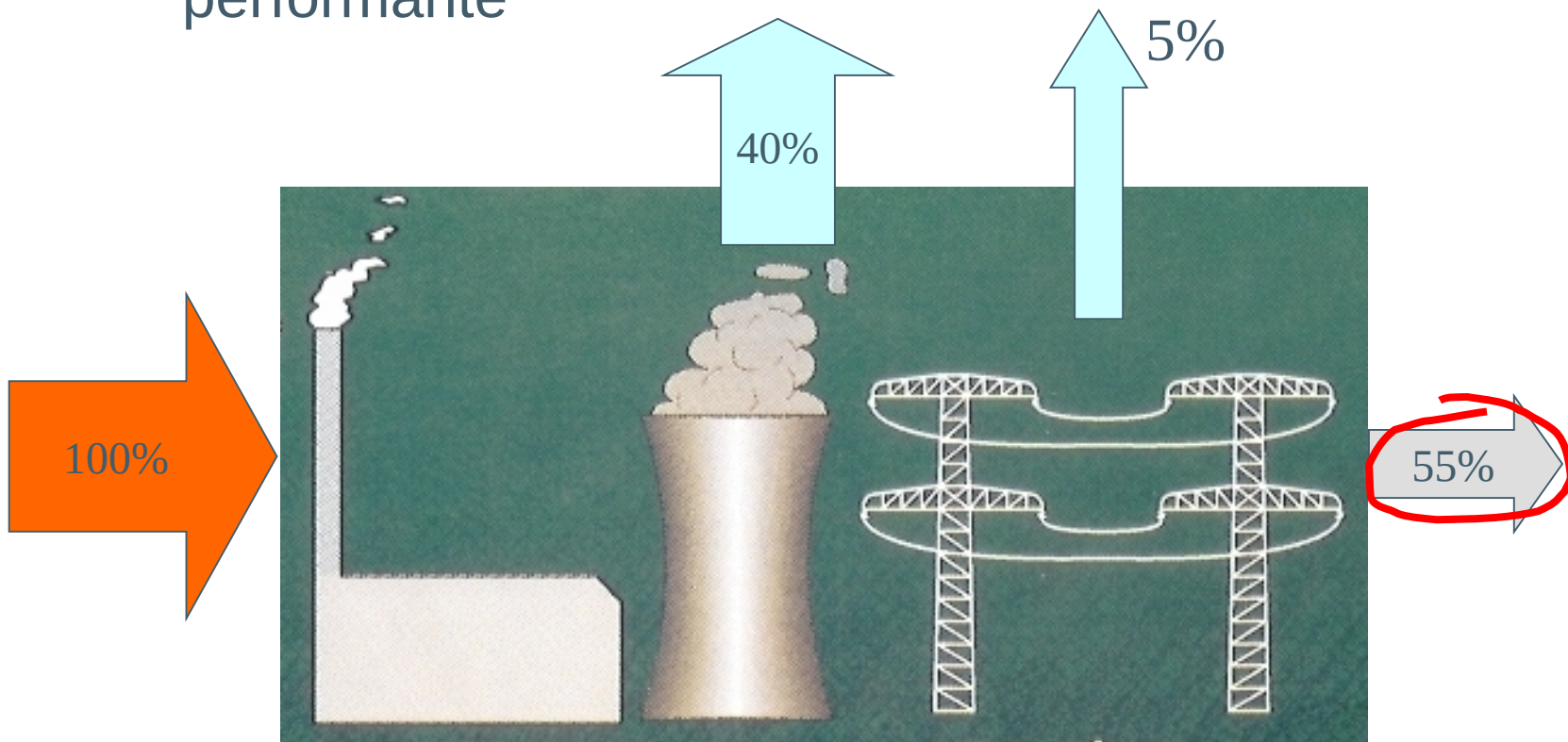
La production combinée de deux formes d'énergie:
électricité et chaleur « valorisées » à partir d'un même combustible et dans
une même installation

