

Après Fukushima

La biomasse au lieu du nucléaire?

Un travail de maturité remarquable

Par Lucie Fiore, 3E5Z 2012-2013

Ce travail s'inscrivait dans le cadre du séminaire intitulé «Après Fukushima», dirigé par M. Laurent Bardy et portait comme titre particulier: «Peut-on remplacer le nucléaire par la biomasse en Suisse et dans quelle mesure?»



Lucie Fiore a choisi l'option spécifique Arts visuels

Lucie Fiore a une sensibilité écologique et un penchant pour l'humanitaire. Aussi, quand elle est entrée à St-Michel, elle s'est assez vite intéressée au mouvement Macrocosm, dont elle est devenue ensuite membre du comité. Et justement cette année, en plus de son traditionnel programme d'aide humanitaire, Macrocosm a lancé une action pour diminuer les dépenses énergétiques du collège, rejoignant

L'avis du responsable du séminaire

Lucie Fiore nous a remis un très bon travail de recherche particulièrement fouillé sur une technologie de production d'électricité à partir d'une énergie renouvelable encore peu connue. Elle fit aussi une excellente présentation des différentes facettes de cette technique complétée par une analyse critique pertinente portant sur le sujet du Travail de maturité : dans quelle mesure peut-on remplacer l'électricité issue du nucléaire par celle provenant de la biomasse ?

Le tout est complété par une investigation sur le terrain dans une exploitation agricole produisant du biogaz. Lucie a su communiquer son engouement pour un sujet lui tenant manifestement à cœur tout en témoignant d'un souci de réalisme dans ses conclusions.

Laurent Bardy

les deux préoccupations de Lucie. C'est également en raison de ce double intérêt que, pour réaliser son travail de maturité, elle s'est inscrite à un séminaire traitant des séquelles de l'accident nucléaire de Fukushima. Elle s'est plus particulièrement intéressée aux avantages et dé-

savantages des diverses énergies renouvelables, cherchant à savoir lesquelles pourraient se substituer à l'énergie nucléaire. «Plus qu'une recherche, ce travail est le fruit d'une véritable idéologie», dit-elle. Ecologie et humanitaire y sont liés parce que l'accident de Fukushima fut certes une ca-

tastrophe énergétique, mais il a surtout touché une population. S'intéresser à ces questions, c'est donc aussi chercher des solutions plus sûres pour l'humanité.

Pour développer sa thématique, Lucie Fiore a dû se forger sa propre opinion et peser le pour et le contre d'intérêts divergeants. Elle a commencé par lire les arguments fortement politisés des opposants au nucléaire. Alors il lui a paru indispensable de s'intéresser aussi à l'avis de ceux qui contrôlent les centrales nucléaires. Peu à peu ses investigations se sont concentrées vers la biomasse et, après moult réflexions, le constat de Lucie est clair: «La biomasse ne peut remplacer le nucléaire en Suisse, mais devrait être plus exploitée».

La phrase semble toute simple dans son énoncé, mais elle est le fruit d'un travail sérieux, important et critique – son dossier comporte un nombre de pages plus de deux fois supérieur à celui exigé. Jugeant de la qualité de l'ouvrage, le responsable du séminaire, M. Laurent Bardy, suggéra à Lucie de s'inscrire au concours RIE, nouvellement institué à l'intention de jeunes en formation pour une profession dans le secteur de l'énergie.

Prix Concours RIE 2013

L'Association RIE (Recherche & Innovation Énergétique), créée en 2007, a pour but de regrouper les industriels du domaine de l'énergie, les Hautes écoles et les distributeurs d'énergie de Suisse

occidentale en vue de partager des connaissances, des préoccupations communes et de rester en contact avec la recherche et le développement.

Depuis 2012, et afin de promouvoir les métiers et la formation des ingénieur-e-s dans le secteur de l'énergie, RIE a décidé de décerner chaque année un prix attribué à un ou une étudiant-e, respectivement un ou une apprenti-e, ayant présenté un projet, en relation avec la production, la distribution ou l'utilisation de l'énergie et qui se distingue par son originalité, sa qualité ainsi que sa présentation.

Le travail de maturité de Lucie Fiore fut récompensé en 2013 dans la catégorie Gymnase, le jury ayant particulièrement apprécié sa thématique originale: on ne parle pas beaucoup de la biomasse. Le président de l'Association, M. Denis Derron, précise que c'était une étude sérieuse, bien présentée, avec parfois quelques erreurs de forme mais très juste sur le fond.

