

# Atelier 8

## La R&D et les technologies en émergence

L'avenir se construit chaque jour dans les laboratoires publics et privés. Penser l'avenir en termes énergétiques, c'est chercher à mieux tirer parti des ressources naturelles à des coûts acceptables et en limitant les dommages pour l'environnement. Si l'avenir – en termes de marché – des technologies en devenir est fonction des résultats de la recherche, il est aussi fonction des options politiques prises sur les parts respectives de production répartie et de production décentralisée dans notre pays. De ce point de vue, la concurrence internationale est et sera vive et les pays qui auront une expérience en matière de production d'énergie décentralisée durable auront un avantage évident à l'exportation. Mais où en est-on aujourd'hui dans la recherche ? La recherche scientifique et technologique suffira-t-elle quand on prend la mesure des conditions politiques, sociétales et d'aménagement pour développer réellement des applications de production décentralisée à large échelle.

C'est pourquoi l'objectif de cet atelier est de prendre connaissance :

- de ce qui se prépare actuellement dans les laboratoires de recherche dans le domaine de la PDE
- des avancées technologiques qui vont déboucher à moyen terme sur de nouveaux concepts et produits



## Atelier 8

### La R&D et les technologies en émergence

André BAILLY, CIAT

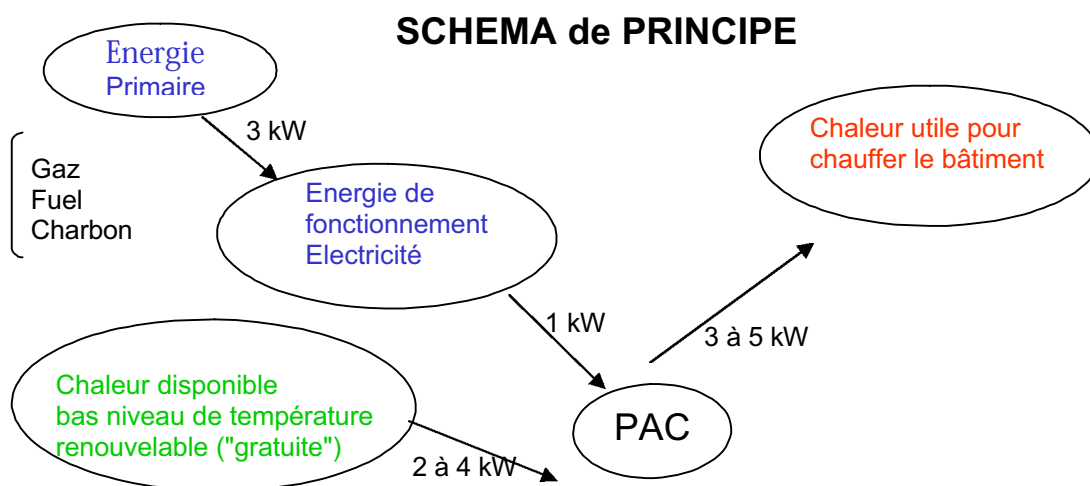
## Les Pompes à chaleur

### Principe

Dans le langage des initiés "POMPER la CHALEUR" veut dire :

- Capturer une chaleur à bas niveau de température pour l'amener à un niveau plus élevé afin que cette quantité de chaleur soit utilisable à des fins domestiques ou industrielles.

On va donc demander à ces machines thermodynamiques que sont les "pompes à chaleur" (PAC) d'aller puiser au sein d'énormes réservoirs de chaleur que sont : l'air ambiant, le sol, le soleil, les nappes phréatiques, les effluents de toutes natures.....



- air (-10°C à +20°C)
- sol (5 à 15 °C)
- soleil
- eau : nappe phréatique (12 °C).....
- effluents : procès industriels, dispensateur de chaleur perdue, air extrait.....

### Evolution dans le temps

En France ce principe a vu ses applications se multiplier au moment des chocs pétroliers dans la décennie 1970. Les réponses les plus fréquentes ont fait appel au compresseur frigorifique déjà utilisé pour la climatisation. On a aussi appliqué le principe des machines à absorption.

L'objectif était de viser l'indépendance énergétique en substituant au fuel l'énergie électrique qui est dans notre pays essentiellement d'origine nucléaire. Les maîtres mots étant déjà utilisation rationnelle et économie de l'énergie.