μ-cogénération si $P_e < 50 \text{ kW}$



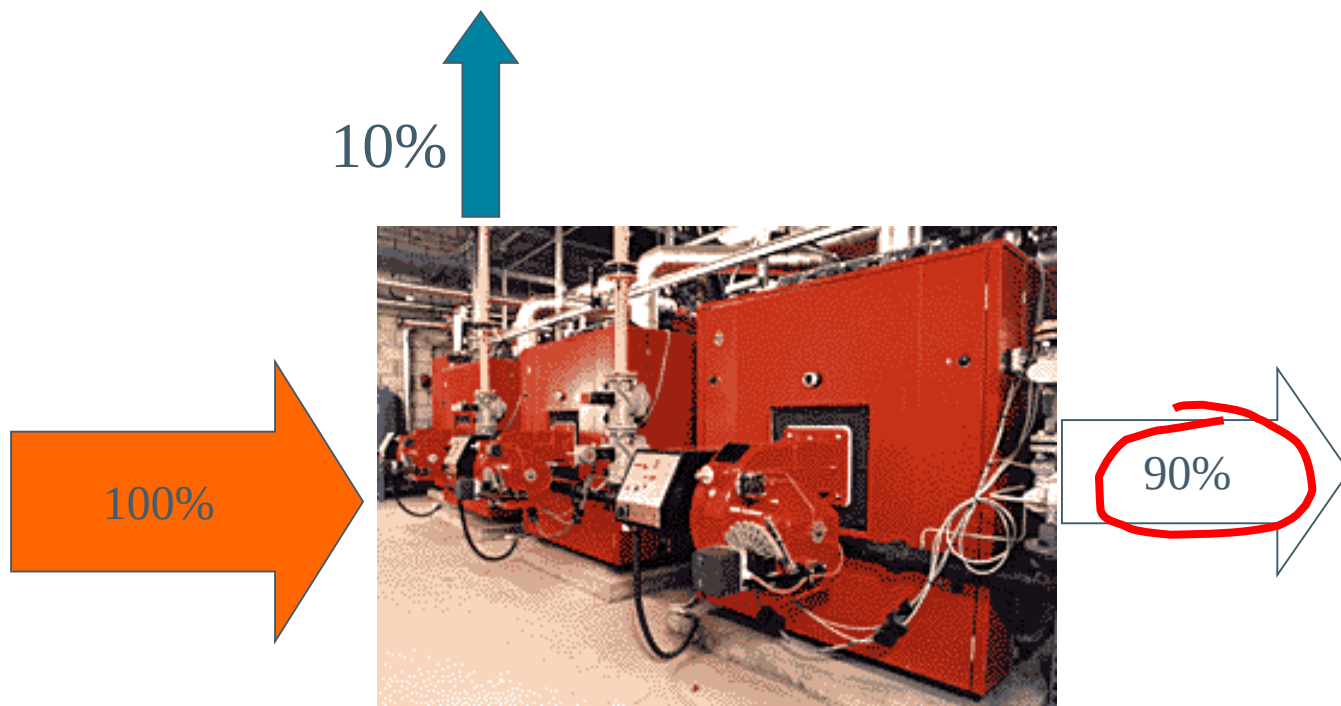
Principe de la cogénération

⇒ Production électrique classique: Installation très performante



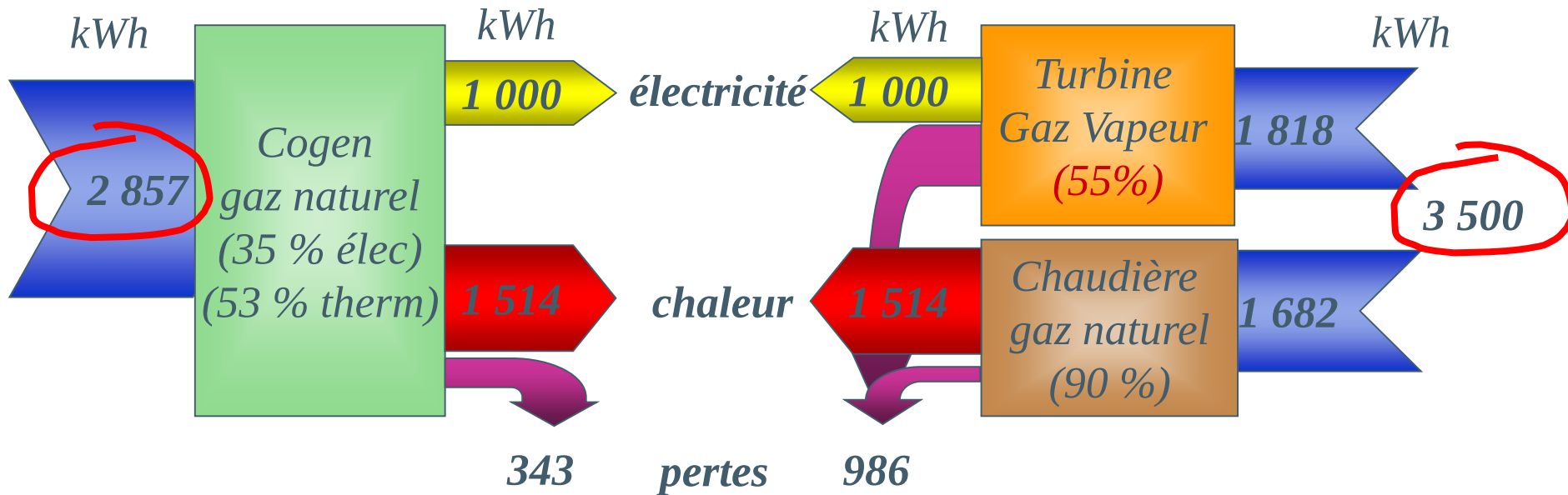
Principe de la cogénération

⇒ Production de chaleur classique : rendement saisonnier de 90%



Pourquoi installer une unité de cogénération?

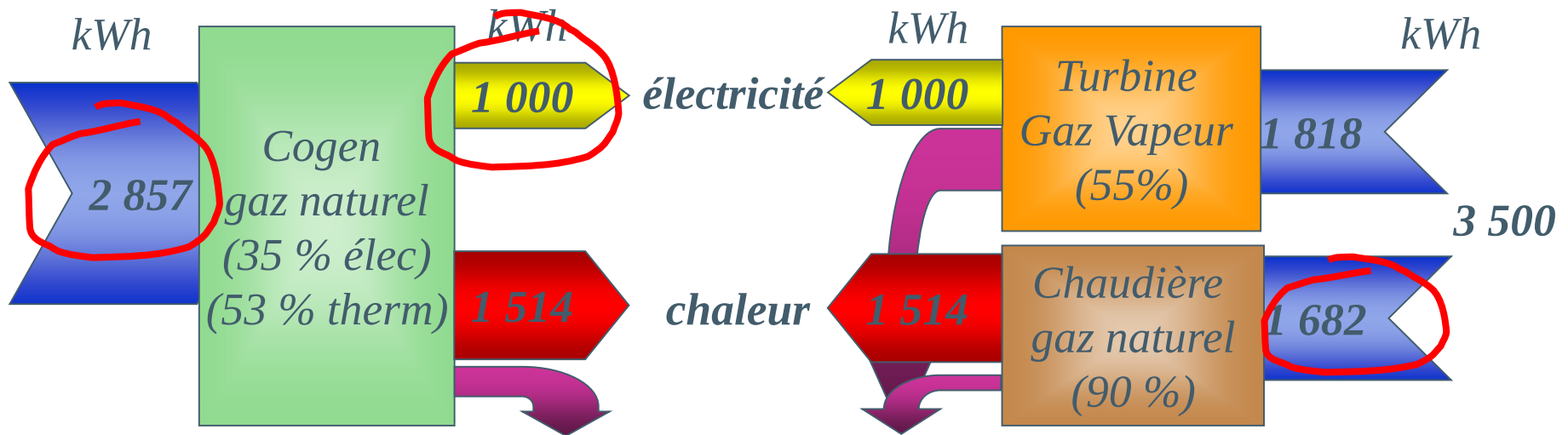
⇒ Pour réaliser des économies **d'énergie primaire**



Une économie de 643 kWh de gaz naturel (18 %) !