Il est intéressant de préciser que Lucie Fiore n'a pas l'intention de poursuivre des études scientifiques. Inscrite en option spécifique Arts visuels, elle veut au contraire se lancer dans le domaine artistique. La voie lui semble ouverte puisqu'elle a déjà obtenu un sésame pour l'École Supérieure d'Art et de Design (ESAD), à Amiens en France, où elle suivra une formation tournée vers l'illustration de livres.

Définition et usages de la biomasse

La première partie du travail de Lucie Fiore est consacrée à la biomasse. Après en avoir défini le terme, elle explique d'un point de vue théorique ses différents usages en vue de produire de l'énergie sous forme de chaleur, d'électricité ou de biocarburant. Elle termine cette partie en donnant quelques informations sur le potentiel et les limites de ce type d'énergie.

Dans le cadre de cet article, il n'est pas possible de publier l'entier du travail écrit de Lucie Fiore. Mais il est possible de le télécharger sur le site internet du collège à l'adresse : www.csmfr.ch/Message. Il est directement accessible au moyen du QR code ci-dessous.



Nous publions ci-après, quasiment in extenso, la deuxième partie de son exposé plus particulièrement liée à la politique énergétique de la Suisse, puisque la question de la sortie du nucléaire est et restera une préoccupation majeure des autorités fédérales dans les quinze prochaines années.

Intégration de la biomasse dans la politique énergétique suisse et européenne

La Suisse a pris la décision de sortir du nucléaire d'ici à 2034. Afin de remplacer toute l'énergie produite jusqu'ici à partir de l'uranium, elle doit développer une autre filière énergétique. La biomasse est une source d'énergie au grand potentiel et aux nombreux avantages. Dans ce travail nous chercherons à évaluer la proportion de son intégration dans la politique énergétique suisse.

La sortie du nucléaire en Suisse

L'énergie nucléaire est la deuxième source d'électricité en Suisse. Les cinq centrales du pays fournissent environ 38% de l'électricité nationale¹. Ce pourcentage est pourtant très modeste si on se compare à nos voisins français, lesquels dépendent à environ 75% de l'énergie atomique². Cependant, nous ne sommes pas ceux qui produisons et consommons le moins.

C'est après l'accident survenu à Fukushima le 11 mars 2011 que la Suisse a pris la décision de sortir définitivement du nucléaire d'ici à 2034. Afin de réduire les risques au maximum, le plus vite serait le mieux. Cependant, arrêter immédiatement toutes les centrales est impossible. D'autres pays ont déjà pris cette décision auparavant: l'Autriche en 1978, la Suède en 1980, l'Italie en 1987, la Belgique en 1999, l'Allemagne

en 2000³. Tous ont fixé une échéance plus ou moins proche. Cette sortie n'est perçue de façon positive que par un nombre restreint de personnes. La majorité réagit plutôt mal. Une sortie du nucléaire alors que la production d'énergie en est très dépendante est assez mal perçue (figure 1). Le domaine du nucléaire fait vivre beaucoup de monde, une sortie mettrait bien des métiers en péril et entraînerait de manière sûre une augmentation du coût de l'électricité. Le nucléaire est pour la Suisse comme pour de nombreux autres pays, un élément majeur pour l'industrie et l'économie nationale. Certains se posent alors la question de savoir si toucher à ce pilier ne risque pas de bouleverser tout un équilibre. Il est donc nécessaire de penser à une solution pour garantir l'avenir énergétique, économique, social et écologique de la Suisse.

De par leur rejet négligeable en CO₂ (bien qu'elles ne soient pas neutres en carbone, leurs installations nécessitant de l'énergie pour leur construction) et leurs ressources quasi-inépuisables, les énergies renouvelables semblent être les plus aptes au remplacement du nucléaire. Pourtant aucune technologie ne remplacera à elle seule les énergies fossiles ou le nucléaire. Chacune a des inconvénients et des avantages. La solution se trouverait donc dans une combinaison intégrant les différentes formes d'énergie (de préférence renouvelables) en fonction des particularités de la Suisse. On se dirigerait vers une vision très locale et autarcique en matière d'approvisionnement énergétique. Cependant, il y a un aspect non négligeable: la Suisse importe énormément d'énergie. Actuellement, près de 70 % de



Figure 1: Dessin de Vincent L'Épée, Le Conseil fédéral ne veut plus du nucléaire

l'énergie consommée provient de l'étranger⁴. Une autre solution serait alors de répartir la production des énergies renouvelables à travers le monde, que chacun se spécifie selon ses capacités, pour ensuite créer un système d'échange international solide.

