

**ACTES  
VALIDÉS**

# Innogaz

**2<sup>e</sup> édition**

**JEUDI 21 OCTOBRE 2021**

Maison de la Chimie (Paris 7<sup>e</sup>)

un événement organisé par :

**co2nove**

# Remerciements

Nous remercions **Thierry Guerrier**, journaliste, pour avoir animé l'événement, **Geert Meulenbelt**, manager de DC Brain, **Nicolas Paget**, cofondateur de Waga Energy, **Stéphane Palmade**, directeur général d'Enosis, **Thomas Pellegrin-Carlin**, directeur du Centre Énergie de l'Institut Jacques Delors et **Aurélie Picart**, déléguée générale du Comité Stratégique de Filière Nouveaux systèmes énergétiques pour leur allocution lors de cette matinée, ainsi que l'ensemble des intervenants qui, par leur expertise et leur contribution aux débats, ont concouru au succès de cette manifestation.

# Sommaire

## Introduction

**Bernard Aulagne**

*Président de Coénove.....1*

## PITCH

**Valoriser le gaz produit dans les décharges, c'est possible !**

**Nicolas Paget**

*Cofondateur de Waga Energy  
.....3*

## DÉBATS .....6

## PITCH

**L'intelligence artificielle au service de la gestion des réseaux**

**Geert Meulenbelt**

*Manager, DC Brain.....8*

## DÉBATS .....10

## PITCH

**Convertir le CO2 et enrichir le gaz vert ?**

**Stéphane Palmade**

*Directeur général d'Enosis.....11*

## DÉBATS .....10

## ÉDITO OPTIMISTE

**L'innovation va-t-elle permettre de répondre au défi climatique ?**

**Aurélie Picart**

*Déléguée générale du Comité  
Stratégique de Filière Nouveaux  
systèmes  
énergétiques.....14*

## Conclusion

**Bernard Aulagne**

*Président de Coénove.....17*

## KEYNOTE

**L'intelligence artificielle au service de la gestion des réseaux**

**Thomas Pellegrin-Carlin**

*Directeur du Centre Énergie de  
l'Institut Jacques Delors .....18*

# Introduction

Bernard Aulagne

*Thierry Guerrier, journaliste*

*Bonjour et bienvenue à ce deuxième Innogaz en présentiel. Vous êtes nombreux ce matin, certains d'entre vous représentent la jeune génération qui s'intéresse au gaz et à ses problématiques. Bernard Aulagne, vous présidez Coénove, pourriez-vous nous rappeler la place de votre association et ses ambitions ?*



onjour à toutes et à tous, merci de nous avoir rejoints.

**B** Créée en septembre 2014 au moment des débats sur la loi de transition énergétique, l'association Coénove regroupe des industriels équipementiers et fabricants d'équipements de chauffage (Vaillant, Viessmann, DeDietrich, Chaffoteaux, Atlantic, Bosch, Frisquet, etc.), des énergéticiens (GRDF, France Gaz Liquides, Qualigaz) et des organisations professionnelles du bâtiment (FFB, Capeb, Synasav).

Tous nos membres souhaitent contribuer à la transition énergétique dans le bâtiment avec deux convictions : d'une part, les objectifs ambitieux de la loi de transition énergétique relayée par la loi énergie climat ne peuvent être atteints que par une approche fondée sur la complémentarité de toutes les énergies, et pas sur la recherche d'une énergie miracle ; d'autre part, le gaz a un important rôle à jouer dans cette perspective, d'autant plus qu'il tend vers le 100 % renouvelable.

Pour porter ces convictions, nous participons à toutes les discussions avec les pouvoirs publics autour de l'élaboration des différents textes (RE2020, réforme du DPE), nous réalisons des études montrant que la voie de la neutralité carbone dans le

bâtiment ne passe pas uniquement par l'électrification massive des usages – comme l'affirme la SNBC – et qu'une autre voie plus sûre et moins chère utilisant entre autres le gaz renouvelable est possible. Enfin, nous organisons différents événements parmi lesquels Innogaz auquel vous assistez aujourd'hui.

## **THIERRY GUERRIER**

Alors que le gaz innove et verdit, pourriez-vous nous dire ce que vous attendez de cet événement ?

## **BERNARD AULAGNE**

La capacité d'innovation de la filière gaz est largement méconnue et sous-estimée : il y a deux ans encore, on se remémorait avec nostalgie la qualité de la cuisson au gaz, mais on soulignait son caractère fossile qui ne lui accordait aucun avenir. Face à ces conceptions du passé, nous voulons montrer concrètement comment la filière innove en permanence, à tous les maillons de la chaîne de valeur (production, transport, distribution, usages). Avec les différentes formes du gaz renouvelable (méthanisation, pyrogazéification, hydrogène produit à partir de l'excédent des EnR électriques), nous sommes persuadés

*“Le gaz renouvelable contribue donc à notre souveraineté alors que d’autres sources d’énergie nous mettent à la merci d’acteurs étrangers peu recommandables : la Russie et son gaz, ou les pays producteurs d’uranium pour nos centrales nucléaires.”*

*BERNARD AULAGNE*

qu’il est possible d’atteindre le gaz 100 % renouvelable d’ici 2050, sous le double effet du verdissement de cette énergie et d’une division par 2 de nos consommations.

La méconnaissance de la capacité d’innovation de la filière touche non seulement le grand public, mais également les pouvoirs publics, ce qui pose un gros problème car sous prétexte que seule l’électrification massive permettrait de répondre aux enjeux de décarbonation, nos décideurs font l’impasse sur le développement et le verdissement du gaz.