Aujourd'hui un nouvel appel à ce type de machine est dû à la nécessaire réduction de l'effet de serre résultant des activités humaines. Une consommation d'énergie réduite ira là aussi dans le bon sens.

### **Position de la Communauté professionnelle du chauffage et conditionnement d'air**

Depuis une trentaine d'années notre profession a su acquérir une maturité lui permettant avec la PAC de faire face à un triple défi :

Energétique : des performances (COP) dignes d'intérêt au sens de l'économie d'énergie primaire

Environnemental :\* utilisation de fluides frigorigènes non ozonocides (sans chlore)

\* des machines très compactes et étanches afin de réduire à très peu de chose l'effet de serre direct dû aux émissions de GES (fuites zéro)

\* L'effet de serre indirect sera d'autant plus réduit que la performance énergétique sera meilleure et que les matériaux constitutifs seront récupérable en fin de vie

Economique : On visera un "temps de retour" inférieur à 5 ans.

Afin d'aller encore plus loin, sont conduites en permanence, des actions de recherche avancées (amont et appliquées) et porteuses d'espoirs concrets dans les trois secteurs du défi évoqué plus haut.

On citera le gisement de progrès constitué par le couplage de la PAC avec les énergies renouvelables par emploi de stockage thermique mais aussi en faisant appel à une gestion cohérente de l'ensemble de la chaîne fonctionnelle.

### **Conclusion**

La pompe à chaleur a atteint un degré de maturité, de fiabilité, de reconnaissance qui la met en situation de jouer un rôle majeur en matière de gestion de l'énergie de demain.

Si elle peut être encore le siège d'optimisation, on n'oubliera pas que, intégrée au cœur de systèmes énergétiques simples comme très élaborés, elle peut rendre de grands services.

---

### **Pour en savoir plus**

André BAILLY, Compagnie Industrielle d'Application Thermique

Tel : 04 79 42 42 42

e-mail : a.bailly@cial.fr

## **Atelier 8**

### **La R&D et les technologies en émergence**

Thomas LETZ, ASDER

#### **Solaire thermique**

Contrairement au photovoltaïque, qui fait appel à des techniques de pointes, et qui a besoin de progresser encore beaucoup pour que ses coûts baissent suffisamment pour devenir acceptables, le solaire thermique est essentiellement une technologie de "plombier", sans que ce terme soit péjoratif ! Actuellement, les freins à une vaste diffusion des technologies solaires ne résident pas dans un développement insuffisant des programmes de recherche, mais bien plutôt dans l'accumulation de multiples freins. Quelquefois technologiques, ces points de blocage sont plus souvent liés au contexte institutionnel, juridique, humain,...

Dans la suite, seront détaillées les avancées observées ou prévues, techniques ou technologiques, regroupés par catégories, en partant de la partie pour arriver au tout.

#### **Composants**

- Les capteurs sont de plus en plus performants, grâce à des progrès sur les revêtements sélectifs. L'utilisation future d'isolants très performants, comme par exemple les isolants sous vide partiel, pourra encore améliorer les rendements, surtout dans le domaine des hautes températures.
- Le coût global des projets peut être diminué par l'intégration en couverture ou en façade des capteurs qui remplacent alors d'autres composants du bâtiment.
- La nouvelle certification européenne pour les capteurs solaires (normes NF EN 12975-1 et NF EN 12975-2) pousse à une qualité et la durabilité des capteurs encore meilleure.
- L'optimisation des consommations électriques des auxiliaires est recherchée, notamment par l'utilisation de pompes à débit variable.
- Des dispositifs d'amélioration de la stratification sont de plus en plus souvent intégrés dans les réservoirs de stockage, afin d'accroître "l'utilisabilité" de la chaleur solaire stockée.
- Le solaire profite des progrès de l'électronique et de l'informatique : les régulations numériques permettant les télémessures et les téléalarmes se diffusent.
- Les nouvelles pistes explorées actuellement sont : la connexion à Internet (surveillance en temps réel, prise en compte des prévisions météorologiques pour la régulation,...), l'amélioration des algorithmes de régulation (logique floue).