La révolution énergétique par le renouvelable

Les énergies renouvelables s'opposent aux énergies fossiles sur différents points. Elles n'engendrent pas ou peu de déchets ou d'émissions polluantes, participent à la lutte contre l'effet de serre en rejetant peu de CO₂ dans l'atmosphère, elles sont produites à partir de ressources locales quasi-inépuisables et génèrent des emplois. Elles sont fournies par le soleil, le vent, la chaleur de la terre, les chutes d'eau, les marées ou encore la croissance des végétaux.

On classe les énergies renouvelables en cinq grandes familles à l'intérieur desquelles coexiste une large diversité de technologies: le solaire (solaire photovoltaïque et thermique), l'hydroélectricité, l'éolien, la géothermie et la biomasse (figure 2).

Les énergies renouvelables sont une source de profit et d'emplois. C'est ce qu'on appelle «l'économie verte». Aujourd'hui, au niveau planétaire, pas moins de 3,5 millions d'emplois seraient dédiés aux énergies renouvelables. Quant aux investissements dans le secteur, ils au-



Figure 2: Les différentes énergies renouvelables

raient atteint 211 milliards de dollars en 2010 et vont encore augmenter⁵.

Les énergies renouvelables seraient une bonne solution de remplacement au nucléaire compte tenu de l'urgence climatique dans laquelle l'homme s'est plongé. Elles ne connaissent pas d'accidents et ne produisent pas de déchets, préservant ainsi les générations futures. Elles sont beaucoup moins dangereuses au quotidien que les énergies fossiles: elles dépendent peu du travail dans les mines. Les énergies renouvelables ne sont pas nocives pour la santé: selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), chaque année 1,3 million de personnes meurent à cause de la pollution de l'air, provenant quasi exclusivement de la combustion des énergies fos-

siles. Elles ne nécessitent pas de carburant dont les réserves sont limitées et dont le coût pourrait augmenter en raison de pénurie soudaine. Les énergies renouvelables nous garantiraient donc une indépendance énergétique et un équilibre économique.

La part et la croissance des énergies renouvelables

Les énergies renouvelables contribuent actuellement pour 13% à l'énergie primaire mondiale, avec comme principale énergie la biomasse qui occupe 10% environ de la production mondiale. Les 3% représentent toutes les autres formes d'énergies renouvelables, essentiellement dus à l'hydraulique avec un pourcentage de 2%⁶.

Cette part du marché occupée par les énergies renouvelables a beaucoup évolué depuis leur apparition dans les années 70 (figure 3). Aujourd'hui ces énergies sont en constante croissance, à un rythme différent selon les pays (figure 4). Depuis 1996, la production solaire a été multipliée par soixante, la production éolienne par vingt. Ces énergies continuent à croître sans cesse et occupent une place toujours plus importante sur le marché⁷.

Les technologies évoluent rapidement, les centrales de production se perfectionnent toujours plus; on parle de deuxième ou de troisième générations des différentes technologies. Ces améliorations garantissent une meilleure production, mieux adaptée à nos besoins. Ces énergies devenant toujours plus populaires, leur coût a diminué proportionnellement à leur croissance et bien qu'elles restent encore chères, elles sont de plus en plus accessibles. Par exemple, les prix de l'éolien et du photovoltaïque ont considérablement chuté depuis leur apparition (figure 5).

La biomasse

La part et la croissance de la biomasse

Au niveau mondial, la biomasse contribuerait pour 10% à l'énergie primaire mondiale. C'est l'énergie renouvelable la plus produite. Cette filière (biomasse comme bois) est déjà bien développée à travers le monde et son potentiel est grand (figure 6)⁸.

La biomasse

Elle peut être définie comme étant l'ensemble des matières organiques végétales ou animales pouvant être source d'énergie. Elle se divise en deux grands groupes.

La biomasse ligneuse sèche correspond à toute matière à base de bois. Elle comprend par exemple le bois de forêt, les taillis, les haies, les arbres fruitiers, les bois de récupération ainsi que les déchets de bois, de l'industrie, de l'artisanat et des ménages. Cette biomasse est transformée en énergie par combustion et gazéification.

La biomasse peu ligneuse humide correspond à toutes autres sortes de matières organiques végétales ou animales pouvant être source d'énergie. On y trouve par exemple de l'engrais de ferme (lisier et fumier), des résidus de récolte, des déchets biogènes de l'industrie alimentaire et des ménages, etc. Le procédé de valorisation énergétique approprié à la biomasse peu ligneuse humide est la fermentation. Cette biomasse est à la base du biogaz et des agro-carburants.