Avant cette deuxième édition physique, nous avons organisé six événements “live”, à distance, ce qui atteste du dynamisme de la filière gaz en matière d’innovation.. Aujourd’hui, nous donnerons la parole à Nicolas Paget, cofondateur de Waga Energy, à Geert Meulenbelt, responsable export de DC Brain et à Stéphane Palmade, directeur général d’Enosis. Ensuite, Aurélie Picart, déléguée générale du Comité stratégique de filière Nouveaux systèmes énergétiques, nous fera part de sa vision optimiste du rôle de l’innovation dans la transition écologique et enfin Thomas Pellegrin-

Carlin, directeur du Centre Énergie de l’Institut Jacques Delors, ouvrira sur la perspective européenne.

#### **THIERRY GUERRIER**

D’après vous, le plan de relance n’investit pas suffisamment dans le gaz, ce qui nécessite un effort de conviction.

#### **BERNARD AULAGNE**

Clairement. Le président de la République, en présentant son grand plan d’investissement, a beaucoup parlé d’électricité mais pas de gaz. Nous avons donc un enjeu de persuasion, en nous fondant sur des arguments concrets, comme le montre Innogaz, et en levant les obstacles qui empêcheraient le gaz de prendre toute sa place.

Dans cette période de hausse du prix des énergies, j’aimerais souligner que le problème de dépendance à l’égard du gaz russe n’existe pas avec le gaz renouvelable, car il s’agit d’une énergie produite sur le sol français. Le gaz renouvelable contribue donc à notre souveraineté alors que d’autres sources d’énergie nous mettent à la merci d’acteurs étrangers : la Russie et son gaz, dont tout le monde parle, mais aussi les pays producteurs d’uranium nécessaire à nos centrales nucléaires.

# PITCH

## Valoriser le gaz produit dans les décharges, c'est possible !

Nicolas Paget

*Thierry Guerrier*

*Nicolas Paget, vous êtes le cofondateur de Waga Energy, présentez-nous votre entreprise et votre innovation.*



Bonjour à tous, merci pour votre invitation. Je vais vous présenter non seulement une innovation, mais aussi une réussite technologique qui connaît actuellement un fort déploiement.

J'ai fondé Waga Energy avec Mathieu Lefebvre et Guénaël Prince. Nous sommes tous les trois issus de la filière des ingénieurs français et nous nous sommes réunis au sein d'Air Liquide pour travailler sur la valorisation du biogaz. En tant que militants des gaz verts, nous réfléchissions à développer le potentiel et l'impact de cette énergie, ce qui nous a conduits à créer Waga Energy.

Le méthane est un gaz dont la contribution à l'effet de serre est 85 % supérieure à celle du CO<sub>2</sub> sur 10 ans. Il constitue donc un vecteur de réduction rapide de notre impact sur le climat. Aujourd'hui, le méthane représente 12 % de nos émissions et les courbes dont nous disposons indiquent que c'est la principale molécule issue de nos activités industrielles, car ses émissions progressent à chaque phase de reprise économique mondiale.

Par ailleurs, les déchets que nous

produisons – 2,5 milliards de tonnes chaque année, en constante augmentation – sont recyclés avant tout dans les pays occidentaux alors la plus grande partie de la population mondiale vit dans d'autres régions. Les déchets sont responsables de 5 % des émissions de gaz à effet, uniquement via le méthane. Selon nous, il est donc évident que la ressource à valoriser, c'est le biogaz issu des déchets, mais c'est aussi le plus compliqué à valoriser. L'industrie de la méthanisation se développe rapidement, avec l'emploi de méthaniseurs agricoles, alors que les centres de stockage des déchets non dangereux – les décharges – accueillent tout ce que l'on ne parvient pas à valoriser et que l'on n'incinère pas, soit 40 % de nos déchets. Dans ces centres, la présence de matières organiques (pelures de fruits et de légumes, résidus de yaourts, couches, etc.) émet du biogaz, en moyenne 500 m<sup>3</sup>/heure (contre environ 200 m<sup>3</sup>/heure pour un méthaniseur agricole). Ce gaz de décharge est capté, puis il est valorisé ou brûlé. Historiquement, cette valorisation se fait sous la forme d'électricité, mais nous sommes convaincus que substituer au gaz naturel un gaz renouvelable constitue la



meilleure utilisation du méthane produit par les décharges.

#### **THIERRY GUERRIER**

Votre processus vous permet de valoriser le gaz des décharges.

#### **NICOLAS PAGET**

En effet, nous récupérons l'air de la décharge, constitué d'azote, d'oxygène et de méthane, et nous séparons ces trois gaz. Le principe, mis au point chez Air Liquide qui n'a pas voulu poursuivre l'expérience, est le suivant : à la technologie des membranes nous ajoutons une colonne de distillation qui procède à une séparation cryogénique, c'est-à-dire que nous récupérons un méthane liquéfié à -165 °C, et nous rejetons l'azote et l'oxygène qui à cette température sont encore à l'état gazeux. Ainsi, en couplant ces deux technologies – membranes et distillation cryogénique – nous parvenons à épurer le biogaz de décharge avec un système économiquement abouti.

Dans notre Waga Box, les différentes étapes de traitement se succèdent (séparation des gaz et des polluants, distillation cryogénique) et nous obtenons un biométhane quasiment pur répondant à toutes spécifications des réseaux mondiaux de gaz. Ainsi, nous pouvons nous lancer sur tous les marchés.

#### **THIERRY GUERRIER**

Depuis quand votre Waga Box est-elle opérationnelle ?

#### **NICOLAS PAGET**

La première installation a été mise en fonction en 2017 à Saint-Florentin, en Bourgogne. Depuis, nous avons conquis tous les acteurs des déchets qui sont très contents, car nous leur apportons une solution clé en mains qui fait le trait d'union entre leur système qu'ils maîtrisent et le réseau dans lequel nous injectons notre biométhane.