#### **Systèmes (en individuel)**

- Une tendance très nette à l'intégration est observée, que ce soit par la diffusion de kits rassemblant des composants judicieusement sélectionnés -chauffe-eau solaire individuels (CESI) et systèmes solaires combinés (SSC)-, ou même par la mise sur le marché de systèmes combinés complets, incluant le générateur d'appoint.
- Là aussi, la normalisation arrive et tire la qualité vers le haut : normes NF EN 12976-1 et NF EN 12976-2 pour les installations préfabriquées en usine.

- Utilisée avec les dispositifs d'amélioration de la stratification cités plus haut, la technique du low-flow (faible débit) a permis de faire progresser les performances des CESI d'environ 15 %, toutes choses égales par ailleurs.
- Enfin, un laboratoire semi-virtuel destiné à tester les SSC est en développement au CSTB. Il aura pour but de fournir des indicateurs de performances globaux pour des systèmes complets.

### **Systemes (en collectif)**

- L'eau chaude solaire collective a pour cibles principales : l'habitat collectif, le logement social, l'hôtellerie, les établissements de santé. La Garantie de Résultats Solaires permet de conforter les maîtres d'ouvrage dans leur choix. Par contre, le problème de la légionellose se pose et impose des réponses adaptées (échangeurs instantanés par exemple).
- La production de froid à partir d'énergie solaire thermique (systèmes à absorption, systèmes frigorifiques à dessiccation,...) est une application à développer très intéressante, puisque les besoins, essentiellement estivaux, sont en phase avec la ressource.
- Dans plusieurs pays européens (Allemagne, Danemark, Suède, Autriche) sont installés des systèmes centralisés avec réseau de chaleur, pouvant aller jusqu'au stockage inter-saisonnier.

### **Approches**

Des méthodes plus complètes et globales doivent être développées, afin de faciliter l'évaluation et la comparaison des systèmes :

- L'indicateur "taux d'économie d'énergie d'appoint" doit être déterminé par le calcul ou la mesure, répondant ainsi à la question : quelle est l'économie d'énergie réalisée par rapport à une installation conventionnelle sans solaire assurant le même service ? La méthode FSC développée dans le cadre de la tâche 26 du programme "Solar heating and cooling" de l'Agence Internationale de l'Energie permet de caractériser très simplement les SSC, par comparaison du taux d'économie d'énergie d'appoint réel avec le taux d'économie d'énergie maximal théorique.
- L'électricité consommée par les auxiliaires est prise en compte dans le "taux d'économie d'énergie étendu".
- De même, le confort est également intégré dans les critères d'évaluation.
- Enfin, l'évaluation des systèmes intégrera également de plus en plus les aspects environnementaux, grâce à des écobilans (choix des matériaux) et des analyses du cycle de vie.

Technologie décentralisée s'il en est, l'énergie solaire thermique ne pourra se développer que si tous les acteurs se mobilisent et travaillent sur tous les points cités.

---

### **Pour en savoir plus**

Thomas LETZ, ASDER  
 Tel : 04 79 85 88 50  
 e-mail : [info@asder.asso.fr](mailto:info@asder.asso.fr)

## **Atelier 8**

### ***La R&D et les technologies en émergence***

Philippe MALBRANCHE, GENEC-CEA

#### **L'électricité solaire photovoltaïque : de l'émergence au plein essor...**

L'électricité solaire photovoltaïque peut être utilisée de deux manières différentes : soit pour la fourniture d'électricité en sites isolés, soit pour l'injection d'électricité « au fil du soleil » sur un réseau électrique.

Le premier type d'application, la fourniture d'électricité en sites isolés, a commencé dès les années soixante pour des endroits extrêmement isolés, à savoir les satellites. Les premières applications terrestres ont débuté dans les années soixante-dix, essentiellement pour des besoins professionnels dans les zones peu accessibles. Les années quatre-vingt ont vu l'apparition successive de nombreuses niches de marché : le balisage maritime et aérien, les relais de télécommunications, la protection cathodique, le mobilier urbain et surtout l'électrification rurale, qui englobe principalement l'éclairage domestique, l'audiovisuel et le pompage. Ces applications contribuent souvent de manière économique au développement et à la valorisation de territoires.