Les sources d'énergies renouvelables connaissent actuellement un bel essor en Suisse. En 2010, 56,5% de la production électrique nette provenait de l'énergie hydraulique, et seulement 2,2% des autres sources renouvelables⁹. Il est à noter que, si on fait abstraction de l'énergie hydraulique, la plus grande part des énergies renouvelables provient du traitement des déchets et de la biomasse et non du vent ou du soleil (figure 7).

La Confédération a pris en compte le problème, a suivi la même logique et a lancé un programme d'encouragement visant à augmenter tout d'abord la production puis l'utilisation du biogaz¹⁰. Il consiste en diverses subventions financières, servant à investir dans de nouvelles installations, ainsi qu'à injecter et transporter du biogaz dans le réseau. L'Association Suisse de

L'Industrie Gazière qui a mis en œuvre ce programme d'encouragement en collaboration avec la Confédération précise bien que seul le biogaz à partir de déchets et de substances résidentielles sera encouragé: on ne produit pas de végétaux à cet effet uniquement, afin de ne pas empiéter sur les cultures vivrières.

Un engagement de l'agriculture dans la production de biogaz agricole serait pour cette filière absolument bénéfique: l'agriculture, ayant toujours plus de peine à s'en sortir financièrement, verrait dans la production de biogaz une alternative, comme d'autres l'ont vu dans l'agritourisme, une aide permettant au secteur agricole de reprendre de l'aisance dans son activité.

Nous allons par ailleurs devoir faire face à une pénurie d'approvisionnement en pétrole d'ici quelques années. Bien que

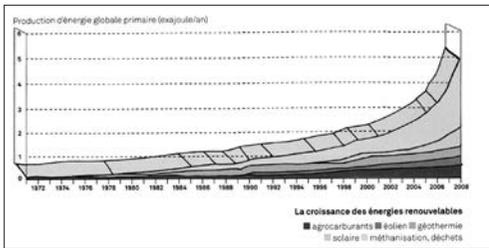


Figure 3: La croissance des énergies renouvelables depuis 1970

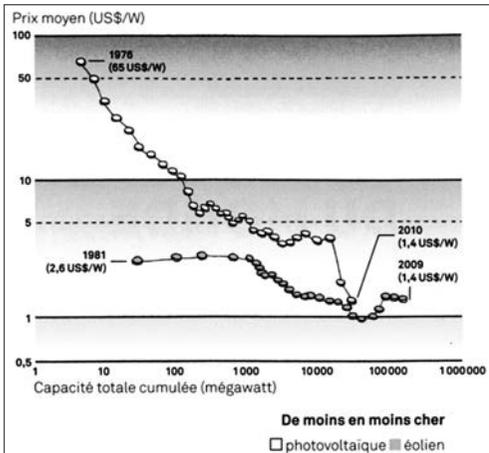


Figure 5: Les prix de l'éolien et du photovoltaïque chutent

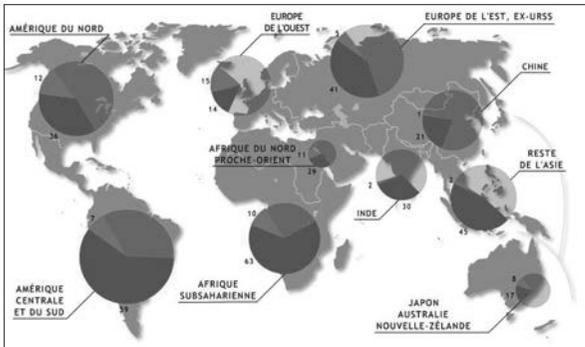
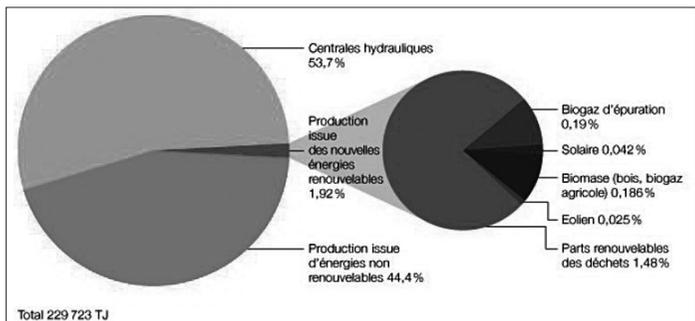


Figure 6: Potentiel des énergies renouvelables – bois et biomasse – à l'horizon 2020

Figure 7: Approvisionnement de la Suisse en énergies renouvelables



Croissance, en pourcentage, de la production d'électricité pour chaque type d'énergie renouvelable et de la production d'agrocarburants. Adaptée des données de Mars 2011 de l'EIA [1].