Aujourd'hui, dix unités sont en exploitation, une dizaine sont en cours de réalisation et nous commençons à

nous tourner vers l'international. En France, l'innovation est bien valorisée et accompagnée, y compris pour l'injection de biométhane dans le réseau qui bénéficie d'un cadre pertinent, ce qui nous permet désormais d'explorer des marchés et des pays où les tarifs ne sont pas subventionnés, en proposant aux acteurs de l'énergie un biométhane au prix du marché.

L'inclusion de biométhane dans le mix énergétique, dans une économie circulaire, est très pertinente. La France compte à peu près autant de sites d'enfouissement de déchets que de départements. À cette échelle, les déchets sont collectés, le biogaz est produit et injecté dans le réseau en substitution du gaz fossile de Russie ou de Norvège. Ainsi, nos déchets nous servent à produire une énergie qui fait rouler des bus, chauffer des pâtes et qui se substitue au gaz fossile.

#### **THIERRY GUERRIER**

Vous avez conclu un accord avec Veolia : pourriez-vous nous présenter cet exemple ?

#### **NICOLAS PAGET**

Sur le marché international, nous avons besoin de répondre au besoin de centres de très grande taille, et grâce à Veolia nous avons franchi à l'automne dernier une étape importante dans cette optique. Nous sommes désormais en mesure d'équiper des installations de stockage ayant une capacité 5 à 6 fois supérieures à ce que nous faisions jusqu'ici, soit 120 GWh par an.

*“ Ainsi, en couplant ces deux technologies – membranes et distillation cryogénique – nous parvenons à épurer le biogaz de décharge avec un système économiquement abouti. ”*

*NICOLAS PAGET*

**THIERRY GUERRIER**

Votre premier marché à l'export se trouve à Barcelone.

**NICOLAS PAGET**

En France, nous bénéficions d'un cadre offrant un prix garanti sur 15 ans, mais nous souhaitons nous tourner vers les quelque 20 000 centres de stockage que l'on compte dans le monde. À Barcelone, nous avons signé un très beau contrat dans un pays qui ne finance pas l'injection du biométhane dans les réseaux, ce qui signifie que nous avons dû trouver un acheteur qui s'engage sur un prix d'achat. Pour la première fois au monde, nous avons réussi à produire une énergie compétitive qui intéresse presque tous les énergéticiens et qui peut remplacer les énergies fossiles au prix du marché. L'unité de Barcelone n'est pas encore en service, nous avons besoin de 14 mois pour la mettre en service.

*“Pour la première fois au monde, nous avons réussi à produire une énergie compétitive qui intéresse presque tous les énergéticiens et qui peut remplacer les énergies fossiles au prix du marché.”*

*NICOLAS PAGET*



# Débats

**THOMAS PELLEGRIN-CARLIN,**

Quelles sont les émissions de gaz à effet de serre de votre biométhane ? Avez-vous des chiffres précis pour la production d'électricité ?

**THÉOPHYLE MINI,** président, Biogaz4Life

Comment avez-vous calculé votre bilan carbone ? Si la cryodistillation produit un gaz liquide, pourquoi ne pas alimenter des stations de bio-GNL sur site ? Quel est l'avenir de votre solution en France alors que l'on trie les déchets et qu'il ne devrait plus y avoir de déchets organiques dans les ordures enfouies ?

**THIERRY GUERRIER**

Quant à moi j'aimerais savoir quels types de profils vous recrutez.

**NICOLAS PAGET**

Nous récupérons le CH<sub>4</sub> et l'injectons dans le réseau de gaz naturel, et le rendement de notre installation s'élève à 90 %. Tout le méthane que l'on ne valorise pas nous sert à brûler les composés odorants. Nous rejetons tout le CO<sub>2</sub> du biogaz et le CO<sub>2</sub> issu de cette combustion, ce CO<sub>2</sub> est biogénique et a un cycle court. L'analyse de cycle de vie réalisée par Carbone 4 dans le cadre du Plan investissements d'avenir a démontré que la quantité d'énergie consommée sur cette installation est à égale à 10 % de la quantité que nous installons. Nous recherchons un rendement minimal de 80 % pour assurer un cycle vertueux. Quant au GNL, nous en produirons quand des acheteurs de poids se présenteront. En France la demande est encore assez faible, contrairement à l'Italie. Notre rendement est vertueux, alors que celui du GNL est inférieur : 25 % d'énergie sont nécessaires pour produire du biométhane liquide.

**THIERRY GUERRIER**

Est-ce que votre modèle économique pourra évoluer avec les changements de réglementation et du marché en amont ?

**NICOLAS PAGET**

Selon nous c'est un faux problème. Malheureusement, malgré le tri, nous constatons que la production de méthane des décharges est très, très importante. J'ajoute qu'un centre d'enfouissement fermé produira du gaz pendant encore 15 ans, ce qui donne des perspectives intéressantes. Le potentiel est pour nous à l'international, où le tri est beaucoup moins rigoureux. En France, 40 % de nos déchets finissent en décharge, mais cette part s'élève à 70 % aux États-Unis, qui produisent cinq fois plus de déchets que nous.

**THIERRY GUERRIER**

Quel est votre potentiel de développement à l'international ?

**NICOLAS PAGET**

Nous restons une petite entreprise de 80 personnes, dont une dizaine aux États-Unis. Nous essayons dans l'ouest européen où les réglementations sont homogènes, mais notre cible de choix est le marché nord-américain qui présente le plus gros volume et la meilleure qualité de décharge. Pour le reste du monde, nous mettons sur pied des projets de couverture et de récupération du gaz avec des professionnels du déchet.