Le deuxième type d'application est plus récent, pour l'instant moins développé, mais il bénéficie d'un taux de croissance encore plus rapide. Il s'agit dans ce cas de transformer immédiatement, via un onduleur, le courant continu des modules photovoltaïques en courant alternatif identique à celui qui est utilisé dans les réseaux électriques basse tension. L'électricité ainsi produite « au fil du soleil » est soit consommée sur place soit injectée dans le réseau et donc vendue à la compagnie de distribution d'électricité. Quelques centrales de l'ordre du mégawatt ont été réalisées aux Etats-Unis au milieu des années 80. Les premières réalisations « domestiques », c'est-à-dire d'environ quelques kilowatt, ont eu lieu en Suisse et en Allemagne à la fin des années 80. Quelques opérations ou programmes de démonstration, intégrant des installations de modules en façade de bâtiment ou en toiture ont eu lieu au cours des années quatre-vingt-dix. A l'heure actuelle, des programmes importants se réalisent au Japon et en Europe du Nord principalement, sur un rythme de l'ordre du millier de systèmes montés en toiture (c'est à dire plusieurs mégawatts) par mois dans ces pays.

Le marché mondial du photovoltaïque est passé de quelques MW il y a vingt ans à près de 400MW l'année dernière, pour un chiffre d'affaires d'environ 2,5 milliards d'Euros.

La croissance de ce marché est très forte, approchant les 40% par an depuis plusieurs années. Elle est soutenue par les divers avantages offerts : nouveaux services rendus aux utilisateurs, fiabilité, emplois induits tant au niveau de la production que de l'installation et l'exploitation, dépendance réduite aux énergies fossiles, moindres coûts externes. Des projections pour l'année 2010, établies sur des hypothèses de croissance de 20 et 25% par an, donnent respectivement un marché annuel de 1500 et 2300 MW, pour un chiffre d'affaires compris entre 6 et 9 milliards d'Euros.. Pour 2020, selon les mêmes estimations, le marché mondial serait compris entre 9 et 21 GW.

Une telle croissance (qui permet des effets de masse importants), associée aux progrès en R&D, se traduit par des coûts de production en constante réduction, de l'ordre de 6 à 7% par an aussi bien au niveau des modules que des systèmes installés. La principale technologie utilisée à ce jour est celle du silicium, et elle présente encore un fort potentiel de baisse des coûts de production, au moins d'un facteur deux ; mais il est vraisemblable que dans les décennies à venir, les couches minces permettent d'aller au-delà dans les réductions de coûts. Au niveau des systèmes, les baisses de coûts viendront des améliorations effectuées au niveau du stockage, de la gestion de l'énergie, et surtout des méthodes de montage et d'intégration dans les bâtiments.

---

### **Pour en savoir plus**

Philippe MALBRANCHE

Tel : 04 42 25 66 02

e-mail : philippe.malbranche@cea.fr

## **Atelier 8**

### **La R&D et les technologies en émergence**

Benoît JACQUEMIN, Schneider Electric

#### **Les technologies de conversion, couplage et contrôle pour le développement de la génération d'électricité répartie**

##### **Emergence de nouvelles technologies qui permettent de la génération d'électricité à proximité des consommations**

Il y a une très forte activité de R&D sur les technologies de génération d'électricité de petite puissance, en particulier sur le segment de 1 à 500 kW ; beaucoup de nouvelles technologies sont en quête de viabilité technico-économique :

- micro-turbines à gaz
- nouveaux types de moteurs (moteurs de Stirling, progrès des moteurs traditionnels)
- piles à combustibles
- photovoltaïque
- éolien
- petit hydraulique

Il y a également des perspectives de progrès dans les combustibles, leur production et leur distribution :

- la filière « hydrogène »
- la filière « biomasse »

Il faut également souligner l'émergence de nouvelles solutions de stockage d'énergie :

- nouvelles technologies de batteries : Lithium-Polymère, Lithium-Ion
- super-capacités
- volant d'inertie

##### **Pour rendre ces solutions viables et pour bénéficier des atouts de la génération répartie, il faut de nouvelles architectures des systèmes de distribution et d'alimentation électrique**

Ces nouvelles technologies de génération ne peuvent concurrencer directement les solutions actuelles :

- coût d'investissement trop élevé pour concurrencer le groupe diesel qui assure un secours d'énergie.
- coût de revient du kWh électrique trop élevé pour concurrencer 24h sur 24, l'énergie produite par les grandes centrales et acheminée par le réseau électrique national.