Pourquoi installer une unité de cogénération?

⇒ Pour réaliser des économies d'énergie primaire, et **financières**

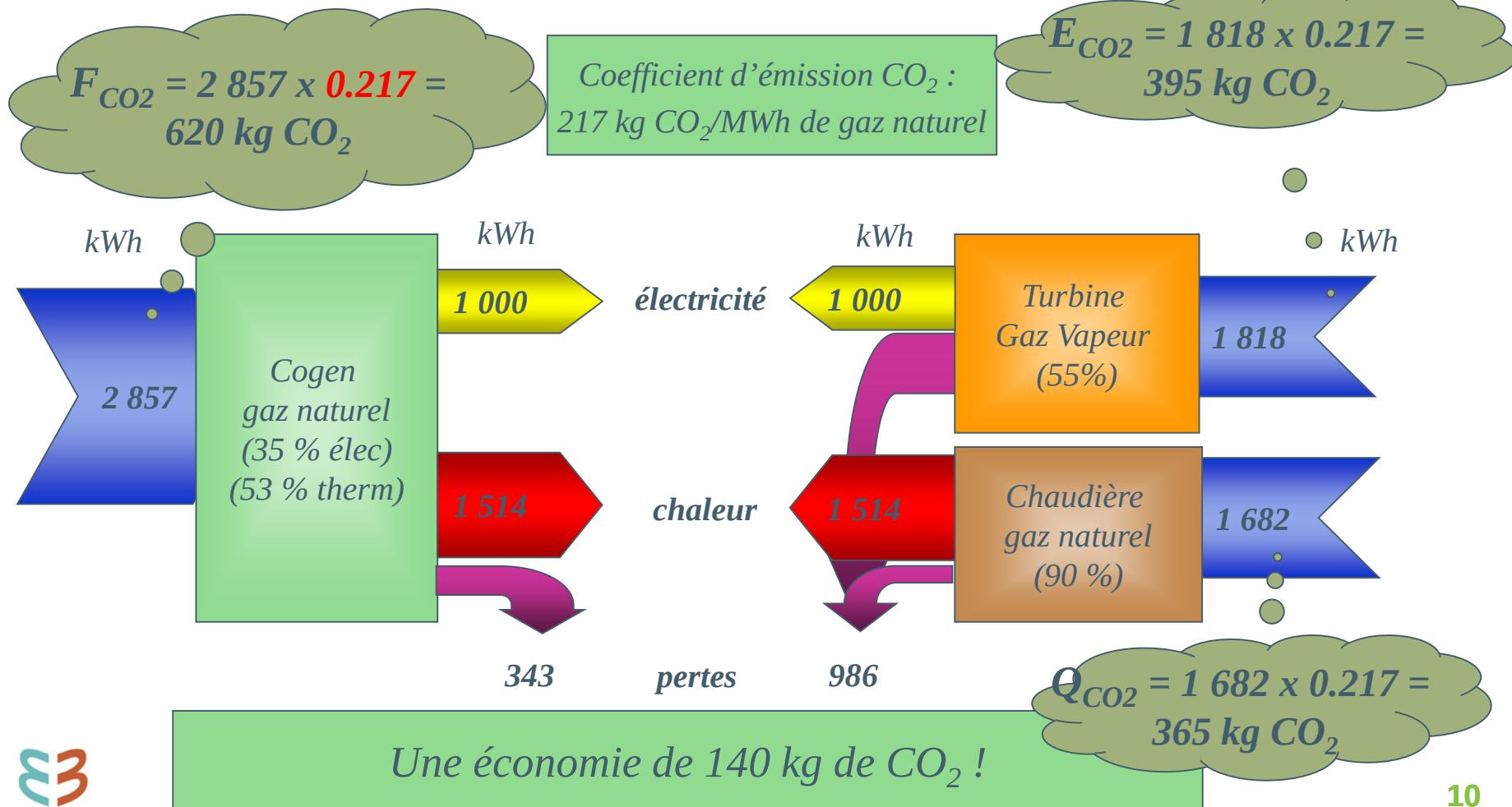


1 175 kWh de gaz $\Rightarrow$ 1 000 kWh d'électricité

4 c€/kWhgaz << 8 à 15 c€/kWhé

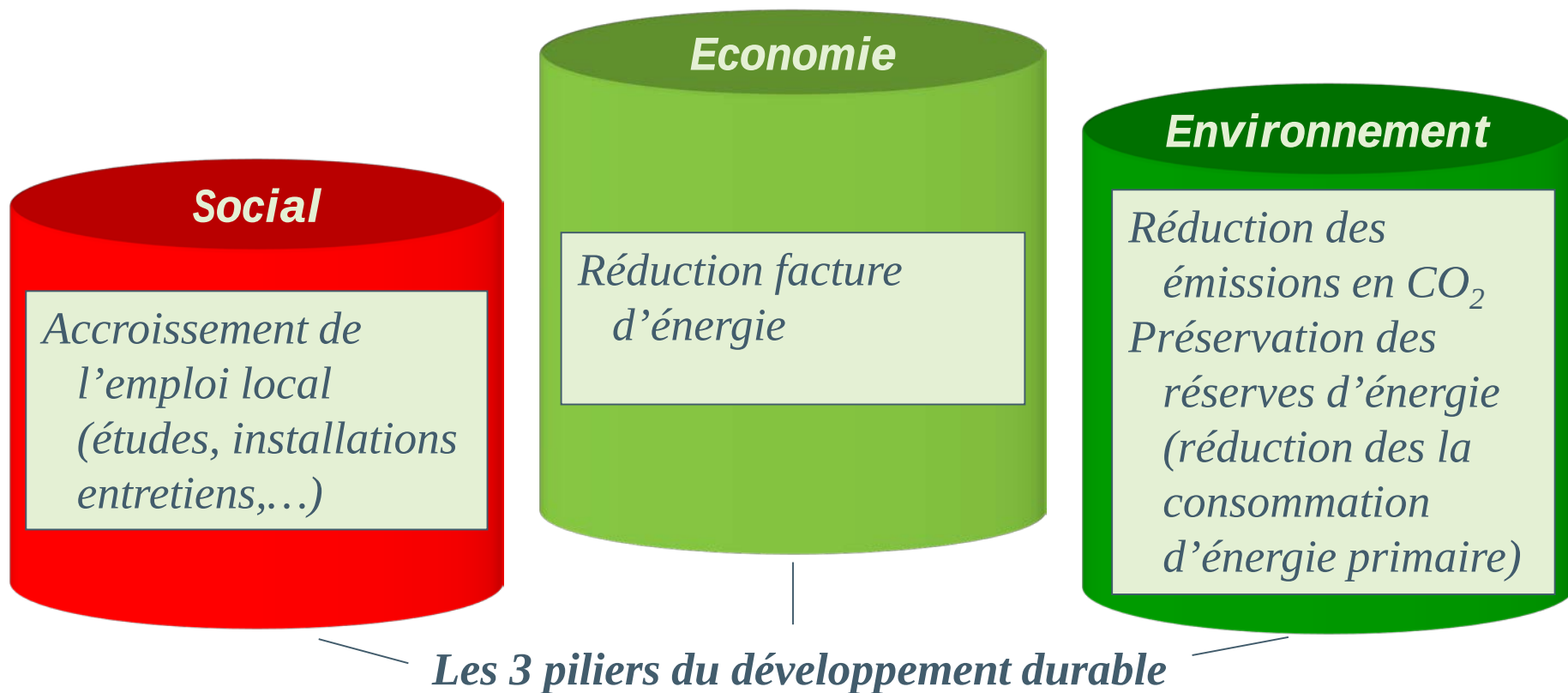
Pourquoi installer une unité de cogénération?

⇒ Pour réaliser des économies d'énergie primaire, financières et de CO₂
Le cas d'une cogénération au gaz naturel



Pourquoi installer une unité de cogénération?

⇒ Pour ses nombreux avantages !



Survol des technologies disponibles

⇒ **Récupération de la chaleur** sur des technologies existantes de **production d'électricité**

- ▶ **Groupes électrogènes (moteur à combustion interne)**
- ▶ Turbines à gaz/biogaz/mazout
- ▶ (Turbines à vapeur – moteur vapeur)
- ▶ **Moteur Stirling (moteur à combustion externe)**

Type de combustible :

- ▶ Combustibles fossiles : gaz, mazout, propane, charbon, ...
- ▶ Combustibles renouvelables : bois, biogaz, biodiesel, huiles,...

■ Pourquoi utiliser des combustibles renouvelable ?

⇒ Ils émettent moins de CO₂ que les combustibles fossile.

Moins d'émissions de CO₂, donc plus de CV

Exemples des Coefficients CO₂ pour le :