Nous recrutons tous les types de profils pour monter les projets, les fabriquer et les exploiter. Nous avons donc besoin de commerciaux, de financiers et de membres de bureaux d'études. Progressivement, nous deviendrons comme Air Liquide une entreprise

*“En France, 40 % de nos déchets finissent en décharge, mais cette part s'élève à 70 % aux États-Unis, qui produisent cinq fois plus de déchets que nous.”*

NICOLAS PAGET

*“Il nous manque les  
éléments d’une véritable  
comparaison des prix des  
énergies.”*

BERNARD AULAGNE

disposant d’usines dans un grand nombre de sites qu’il faudra exploiter et entretenir dans la durée.

**PAUL THOMARÉ, étudiant**

Quel rôle pourrait avoir votre innovation au niveau de la libération du méthane issu du permafrost en Sibérie notamment ?

**THÉOPHYLE MINI, président, Biogaz4Life**

Quel est le coût de revient par mégawattheure de méthane injecté dans le réseau ? Avez-vous pensé à valoriser votre produit via le label Bas Carbone du ministère de la Transition écologique ?

**PIERRE REVEILLERE, étudiant**

Considérant l’augmentation du prix du gaz, de nombreux acteurs devraient avoir la volonté de produire du gaz ainsi et de le revendre plus cher encore.

**NICOLAS PAGET**

Je n’ai pas le droit de communiquer le prix du gaz vendu, mais je peux vous dire que celui produit à Claye-Souilly a un prix inférieur à 50 euros par mégawattheure. Nous ne pouvons pas augmenter nos prix, ils sont garantis sur 15 ans. Le problème de hausse de prix du gaz ne se pose pas aux États-Unis, mais il est certain que la tendance d’avenir est à la hausse.

Je n’ai pas étudié le permafrost, mais je

peux vous dire que les plus grandes décharges que nous fréquentons s’étendent sur une centaine d’hectares intégralement couverts, donc recouvrir des milliers de kilomètres carrés de permafrost n’est pas envisageable.

Un gaz issu des activités humaines n’est pas récupéré : celui dégagé par les mines. Ces quantités sont considérables et pourraient faire l’objet d’expérimentations intéressantes.

**BERNARD AULAGNE**

Cette innovation est extrêmement intéressante, c’est une approche complémentaire au méthaniseur agricole. Toutes ces solutions contribueront à atteindre 100 % de gaz renouvelable en 2050, car la transition énergétique ne repose pas sur une seule solution, électrique ou autre, le tri et la valorisation des déchets en fait partie aussi.

Quant au prix, je dirais qu’il est difficile de prédire l’évolution des 6 prochains mois, comme il est difficile d’évaluer le coût complet de toutes les énergies. Pourtant, j’aimerais bien comparer ce prix de 50 euros par mégawattheure au prix de l’électricité nucléaire et à celui des EnR, que nous ne savons pas évaluer dans leur entièreté (ancien et nouveau nucléaire, intermittence des EnR, etc.). Il nous manque les éléments d’une véritable comparaison des prix des énergies.

# PITCH

## L'intelligence artificielle au service de la gestion des réseaux

Geert Meulenbelt

**Thierry Guerrier**

*Geert Meulenbelt, vous êtes le responsable export de DC Brain, éditeur de logiciels et spécialiste de l'intelligence artificielle. Présentez-vous votre entreprise et votre innovation.*



Bonjour à tous et merci pour votre invitation. Je suis originaire de Hollande, un acteur du gaz qui a dû fermer sa plus grande exploitation après un tremblement de terre. DC Brain est une *start-up* française créée voici six ans et qui cherche à optimiser et digitaliser les réseaux pour les rendre intelligents. Nous intervenons sur les réseaux de gaz, mais également dans la logistique.

La pression réglementaire est très forte pour verdir le gaz, avec par exemple Fit for 55, qui fixe un objectif très contraignant. Le défi est d'autant plus grand que l'hydrogène fait son entrée sur le réseau, que c'est une énergie souvent intermittente, décentralisée, qui pose des problèmes de stockage et de complexité de mélange avec le gaz naturel, eu égard à l'interaction de ce gaz avec les tuyaux habituels. Il est donc nécessaire de gérer ces injections en maintenant un certain niveau de coûts, de qualité de service et en minimisant les risques.

**THIERRY GUERRIER**

Face à cette complexité, votre solution réside dans la technologie du jumeau digital. Pourriez-vous nous l'expliquer ?

**GEERT MEULENBELT**

Le jumeau digital est une représentation technique d'un réseau par les données (pression, volume et qualité/mélange de gaz). Ce double permet de modéliser les flux dans le réseau. Une fois toutes les données collectées, il faut savoir les ingérer, mettre en place des contrôles, des alertes et prévoir aussi que les mesures ne soient pas exactes. Nous sommes capables de faire un jumeau numérique du réseau, nous pouvons l'augmenter grâce à l'intelligence artificielle, et nous pouvons également faire des prévisions. En France, où le compteur intelligent est déployé, le potentiel est faible, mais dans d'autres pays il faut savoir prédire la consommation. De plus, sachant que les mesures ont une marge d'erreur, nous avons pu établir grâce à une expérimentation en

*“Nous avons signé un contrat en Italie, en Belgique et nous comptons poursuivre notre internationalisation, tant est grand le besoin de réguler l’entrée de l’hydrogène dans les réseaux.”*

*GEERT MEULENBELT*

Belgique que le taux d’erreur de nos algorithmes s’élève à 0,7 % seulement, un niveau comparable aux équipements techniques.

#### **THIERRY GUERRIER**

Comment ce jumeau numérique crée-t-il de la valeur ?