Or, la génération d'électricité répartie porte en elle-même du potentiel de création de valeur :

- des économies d'énergie primaire : soit parce que le générateur utilise de l'énergie renouvelable, soit parce qu'il permet de la co-génération
- des émissions polluantes ( NOx, SO2) nulles ou relativement faibles

- une meilleure disponibilité d'énergie, car moins vulnérable aux incidents du réseau de transport et distribution.

Notons, par ailleurs, que la génération répartie permet un investissement de capacité progressif avec une mise en exploitation rapide, donc, un investissement plus accessible et plus ajusté aux besoins.

Pour valoriser les nouvelles technologies de génération et exploiter le potentiel de valeur de la génération répartie, il faut reprendre l'ensemble d'un système d'alimentation énergétique, intégrer l'ensemble des besoins ( disponibilité d'énergie électrique et thermique ) et le re-concevoir pour trouver un nouvel optimum. Les nouvelles solutions doivent prouver leur avantage par les performances technico-économique du système complet sur l'ensemble de son cycle de vie.

Ces solutions nécessiteront généralement de combiner les nouvelles technologies avec les solutions traditionnelles de génération centralisée et de réseaux de transport et distribution.

Les nouvelles technologies, elles-mêmes, ne sont pas nécessairement concurrentes les unes aux autres : leurs profils de caractéristiques et performances sont différents ( type de combustible, rendement, encombrement, disponibilité ...). Certaines solutions optimisées pourront nécessiter de les combiner de manière judicieuse.

### **Trois fonctions essentielles pour ces nouvelles solutions avec génération répartie : la conversion, le couplage et le contrôle commande**

Schneider Electric contribuera au développement de la génération répartie en apportant 3 fonctions : la conversion, le couplage et le contrôle commande. Ces fonctions sont essentielles pour réaliser les nouvelles architectures de distribution et d'alimentation électrique.

#### **La conversion** : adapter les formes d'électricité

- la plupart des nouvelles technologies de génération d'électricité ne produisent directement du courant à 50/60Hz : un étage de conversion est nécessaire
- cette fonction de conversion fait de 5 à 15% du coût du générateur et impacte son rendement
- elle est nécessaire pour associer localement de manière optimum des générateurs de technologies différentes et y intégrer du stockage d'énergie

#### **Le couplage** : connecter, déconnecter, protéger, isoler

- c'est la fonction qui permet d'intégrer une unité de génération dans un réseau électrique
- un couplage performant augmente le potentiel de raccordement de génération répartie tout en préservant le bon fonctionnement du réseau

#### **Le contrôle-commande** : mesurer, optimiser, commander

- c'est la fonction qui permettra de réaliser les optimisations recherchées par les nouvelles architectures de distribution et d'alimentation électrique : exploiter au mieux le parc de générateurs, lisser les charges, optimiser les rendements, garantir la disponibilité d'énergie aux charges critiques, optimiser les opérations de maintenance.

## **Les voies de progrès technologiques pour ces fonctions de conversion, couplage et contrôle commande**

Ces 3 fonctions – conversion, couplage et contrôle-commande – bénéficieront d'abord des progrès des technologies de base qui les constituent : l'électrotechnique, l'électronique de puissance, l'électronique de contrôle et le logiciel.

- électrotechnique : miniaturisation de la commutation électrique et réduction de sa consommation en énergie.
- électronique de puissance : une commutation plus rapide qui permet de meilleurs rendements et la restitution d'une onde électrique de meilleure qualité ; des composants plus compacts et moins chers, des systèmes de refroidissement plus efficaces et moins chers
- électronique de contrôle : poursuite de la loi de Moore qui permet de doubler la puissance de calcul tous les 18 mois, pour le même coût.
- logiciel : les technologies Web et les standards associés qui permettent une meilleure interopérabilité entre des applications distantes en interaction.

Par ailleurs, les études de modélisation de réseaux électriques avec de la génération répartie, permettent de mieux comprendre le comportement d'un système électrique qui se complexifie, et d'en déduire des solutions de pilotage.