mazout = 306 kg/MWh

gaz naturel = 217 kg/MWh

biodiesel = 80 kg/MWh

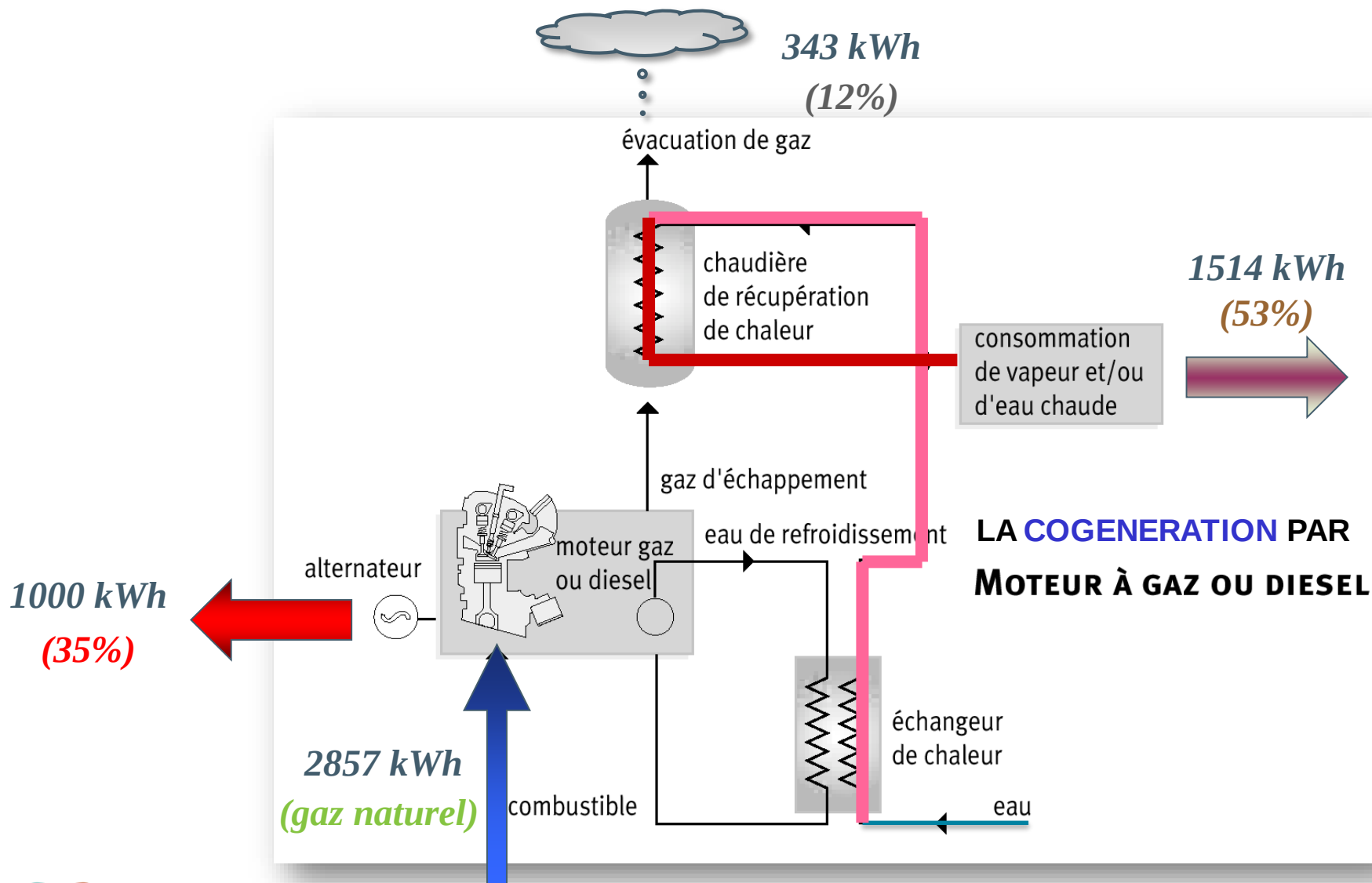
huile végétale pure = 70 kg/MWh



Attention: autres rejets de polluants atmosphériques : NOX, PM10, ...

A Bruxelles, vu la qualité de l'air, cela pose d'autres problèmes...

■ Le moteur à combustion interne



■ Exemple cogénération avec moteur à combustion interne



■ D'autres exemples ...



www.senertec.de :

5 à 5.5 kW_é

10.3 à 12.5 kW_{th}

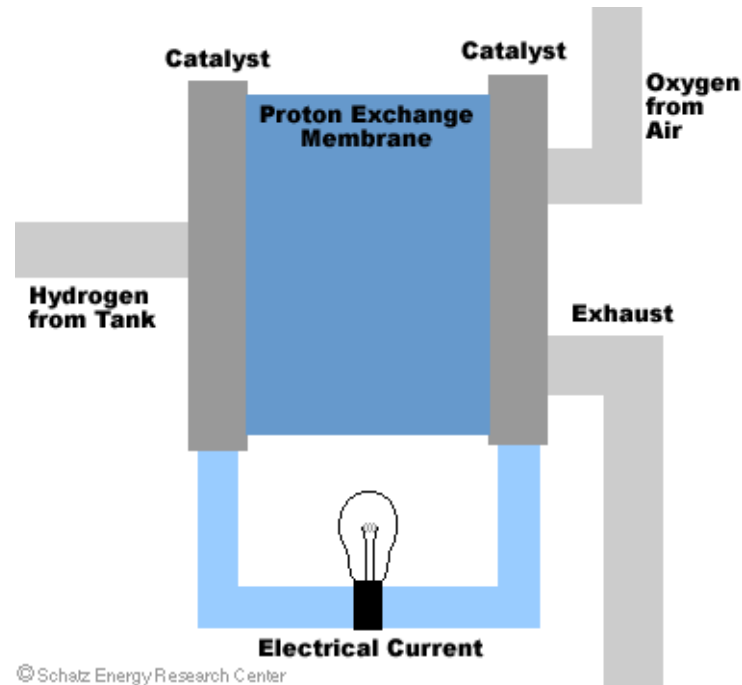


www.sokratherm.de

120 kW_é – 209 kW_{th}

Technologie à venir

■ la pile à combustible



Pile à combustible de type PEMFC
(Proton Exchange Membrane Fuel Cell)

Les limites de la cogénération

- Simultanéité des besoins d'électricité et chaleur (sauf pour cogen < 5kWé*)
- ... mais possibilité de revendre l'électricité et/ou **de stocker la chaleur**
- Ne remplace pas totalement une chaudière classique
- ... mais la complète utilement
- Nécessite un investissement supplémentaire (p/r chaudière)
- ... mais qui peut être récupéré plus ou moins rapidement grâce aux économies et l'aide des « Certificats verts »
- Nécessite des entretiens et un suivi régulier
- ... mais possibilité de sous-traiter

* Pour les cogénération < 5 kWé: il y a actuellement encore le principe de compensation

L'utilité d'un ballon de stockage thermique

- Simultanéité des besoins d'électricité et chaleur
 - ... mais possibilité de revendre l'électricité et/ou **de stocker la chaleur**
- Permet à la cogénération de continuer de fonctionner même si les besoins en chaleur sont plus faibles
- Diminue le nombre d'arrêts et démarrages = meilleur rendement
- Limite: la place disponible et le poids.
- Points d'attention:
 - ▶ Prévoir une régulation performante
 - ▶ Bien isoler le ballon

Critères pour déterminer la puissance à installer

- **Dimensionnée en fonction des besoins thermiques** (afin de valoriser toute la chaleur produite et ainsi être une « cogénération de qualité »).
⇒ C'est le besoin en chaleur qui pilote la cogénération
- **Assurer la base des besoins thermiques** (pour éviter démarrages – arrêts intempestifs)
⇒ La cogénération ne produira jamais la totalité des besoins en chaleur et en électricité du bâtiment.
⇒ Le solde des besoins en chaleur sera fourni par une ou plusieurs chaudières
⇒ Le solde des besoins en électricité sera fourni par le réseau électrique
- **Eviter de revendre trop d'électricité produite au réseau** (pour valoriser l'électricité produite au meilleur tarif)
⇒ La situation la plus rentable est quand toute l'électricité produite est autoconsommée (au même instant); Exception: logement collectif

Les critères pour une bonne cogénération ?

- 3 critères importants:
 - ▶ 1. des besoins en **chaleur**: assez constants (bon profil journalier, hebdomadaire et mensuel)
 - ▶ 2. des besoins en **électricité**: plus ou moins en parallèle avec les besoins en chaleur (bon profil journalier, hebdomadaire et mensuel)
 - ▶ 3. la possibilité d'**intégration** dans site: (place disponible, accès, raccordement, charge au sol, ...)

Critères pour déterminer la puissance à installer

⇒ Une unité de cogénération mal dimensionnée pose des problèmes:

⇒ Si la puissance installée est trop grande: trop de stop/démarrages, usure prématurée, coût d'entretien élevé, chute des rendements.

⇒ Si la puissance est trop faible: techniquement pas un problème mais il y a un manque à gagner.