#### **GEERT MEULENBELT**

Sur la qualité de gaz, par exemple, notre système permet d’éviter des investissements dans des chromatographes. De plus, en détectant la composition de gaz, nous permettons des gains économiques considérables, en divisant les investissements par 10 ou par 100. La modélisation des réseaux permet d’optimiser la gestion des compresseurs et d’économiser 5 % des coûts énergétiques de ces appareils très énergivores.

Aujourd’hui nous fondons notre modèle sur les données, leur collecte et leur gestion, nous intégrons des contraintes métier spécifiques et nous pouvons proposer des solutions de gestion en ligne, de valorisation des données et de prescription.

En France nous travaillons avec GRDF, Teréga et Regaz, et nous nous tournons à présent vers l’international. Nous

avons signé un contrat en Italie, en Belgique et nous comptons poursuivre notre internationalisation, tant est grand le besoin de réguler l’entrée de l’hydrogène dans les réseaux.

# Débats

*“D’ici la fin de l’année nous devrions annoncer une levée de fonds qui nous permettra d’accélérer fortement nos embauches.”*

GEERT MEULENBELT

**EMMANUELLE CARPENTIER**,  
directrice Réglementation et Affaires  
publiques, Gazel Energie

Dans le gaz, le compteur intelligent s’appelle Gazpar : quelles sont les fonctionnalités complémentaires apportées par DC Brain ? Travaillez-vous également sur les réseaux électriques ?

**GEERT MEULENBELT**

Nous n’apportons rien de plus que Gazpar, mais l’arrivée de l’hydrogène implique une meilleure gestion de la composition du gaz au niveau du compteur, ce que Gazpar ne sait pas encore faire. Nous pouvons donc aider à diminuer l’investissement global, en évaluant la composition du gaz en amont, avec le digital.

**BERNARD AULAGNE**

DC Brain intervient en amont et contribue à l’optimisation et à l’équilibrage des réseaux, qui est moins indispensable avec le biométhane.

**THIERRY GUERRIER**

Votre solution va bénéficier du développement de l’hydrogène en France et en Europe.

**GEERT MEULENBELT**

Oui, mais pour le moment il n’y a pas d’impact réel sur le réseau. L’Espagne est un peu plus avancée en la matière et envisage de recourir aux outils informatiques intelligents.

Au niveau de l’électricité, nous nous orientons vers la création d’un marché dans lequel des arbitrages, des modélisations et des scénarios seront à effectuer.

**THIERRY GUERRIER**

Combien de personnes employez-vous ?

**GEERT MEULENBELT**

Nous sommes 25, nous employons des profils R&D, des ingénieurs informatiques, des spécialistes du marketing. D’ici la fin de l’année nous devrions annoncer une levée de fonds qui nous permettra d’accélérer fortement nos embauches.

Nos clients sont des transporteurs et des distributeurs.

**BERNARD AULAGNE**

Lorsque l’on s’intéresse au transport et à la distribution de gaz, on sait que les questions posées par l’hydrogène n’ont pas toutes encore une réponse, sur la place et l’acheminement de ce gaz dans les réseaux. Les décisions sont lourdes de conséquences et elles doivent contribuer à la nécessaire optimisation de cet actif gigantesque dont dispose la collectivité, à savoir les réseaux existants, entretenus et amortis financièrement.

# PITCH

## Convertir le CO2 et enrichir le gaz vert

Stéphane Palmade

*Thierry Guerrier*

*Stéphane Palmade, pourriez-vous nous présenter Enosis ?*



Bonjour, merci. Enosis est basé à Toulouse, nous employons cinq personnes, nous ne sommes pas encore au stade de la commercialisation. Notre solution de méthanation biologique permet de valoriser le CO2 présent dans les gaz renouvelables, ce qui contribue à la valorisation des déchets. La technologie utilisée est en cours de développement, le procédé de méthanation vise plusieurs applications.

La méthanation biologique repose sur des micro-organismes (déjà présents dans le processus de méthanisation) qui consomment des gaz (CO2, hydrogène, monoxyde de carbone) et produisent du méthane. Ces micro-organismes présents depuis très longtemps sur Terre peuvent vivre dans différentes conditions. Ils sont placés dans des cuves et exploités sous pression (entre 5 et 15 bar).

La première application concerne le traitement du biogaz produit dans les unités de méthanisation. Pour être injecté dans les réseaux, le gaz doit être composé à 97 % de méthane, mais actuellement la séparation des molécules et la valorisation du CO2 sur les sites de méthanisation sont très complexes et assez coûteux. En injectant de l'hydrogène dans le biogaz, nous pouvons convertir le CO2 inclus

dans le biogaz (il représente 40 % du gaz) et atteindre une concentration de 97 % de méthane. L'hydrogène utilisé est produit par électrolyse ou dans certains sites où l'hydrogène est une production fatale non exploitée.

La deuxième application s'intègre dans une filière en cours de développement : la gazéification. Nous traitons les déchets solides pour lesquels les collectivités ont du mal à trouver des exutoires. La gazéification produit un syngaz contenant l'énergie et le carbone qui, une fois convertis, peuvent être injectés dans le réseau.

Aujourd'hui, nous exploitons un pilote en environnement opérationnel installé dans un conteneur maritime que nous déplaçons pour valider les conditions d'exploitation et les performances de la biologie sur des gaz de différentes qualités. Les biogaz sont assez stables dans leur composition mais les syngaz varient fortement en fonction des intrants et des technologies de gazéification.



*“Actuellement le pilote traite le biogaz brut d’une unité de méthanisation composé à 50 à 70 % de méthane, qui jusqu’ici était torché. En sortie, la teneur en méthane s’élève à 97 %, ce qui correspond au gaz injectable dans le réseau.”*

*STEPHANE PALMADE*

Notre projet a été lauréat du concours Innov de l’Ademe dans le cadre du Plan investissements d’avenir et il est soutenu par la région Occitanie. Actuellement le pilote traite le biogaz brut d’une unité de méthanisation composé à 50 à 70 % de méthane, qui jusqu’ici était torché. En sortie, la teneur en méthane s’élève à 97 %, ce qui correspond au gaz injectable dans le réseau.