Enfin pour des fonctions de conversion, couplage et contrôle efficaces, il faut progresser sur les architectures des produits qui les supporteront :

- intégration optimum de fonctions dans un même module
- ré-utilisation de plates-formes avec d'autres produits aux fonctions similaires ( par ex : automates, variateur de vitesse, UPS ...) pour bénéficier d 'effets d 'échelle.

---

### **Pour en savoir plus**

Benoît JACQUEMIN, Schneider Electric  
Tel : 04 76 57 90 10  
e-mail : benoit.jacquemin@mail.schneider.fr

## **Atelier 8**

### ***La R&D et les technologies en émergence***

Christophe PASCUAL, ELYO-CYLERGIE

#### **L'évolution des filières de valorisation énergétiques de la biomasse**

Depuis quelques années les volontés de production d'électricité verte ou de biocarburant, voire de développement des piles à combustible ont été les principaux moteurs des recherches dans le secteur de la valorisation énergétique de la biomasse. Nous évoquerons ici quelques unes des voies explorées dans le domaine des transformations thermochimiques.

Deux catégories de solutions sont imaginées :

- celles qui transforment la biomasse directement en énergie thermique qui pourra ensuite être convertie en énergie mécanique ou électrique à partir de machines adaptées, les développements dans cette direction concernent ces machines, pour les rendre plus performantes ou les adapter à de petites puissances : turbines à fluides organiques, moteurs Stirling,...
- celles qui transforment la biomasse en un combustible (ou vecteur énergétique) plus traditionnel, gazeux, liquide, qui pourra être ensuite utilisé dans des unités traditionnelles, éventuellement adaptées pour l'occasion : gazéification couplée à des turbines à gaz, pyrolyse pour production de biocarburant, ...

#### **Les machines thermodynamiques**

##### *Les turbines à fluide organique (Organic Rankine Cycle)*

Ces turbines utilisent comme fluide moteur des fluides organiques, de la famille des siloxanes généralement, en remplacement de l'eau. Ces fluides ont la propriété de se vaporiser à assez basse température (250 à 300°C). La source chaude est une huile thermique, l'installation fonctionne sans pression donc ne nécessite pas un suivi aussi lourd qu'une chaudière à vapeur. Ces machines ont besoin d'une source froide à basse température (moins de 60°C). Elles sont donc particulièrement adaptées aux petites installations de cogénération connectées à un réseau de chaleur basse température (cas fréquent en Europe de Nord mais assez rare en France). Les rendements électriques sont médiocres : 15%. Quelques installations industrielles sont en fonctionnement pour des puissances électriques de moins de 1MW. Plusieurs réalisations sont en cours.

##### *Les moteurs de Stirling*

Ces moteurs sont des moteurs à pistons à gaz chaud qui utilisent une source externe de chaleur pour faire varier la température entre les parties haute et basse du cylindre et générer ainsi un mouvement alternatif. Le cycle théorique permet d'espérer des rendements mécaniques de 20 à 30%, tout en autorisant des puissances de seulement quelques kW. Ces moteurs sont donc adaptés à la production décentralisée voire domestique d'électricité. Des moteurs utilisant des sources traditionnelles de production de chaleur, ou des systèmes solaires thermiques sont sur le marché. L'utilisation de gaz chauds provenant de chaudières à biomasse fait l'objet de développements notamment dans le cadre de programmes européens. Il n'existe pas encore de réalisation industrielle.

### *Les perspectives de développement de ces systèmes*

Le principal obstacle au développement de ces systèmes est leur coût. L'ordre de grandeur de l'investissement est de 2000 €/kWe installé. Les projets actuels (ORC) ne peuvent voir le jour que grâce à une politique forte de subvention à l'investissement, ou dans des situations où la rentabilité économique n'est pas essentielle.

## **Gazéification et pyrolyse**

### *Gazéification*

La gazéification est une voie qui fait l'objet de nombreux travaux. L'objectif est de réaliser à haute température et en défaut d'oxygène une conversion de la biomasse en un gaz. Les systèmes de gazéification sont généralement des réacteurs à lit fluidisé pour les grandes puissances ou à lit fixe pour les petites tailles.