Réaliser une première étude de pertinence

A l'aide de COGENca/c.xls

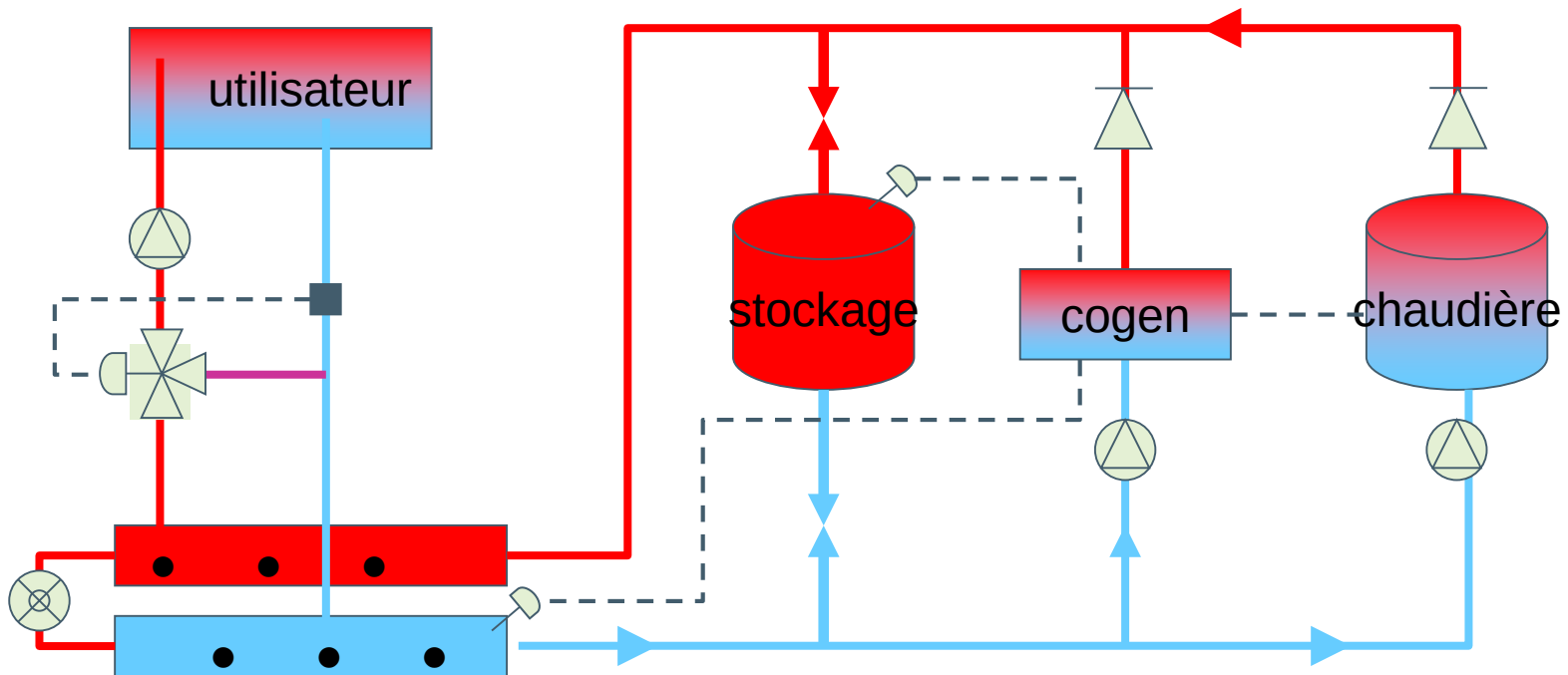
Données:

- Besoins en chaleur et le profil (type)
- Besoins en électricité
- Prix des énergies

Mais avant de commencer: **pensez URE !**

Exemples de raccordement hydraulique

En parallèle avec la chaudière et avec ballon de stockage de chaleur



Les étapes d'un projet de cogénération

- 1^{ère} étape : Etude de pertinence avec *CogenCalc.xls*
- 2^{ème} étape : Etude de faisabilité par un Bureau d'étude (très important)
- 3^{ème} étape : Le financement (Fonds propre, emprunt, tiers-investisseur, aide à l'investissement)
- 4^{ème} étape: Demande du permis d'environnement
- 5^{ème} étape : Rédaction du Cahier des Charges et l'engineering (voir le Bureau d'étude)
- 6^{ème} étape : Analyse des offres
- 7^{ème} étape: Commande, installation et mise en service
- 8^{ème} étape: Suivi des performances, (très important) et gestion des CV

Le Permis d'environnement

À partir de quand faut-il un permis pour installer une cogénération ?

- A partir d'une puissance absorbée de 20 kW (+/- 7,5 kWé) il faut un permis.
Voir rubrique 40 - classe 3, 2 ou 1 en fonction de la puissance.

Quelles sont les normes d'émission?

Pour les nouvelles installations avec un moteur au gaz naturel:

- CO: 150 mg/Nm³
- Nox: 80 mg/Nm³

pour une teneur de 15% d'O₂

Aides et primes

1. Voir la présentation BRUXEO

2. Certificats Verts: aide à la production

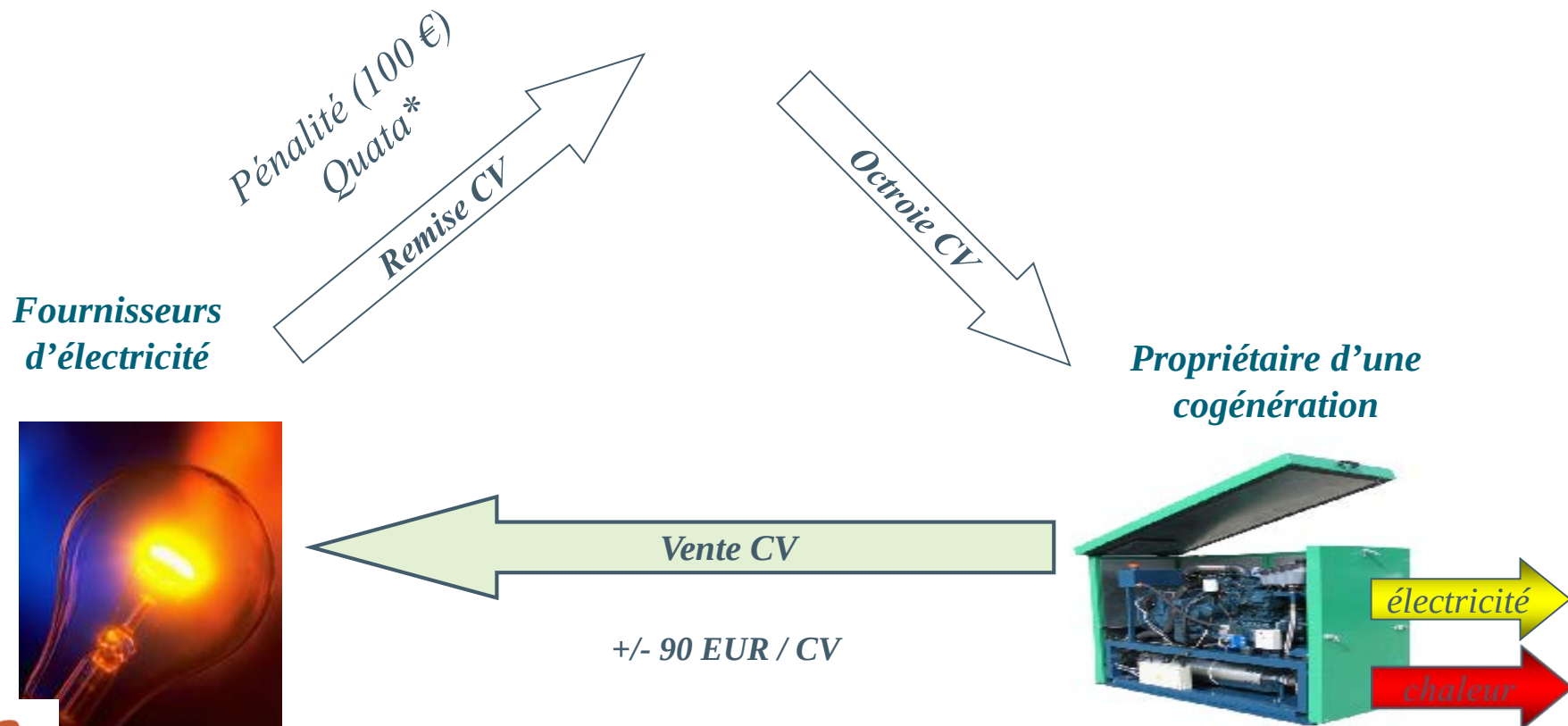
Certificats verts pour la cogénération

- ▶ « Récompense » pour les émissions de CO₂ évitées pour la production d'électricité verte (énergie renouvelable et cogénération)
- ▶ Comparaison des économies de CO₂ par rapport aux technologies de référence :
 - ⇒ Centrale TGV avec rendement électrique de 55%
 - ⇒ Chaudière gaz avec rendement thermique de 90%

Certificats verts pour la cogénération

- Conditions nécessaires pour l'octroi des Certificats Verts :
 - ▶ Cogénération « Haut Rendement » et donc de réaliser une économie de CO₂ suffisante par rapport aux installations de référence
 - ▶ Installation certifiée par Brugel ou par un organisme certifié
 - ▶ Octroi trimestriel des CV
- ▶ Pendant 10 ans après la date de certification
 - › Sur base des productions nettes d'électricité et de chaleur et de la consommation du combustible (index des compteurs homologués MID)
 - › Les index sont communiqué à Sibelga
 - › Brugel octroi les CV
 - › Les CV sont valables pendant 5 ans
 - › 1CV pour 217kg de CO₂ évités
 - › Prix minimum garantie: 65 €/CV

Certificats verts pour la cogénération



*Evolution des quotas

2013	2014	2015	2016	...	2025
3,50 %	3,80 %	4,50 %	5,10 %	...	12,00 %

Certificats verts pour la cogénération

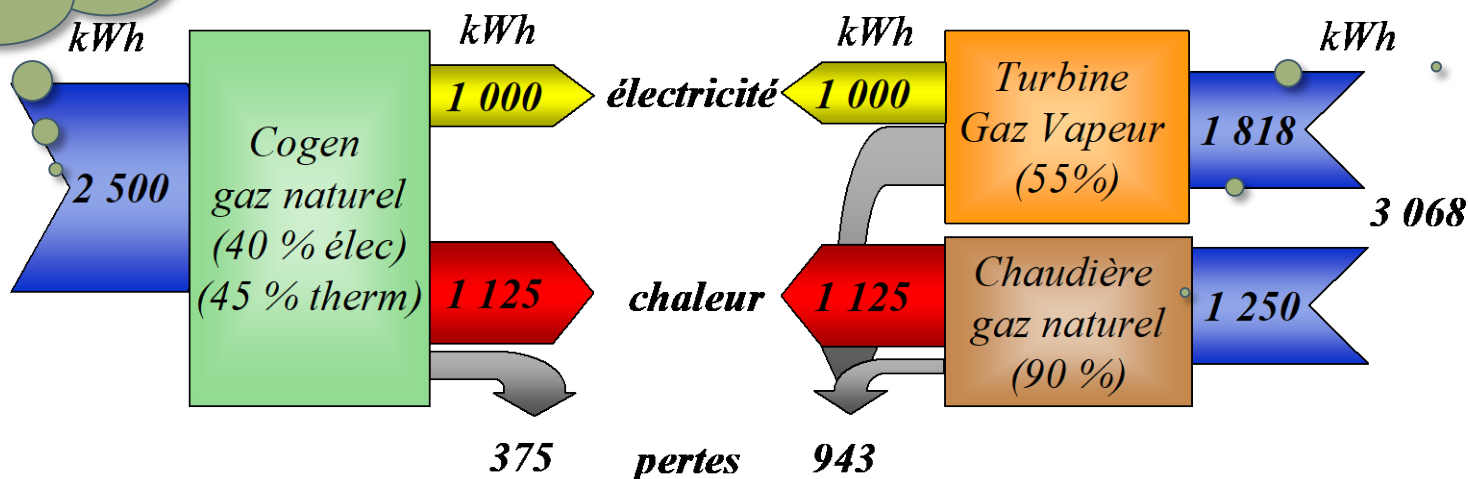
La cogénération *réduit les émissions* en CO₂