Début 2022, nous déplacerons notre unité pour nous associer au projet PL’Ain Energie avec GRTGaz et Séché Environnement qui vise à trouver un exutoire local à des filières déchets en les transformant en gaz durable injecté dans le réseau. PL’Ain Energie comprend l’ensemble de la chaîne : collecte des déchets, préparation, gazéification, méthanation, épuration

du gaz et injection dans le réseau de gaz naturel. Le projet a démarré voici deux ans, nous y avons exploité un pilote avec des résultats très positifs (taux de conversion de 97 % à 98 %) et un ratio hydrogène/Co de 1. La campagne expérimentale se déroulera en 2022.

# Débats

*“ L’un des intérêts du couplage de la méthanation et de la méthanisation réside dans la chaleur dont la seconde a besoin et que la première produit.”*

STEPHANE PALMADE

**ARNAUD BUZENET**, consultant, Capgemini Invent

Envisagez-vous de passer à l’échelle sur de plus grosses unités de méthanisation ? Le procédé est-il compétitif étant donné l’apport nécessaire d’hydrogène ?

**THÉOPHYLE MINI**, président, Biogaz4Life

Pour l’hydrogène, avez-vous pensé à la fermentation sombre pour remplacer l’électrolyse ? Quel est le PH de fonctionnement ?

**STÉPHANE PALMADE**

Nous sommes en train de monter un projet dans le but de construire un démonstrateur capable de produire 50 m<sup>3</sup>/h(n) de méthane, et donc de traiter 130 à 140 m<sup>3</sup>/h(n) de biogaz.

Nous envisageons d’utiliser de l’hydrogène produit par électrolyse car c’est pour l’heure la seule technique mûre commercialement. Nous sommes réticents à combiner trop d’innovations dans un même projet car nous souhaitons éviter les risques qui ne seraient pas les nôtres. Nous ne sommes pas convaincus par la pertinence de la fermentation sombre pour notre système.

Il nous semble que l’introduction d’hydrogène pose des problèmes aux gestionnaires de réseau et aux consommateurs et que l’hypothèse privilégiée actuellement est celle de réseaux d’hydrogène dédiés.

L’un des intérêts du couplage de la

méthanation et de la méthanisation réside dans la chaleur dont la seconde a besoin et que la première produit.

Concernant le PH, nous essayons de ne pas descendre en-dessous de 6. Notre procédé fonctionne dans une plage comprise entre 6 et 8,5.

**THIERRY GUERRIER**

Quel est le profil de vos collègues ?

**STÉPHANE PALMADE**

Nous sommes ingénieurs en génie des procédés, chimistes et biologistes. Nous avons développé notre technologie avec deux laboratoires (TBI et DEEP) et nous sommes accompagnés par le fonds d’investissement InnoEnergy et nous préparons une levée de fonds pour le premier semestre 2022.

**THIERRY GUERRIER**

Et en termes de recrutement ?

**STÉPHANE PALMADE**

Nous allons recruter de nouveaux ingénieurs ainsi que des commerciaux.

**BERNARD AULAGNE**

Ce procédé illustre l’extrême variété des innovations de la filière gaz. La méthanisation et la fabrication de biométhane sont aujourd’hui adaptées aux réseaux existants, d’où l’intérêt de verdir le gaz et de le réinjecter, car les équipements existants tels que les chaudières sont compatibles. L’hydrogène quant à lui est pour le moment davantage destiné à la mobilité qu’à une injection dans le réseau.

# EDITO OPTIMISTE

## L'innovation va-t-elle permettre de répondre au défi climatique ?

Aurélie Picart

*Thierry Guerrier*

*Aurélie Picart, pourriez-vous au préalable nous expliquer en quoi consiste ce Comité stratégique de filière Nouveaux systèmes énergétiques ?*



**B**onjour, merci pour votre invitation. Nous avons besoin d'accélérer la transition et l'objectif de notre comité consiste à travailler sur la dimension industrielle de la transition énergétique pour qu'elle se traduise par des retombées économiques importantes sur le territoire, qu'elle soit plus acceptable et qu'elle accélère. Le comité a été créé en 2018 par EDF, Engie, Schneider, Total, des ministères et les organisations syndicales, puis nous avons été rejoints par les autres grands groupes du secteur et des ETI. Le comité intervient sur les énergies renouvelables, le stockage, l'efficacité énergétique, la décarbonation (de l'industrie et du bâtiment) et les réseaux. Nous travaillons dans le cadre d'un contrat de filière renouvelé tous les deux ans avec l'État sous la forme d'une feuille de route. Nos objectifs sont complémentaires : avoir une industrie et des emplois implantés dans le territoire et faire en sorte que la transition bénéficie au consommateur, avec une compétitivité maximale. Nous signerons début novembre notre deuxième feuille de route.

La demande d'énergie pourrait augmenter de 25 % d'ici 2040. Les

fonds privés et les fonds publics mobilisés sont importants et nous souhaitons développer une industrie performante. Au-delà des investissements, une question est prioritaire : comment transformer l'innovation en activité ? C'est là que nous rencontrons des difficultés. L'innovation ne sera pas suffisante, nous avons besoin d'un écosystème et de bons acheteurs.

**THIERRY GUERRIER**

Qui sont les bons acheteurs ?

**AURÉLIE PICART**

Tous : le citoyen, les collectivités et l'État, pour massifier la demande et réaliser les économies nécessaires à la compétitivité.