	Hydrau- lique	Géo- thermie	Éolien	Solaire élec- trique	Bio- masse élec- trique	Agro- carbu- rants
Période	1980- 2008	1980- 2008	2000- 2008	2000- 2008	1980- 2008	2001- 2008
Allemagne	+8	-	+330	+3700	+440	+850
Autriche	+31	-	+2900	+470	+1500	+1900
Bésil	+184	-	+69000	+137000	+900	+140
Canada	+50	-	+1300	+30	+550	+430
Chine	+800	-	+2000	+650	pas de données	+45000
Danemark	-	-	+70	+180	+1700	+270
Espagne	-20	-	+580	+10600	+1100	+1100
États-Unis	-8	+194	+900	+60	+15300	+540
France	-7	-	+7300	0	+760	+700
Inde	+143	-	+700	+70	pas de données	+110
Japon	-14	+152	+2300	+380	+150	-
Pays-Bas	-	-	+400	+200	+560	-
Portugal	-14	+6000	+3300	+3700	+570	-
Royaume Uni	+30	-	+650	+750	+380	
Russie (depuis 1990)	-4	-	-	-	-	-
Suède	+18	-	+340	+100	+1300	+1000
Suisse	+10	-	+530	+200	+1300	-
Turquie	+195	+4100	+2500	-	+60	-
Europe	+23	+285	+440	+970	+920	+940

Figure 4: Croissance en % des énergies renouvelables dans les différents pays

le biogaz serve principalement à alimenter les chauffages, on le retrouve également dans les biocarburants (un minimum de 10%), parmi d'autres agro carburants¹¹. Outre leur contribution aux remplacements des carburants à pétrole, les biocarburants renforceraient une des stratégies de la Confédération en matière de lutte contre le réchauffement climatique, qui consiste à encourager les carburants respectueux de l'environnement. Une incitation financière est justement un moyen d'encourager ces carburants : on réduit certaines taxes sur le gaz naturel, comme par exemple l'impôt sur les huiles minérales.

Le biogaz est un pilier toujours plus important de l'approvisionnement énergétique de la Suisse. Les consommateurs sont toujours plus nombreux à vouloir utiliser le biogaz. Par conséquent, la production augmente elle aussi. Le nombre d'exploitations agricoles produisant du biogaz croît donc lui aussi: elles étaient 69 en 2000, elles sont aujourd'hui au nombre de 72¹².

Aspects environnementaux

La production et l'utilisation du biogaz ont un impact positif sur l'environnement. En effet, le biogaz se substitue très fréquemment aux énergies fossiles, ce qui contribue à réduire les émissions de gaz à effet de serre, responsables en partie du dérèglement climatique. Au cours de leur transformation, les matières or-

ganiques végétales utilisées pour produire du biogaz émettent la même quantité de CO₂ que celle absorbée pendant leur croissance ou leur production. On dit du biogaz qu'il est neutre en CO₂ (figure 8). Dès lors, l'utilisation de la biomasse, continuellement renouvelable, engendre un processus de cycle. L'émission de CO₂ est maîtrisée et stabilisée. De plus, dans le cas des effluents d'élevage, la production de biogaz permet de limiter considérablement les rejets de méthane, ce dernier étant l'un des principaux gaz à effet de serre (l'effet du méthane sur l'effet de serre est 25 fois plus important que celui du CO₂).

Aspects économiques

Comme pour tout, un tel projet a un coût: investir dans de nouvelles installations, former du personnel, etc... Pour que la

production soit intéressante, il est important que les investissements dans les installations d'énergies renouvelables soient économiquement rentables.