Les lits fluidisés sont souvent couplés, dans les projets de ces dernières années, à des cycles combinés de production d'électricité (IGCC) qui permettent un rendement de transformation électrique optimum. De telles installations doivent avoir une taille conséquente pour minimiser les investissements, elles requièrent des flux de combustible importants, donc ne peuvent être implantées que dans des zones où la densité de la biomasse le permet, ou sur des installations industrielles générant de grandes quantités de résidus organiques. La plupart des projets bâtis sur ce schéma rencontrent de grandes difficultés, notamment parce que l'épuration du gaz produit, qui est une étape essentielle avant la valorisation en turbine, n'est pas encore maîtrisée. Cette épuration fait l'objet de nombreux travaux de recherche.

Une autre voie aujourd'hui plus fiable, adaptée elle aussi aux installations de grande taille, et qui fait d'ores et déjà l'objet de réalisations industrielles est celle de la gazéification simplifiée. Le gaz produit est directement brûlé dans un brûleur adapté après une épuration simplifiée. Il peut être utilisé en co-combustion dans une chaudière au fuel, au charbon voire au gaz naturel. Cette méthode permet d'introduire des combustibles biomasse sur des centrales thermiques classiques en modifiant au minimum les installations existantes et en améliorant leur performance à l'émission (biomasse peu soufrée et effet sur les NOx).

Pour les installations de petite taille, les travaux actuels tendent à associer des gazéificateurs simples, à lit fixe, à des moteurs à gaz, la phase d'épuration des gaz est, dans ce cas, moins essentielle que dans le cas des IGCC. Plusieurs réalisations de puissance comprise entre 50 et 500 kWe ont été lancées.

Concernant l'étape de gazéification, de nombreux programmes visent aujourd'hui à réduire à la source la production de goudrons, principale impureté du gaz. Ces programmes développent des concepts de gazéification étagée et/ou de gazéification à la vapeur.

Si ce problème de goudrons est résolu, la gazéification peut aussi être une première étape d'une chaîne encore plus complexe. Dans la perspective d'une production d'hydrogène, pour alimenter des piles à combustible, elle peut fournir au reformeur la matière première nécessaire. Mais elle peut aussi fournir la matière première à une chaîne de production de carburant liquide, elle sera alors associée à un reformeur pour produire de l'hydrogène puis à un réacteur catalytique de synthèse pour la production de carburant.

### *Pyrolyse*

La pyrolyse de la biomasse est utilisée pour produire un combustible liquide. La voie qui semble privilégiée est celle de la pyrolyse rapide en présence de catalyseurs. Elle intéresse principalement des groupes pétroliers du Canada ou d'Europe du Nord, qui peuvent mettre à profit leur savoir faire en génie chimique et les ressources en biomasse de leurs pays, où les zones de production forestière sont vastes mais éloignées des centres industriels ou urbains.

Les recherches actuelles visent à la production d'un combustible stable, qui ne se solidifiera pas de manière intempestive. Une unité de production de ce type vient d'être lancée en Finlande.

### *Les perspectives de développement*

Les expériences de gazéification de ces dernières années ont démontré qu'il valait mieux s'orienter vers des solutions simples que de perdre en efficacité énergétique théorique. Les premières réalisations industrielles sont des installations de petite taille (moins de 1 MW), couplées à des moteurs à gaz.

Le couplage gazéification/IGCC ne se développera que si le lavage des gaz, qui fait l'objet de nombreux travaux, est maîtrisé.

La pyrolyse quant à elle, liée à la production de combustible liquide de substitution, ne devrait concerner que de grands groupes industriels.

### **Conclusions**

Plusieurs techniques qui diversifient les possibilités de production d'électricité ou de chaleur verte commencent à atteindre une maturité technique, d'autres sont moins avancées. Leur développement est dépendant des politiques de soutien aux EnR. En France le tarif d'achat de l'électricité verte et la non prise en compte spécifique de la « chaleur verte », ne permettent pas un large essaimage de ces techniques qui risquent d'avoir beaucoup de mal à dépasser le stade de quelques opérations de promotion/démonstration.

---

### **Pour en savoir plus**

Christophe PASCUAL, Elyo-Cylergie  
Tel : 04 72 86 09 80  
e-mail : christophe.pascual@elyo.fr