Nous avons dix-huit priorités et autant de groupes de travail qui réunissent 600 contributeurs qui mettent en œuvre notre feuille de route. Par exemple, sur la méthanisation, 50 personnes collaborent sur l'un des cinq sujets définis au préalable. Pour l'innovation, nous avons débloqué une enveloppe de 21 millions d'euros en 2021 en vue de rendre le biogaz compétitif à l'horizon de 2030, en créant une filière en France. Nos contributeurs ont fait un tour de France

*“Tous nos sujets sont freinés par le manque d’expertise.”*

AURELIE PICART

pour présenter la méthanisation et nous avons lancé un appel à manifestations d'intérêt doté de 21 millions d'euros. Le deuxième contrat de filière interviendra sur la pyrogazéification et d'autres innovations.

Suite à la crise sanitaire, nous avons saisi l'occasion pour solliciter les directions des achats et leur demander sur quels approvisionnements ils n'avaient pas de réponse en proximité. De cette démarche, 10 technologies sont commercialisées et 10 autres sont en passe de l'être. Ainsi, nous avons pu faire connaître les EnR gazières, moins connues que d'autres.

Le coût de l'énergie solaire a été divisé par 10 en 10 ans, comme le coût des batteries, d'où la nécessité de mobiliser les acheteurs, d'animer les filières et d'intégrer que ce n'est pas forcément la meilleure technologie qui l'emporte mais celle qui est la mieux déployée.

Si l'innovation est bien accompagnée, la difficulté réside dans la massification, l'industrialisation et l'innovation “molle”. Dans le bâtiment par exemple, il nous manque la désirabilité de la rénovation thermique.

La recherche française est de très bonne qualité mais les acteurs industriels doivent se mobiliser auprès des acteurs publics pour maintenir la dynamique d'innovation.

Tous nos sujets sont freinés par le manque d'expertise. Nous avons besoin de former des personnes, de renforcer l'attractivité des talents sur la recherche et de valoriser les sciences humaines et sociales.

Au niveau de l'hydrogène, nous nous préoccupons des économies d'échelle et avons développé des projets de bassin. France Hydrogène travaille sur les questions d'expertise et nous publierons prochainement une étude sur l'impact des infrastructures de transport et de stockage sur le

déploiement de l'hydrogène et l'optimisation des dépenses. Cette étude indique une baisse de 10 % d'opex et de capex à l'horizon 2030 si l'on utilise intelligemment les infrastructures pour déployer l'hydrogène.

En matière de décarbonation de l'industrie, nous avons mis en place une plateforme de rencontre de l'offre et de la demande. Ainsi, les technologies disponibles ont été mises en avant de sorte que la transition énergétique soit synonyme de développement économique.

En Europe, le soutien apporté par InnoEnergy permet de développer des projets comme NorthVolt, Verkor ou H2GreenSteel, qui accueillent à leur capital les clients finaux.

Nous avons besoin d'innovation mais cela ne suffit pas, nous devons tous y contribuer en tant qu'acheteurs pour passer de l'innovation à l'échelle. Dans cette optique, nos membres se sont engagés à consulter les offres des acteurs français.

Les Challenges énergie suscitent un véritable engouement, avec 250 participants. Je tiens à souligner que 80 % de ce nous avons écrit a été réalisé.

**THIERRY GUERRIER**

Qui sont vos tutelles ?

**AURELIE PICART**

Les comités stratégiques de filière ont été créés en 2008. Ils sont placés sous l'égide du Conseil national de l'industrie présidé par le Premier ministre.

**BERNARD AULAGNE**

J'aimerais remercier Aurélie Picart car il est rare qu'un organisme proche de l'État accorde une telle place au gaz renouvelable et à la méthanisation. Depuis la création de Coénove, je répète sans cesse que les EnR ne sont pas qu'électriques et que les énergies thermiques gazières présentent l'avantage de ne pas varier dans le

*“Depuis la création de Coénove, je répète sans cesse que les EnR ne sont pas qu’électriques et que les énergies thermiques gazières présentent l’avantage de ne pas varier dans le temps et de répondre à la demande.”*

*BERNARD AULAGNE*

temps et de répondre à la demande. Je me réjouis également que l’existence d’une véritable filière soit désormais reconnue ici. Bien sûr, elle est différente du modèle allemand, elle n’utilise pas des intrants spécialement produits et elle est spécifique à notre pays. La quantification et la valorisation des externalités positives de la méthanisation est également à souligner, qu’elles bénéficient au monde agricole ou à l’écologie, tant il est difficile de les faire admettre au monde énergétique.

# Conclusion

Bernard Aulagne

*“Dans la quête de décarbonation du mix énergétique, à laquelle nous adhérons pleinement, nous prôtons la décarbonation du gaz, eu égard à la place que cette énergie occupe au moment de la pointe hivernale notamment.”*

BERNARD AULAGNE

Les échanges de cette matinée démontrent que nous contribuons aux enjeux de décarbonation, comme l'attestent ces réalisations extrêmement variées. La méthanisation représente aujourd'hui 300 sites en fonction qui injectent leur gaz dans le réseau, 70 ou 80 verront le jour cette année en France métropolitaine, ce qui traduit un mouvement de fond et une quête d'optimisation. Sur d'autres techniques, comme la pyrogazéification ou l'hydrogène, les expérimentations se poursuivent, mais tout concourt à ce nécessaire effort de décarbonation.

Lors de la création de Coénove, le terme “transition énergétique” était apparu, mais il était difficile de s'accorder sur une définition commune. Aujourd'hui, je constate que la transition en cours se fait d'un modèle centralisé vers un modèle décentralisé, dans le gaz comme dans l'électricité, avec davantage de renouvelables et de donc de complexité à gérer, eu égard aux problèmes de fréquence en électricité ou de nature de gaz que cela pose. Bien sûr, nous devons préserver nos actifs en parallèle.