Coefficient d'émission CO₂ :
217 kg CO₂/MWh de gaz naturel en Région Bruxelles-Capitale

$$E = 394,5 \text{ kg CO}_2$$

$$F = 542,5 \text{ kg CO}_2$$

$$Q = 271,25 \text{ kg CO}_2$$



$$G_{\text{CO}_2} = E_{\text{CO}_2} + Q_{\text{CO}_2} - F_{\text{CO}_2}$$



Certificats verts pour la cogénération

► Gain en CO₂

$$G_{CO_2} = \frac{Pr_{elec}}{55\%} * C_{gaz} + \frac{Pr_{therm}}{90\%} * C_{gaz} - \frac{Pr_{elec}}{\eta_{elec}} * C_{cogen}$$

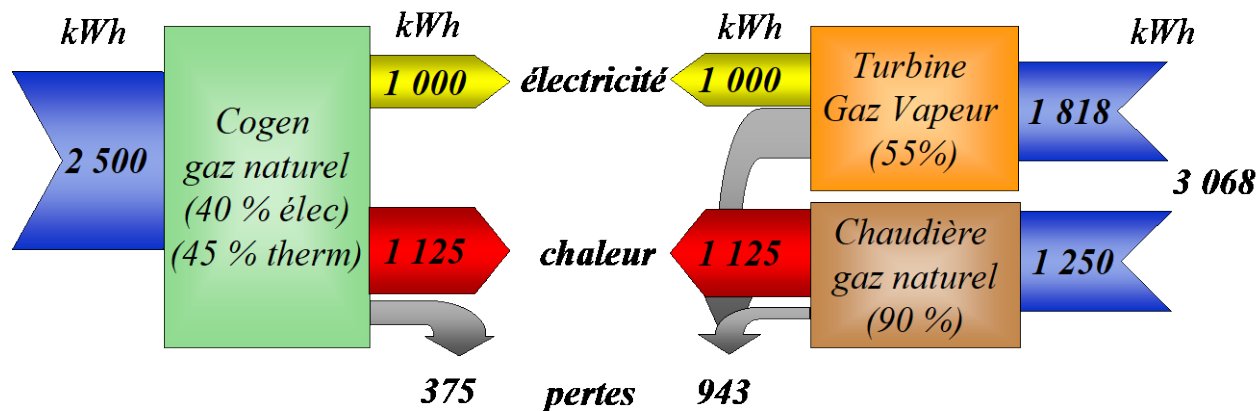
► Taux d'économie de CO₂

$$\tau_{CO_2} = \frac{G_{CO_2absolu}}{\frac{Pr_{elec}}{55\%} * C_{gaz} + \frac{Pr_{therm}}{90\%} * C_{gaz}}$$

► Nombre de CV

$$N_{CV} = \frac{G_{CO_2}}{C_{gaz}}$$

Certificats verts pour la cogénération



$$G_{\text{CO}_2} = (394,5 + 271,3 - 542,5) \text{ kg CO}_2 \quad \text{soit } 123,3 \text{ kg CO}_2$$

$$T_{\text{CO}_2} = 123,3 / 665,8 = 18,5\% \quad)$$

$$N_{\text{cv}} = 123,3 / 217 = 0,57 \text{ CV}$$

1 CV = ± 90 € (attention prix variable)

Environ 50 € par MWh

Certificats verts pour la cogénération

- Afin de stimuler la cogénération dans le secteur du logement collectif l'Arrêté de 26 mai 2011 prévoit d'octroyer plus de Certificats Verts aux cogénérations de qualité afin que celles-ci soient (plus) rentables

Facteur multiplicateur du nombre de CV

Installation de cogénération	Au gaz naturel sous certaines conditions*	$Pe \leq 15 \text{ kWe}$	6,3	rendement et de l'économie de CO2
		$15 \text{ kWe} < Pe \leq 50 \text{ kWe}$	3	
		$50 \text{ kWe} < Pe < 200 \text{ kWe}$	2	
		$Pe \geq 200 \text{ kWe}$	1,5	

- Logement collectif
- Cogénération de qualité au gaz naturel
- Correctement dimensionnée sur la demande en chaleur totale
- Fourniture de la chaleur utile pour plus de 75% à des clients résidentiels
- Mise en service après le 1er janvier 2011

Outils, sites internet, etc... intéressants :

- Les « outils » sur le site: www.bruxellesenvironnement.be
 - ▶ « Réaliser une étude ... dans les Règles de l'Art »
 - ▶ Les outils **Cogencalc**, **Cogenextrapolation**, **CogenOptitherm** et **Cogensim**
 - ▶ Liste des acteurs de la cogénération
- Autres sites utiles :
 - ▶ www.brugel.be
 - ▶ www.Sibelga.be

Ce qu'il faut retenir de l'exposé

- La cogénération est une technologie qui est peut être très intéressante (à vérifier cas par cas= étude de faisabilité)
 - ▶ Si les profils des besoins en chaleur et en électricité sont plus ou moins en concordance
 - ▶ Permet de faire d'importantes économies de CO2
 - ▶ Permet de réduire la facture d'énergie par un investissement intéressant (TRS < 4 à 6 ans)
- Mais qui doit être bien dimensionnée, bien intégrée et bien suivie
 - ▶ Etude de faisabilité, engineering, installation professionnelle
 - ▶ Contrat de maintenance et d'exploitation

Contact

Yves Lebbe

Ingénieur Conseil en Cogénération

☎ : 0495/18.46.91

☎ E-mail : yves.lebbe@telenet.be