Dans cette transition, la stockabilité devient une qualité incontournable, que le gaz possède : selon une étude réalisée en 2016-2018 sur toutes les énergies hors carburant, nous avons constaté que l'écart entre la puissance appelée en août et en janvier-février était de 1 à 4, et que pour répondre à ce besoin en pointe l'électricité ne représentait que 33 % de l'énergie consommée. Pourtant, l'électricité et l'électrification des usages continue d'occuper la “une” des médias, ce qui traduit une certaine incohérence. Dans la quête de décarbonation du mix énergétique, à laquelle nous adhérons pleinement, nous prôtons la décarbonation du gaz, eu égard à la place que cette énergie occupe au moment de la pointe hivernale notamment. Par conséquent, il est préférable de chercher à le décarboner plutôt que de chercher à le remplacer à marche forcée. Avec deux incontournables : l'efficacité énergétique et le verdissement de ce qui reste.

À travers toutes les innovations et les perspectives présentées, Innogaz montre la voie à suivre.



# KEYNOTE

## Thomas Pellegrin-Carlin

*Thierry Guerrier*

*Thomas Pellegrin-Carlin, vous êtes analyste à l'Institut Jacques Delors et vous enseignez à Sciences Po Paris.*



Bonjour. Nous avons parlé de neutralité carbone ce matin, et j'aimerais souligner d'emblée que pour limiter le réchauffement climatique à 1,5°C il faut atteindre la neutralité carbone en 2040 au niveau mondial, selon le GIEC. Dans ces conditions, peut-on parler de transition ? La réponse est évidemment non. Cette notion de transition fut inventée dans les années au moment du premier choc pétrolier pour rassurer la population et elle masque la réalité de la révolution qui est nécessaire.

La part de l'économie mondiale qui vise la neutralité carbone à un horizon de 2050-2060 s'élève à 75 %, alors que lors de la précédente édition d'Innogaz seule l'Union européenne – et quelques autres – avait cet objectif. Depuis, la Chine, la Corée du sud, le Japon, les États-Unis, la Turquie et la Russie ont rejoint ce mouvement.

Dans ce contexte, si votre innovation n'est pas compatible avec la neutralité climat, il est préférable de l'abandonner car elle sera inutilisable à compter de 2030. A contrario, si elle l'est, alors votre potentiel est immense, mais votre marché l'est aussi, avec des concurrents colossaux, comme la Chine et les États-Unis qui n'hésiteront pas à sur-dépenser pour remporter cette bataille. L'Europe, qui préfère ne pas gonfler ses dépenses publiques, utilise l'arme de la réglementation, qui donne de la

prédictibilité au monde économique. Dans cette perspective, l'AIEA a publié une étude qui démontre que, pour atteindre la neutralité carbone en 2050, différentes étapes sont indispensables, par exemple :

- Mettre fin à l'exploration pétrolière et gazière dès aujourd'hui, car elle est inutile.
- Cesser en 2025 de vendre des systèmes de chauffage fossiles, gaz compris, une décision que la Commission européenne va peut-être prendre dès décembre (selon moi il est assez probable qu'elle prenne cette décision courageuse).
- Avoir fait la démonstration en 2030 de l'efficacité de toutes nouvelles les technologies nécessaires à la neutralité climat.
- Décarboner l'électricité mondiale en 2040.

Cette étude de l'AIEA démontre la prise de conscience du monde politique au niveau mondial qui ne met plus son veto à des décisions en faveur du climat.

*“Comment éviter que nos entreprises – Engie, EDF et autres – ne soient pas les Kodak de demain ?”*

THOMAS PELLEGRIN-CARLIN

Alors que 92 % des Européens estiment qu’il est nécessaire de viser la neutralité climat, il est indéniable que la survie politique de la Commission européenne se joue sur le climat. Mais comme le dit Franck Timmermans dans un tweet imagé, “ça va saigner”, car nécessairement certains vont beaucoup perdre, et d’autres gagneront beaucoup. Entre autres décisions à prévoir, un changement du cadre réglementaire, avec des révisions et des créations de règles, qui s’apparenteront à un véritable choc réglementaire.

Dans ce contexte, les entreprises doivent éviter le “syndrome Kodak”, du nom de ce leader mondial de la photographie argentique qui a nié la réalité, préférant maximiser ses profits à court terme plutôt que d’innover dans le numérique, alors qu’il disposait de tous les chercheurs nécessaires. Comment éviter que nos entreprises – Engie, EDF et autres – ne soient pas les Kodak de demain ? Il faut que les politiques donnent des certitudes et de la prédictibilité, et bien sûr que les entreprises décident de s’adapter à l’inéluctable. Exemple de décision radicale et porteuse d’espoir : au Danemark, l’entreprise pétrolière Ørsted a fait le choix voici 10 ans de devenir leader de l’éolien en mer et

d’abandonner le pétrole, une stratégie qui s’est avérée gagnante.

**BERNARD AULAGNE**

Je tiens à préciser que lorsqu’il a évoqué l’abandon de certains appareils de chauffage, Thomas Pellegrin-Carlin parlait bien de gaz fossile et non pas de gaz renouvelable ! Aujourd’hui, toutes les chaudières sont compatibles biométhane. Pour l’hydrogène, la Commission Européenne envisage des chaudières 100% hydrogène en 2029-2030.

**THIERRY GUERRIER**

À quand la troisième édition d’Innogaz ?

**BERNARD AULAGNE**

Nous nous orientons vers un mix d’événements physiques et à distance, avec très certainement un webinaire au mois de décembre et une rencontre physique en 2022. Merci à toutes et tous.

un événement organisé par :