Les coûts d'investissements pour une installation de biogaz appartenant à un particulier se situent aujourd'hui entre 70'000 et 1,5 millions de francs¹³. Une fois les coûts de départ couverts, il est essentiel de valoriser au maximum l'installation de différentes façons: en valorisant le plus de substrats possible, ce qui garantit un rendement énergétique élevé ou en optimisant la production au maximum en évitant autant qu'on le peut les pertes d'énergies lors du traitement de la biomasse (récupération de la chaleur, etc...). La Confédération redistribue aux producteurs d'énergie renouvelable 15 à 25 centimes par kWh, un plus qui permet de diminuer les coûts de

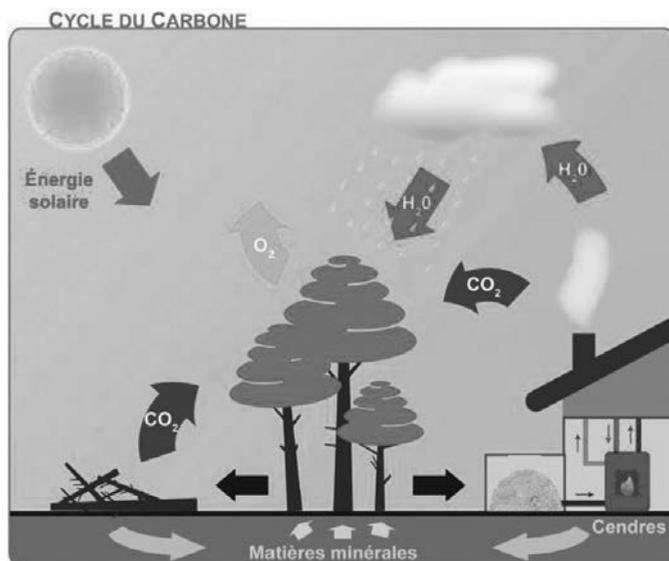


Figure 8: La biomasse est neutre en CO₂

l'installation. C'est la redevance à prix coutant, également appelée valeur ajoutée au courant vert. Des aides financières peuvent être demandées auprès des offices cantonaux de l'agriculture qui offrent parfois des subventions et auprès de fondations actives dans le domaine de l'agriculture (Aide aux Montagnards, Coop Naturaplan,...) ou de la protection du climat (Fondation Centime Climatique, Fondation Myclimate,...).

L'amortissement de ces installations peut être plus ou moins rapide, selon l'importance des taux d'intérêts des capitaux empruntés et selon le prix auquel les gestionnaires rachètent le courant. On estime l'amortissement de ces installations à 10 ans environ. Il est difficile, voire impossible, d'estimer à combien s'élèverait la facture d'un remplacement du nucléaire par la biomasse. Mais il est nécessaire de comprendre que le développement de la biomasse c'est bien plus que débloquer des fonds. Développer cette filière, c'est assurer notre avenir énergétique, créer de nouveaux emplois, remplacer les postes supprimés avec la sortie du nucléaire, faire vivre la Suisse à partir d'une industrie locale, maintenir l'économie nationale à un bon niveau et garantir au pays une indépendance énergétique. La décision de développer la production d'énergie à partir de la biomasse n'est plus qu'un choix politique, tout comme la vitesse de ce développement.

Bilan et conclusion

Suite à l'accident de Fukushima survenu le 11 mars 2011, les esprits se sont réveillés et la Suisse, comme bien d'autres pays, a pris conscience des dangers et senti l'urgence de revoir sa politique énergétique. Rapidement, elle a pris la décision de sortir du nucléaire d'ici à 2034, un choix qui nécessite la mise en place soit d'un programme de remplacement qui permettrait de répondre aux besoins du pays en matière d'électricité, soit une collaboration au niveau international afin de se spécialiser dans la production d'une énergie particulière pour ensuite créer un réseau d'échange international. Dans les deux cas, la Suisse doit se lancer dans la production d'une nouvelle énergie et tout tend à produire une énergie renouvelable.

Efficaces, neutres en CO₂, énergies aux ressources inépuisables et aux coûts toujours plus avantageux, les énergies renouvelables ne demandent qu'à être développées. Parmi celles-ci, la biomasse, sous divisée en différents agents énergétiques - biogaz, biocarburants, bois-énergie - semble être l'énergie adaptée à la Suisse, pays très vert au potentiel énorme. La production d'énergie à partir de la biomasse pourrait s'intégrer à un programme énergétique établi selon une dimension locale et autarcique ou selon une vision favorisant la spécialisation par région et l'échange international.

La biomasse présente des atouts solides qui font d'elle une énergie renouvelable incontournable dans le monde. Ressource intarissable, énergie verte, source d'emploi et remède d'avenir, la biomasse est avant tout une ressource inépuisable et disponible dans le monde entier. Et pour cause, elle est exploitée à partir de ressources naturelles multiples telles que végétaux, animaux, déchets, etc... La biomasse et les énergies renouvelables sont les remèdes de demain. Nous pouvons chauffer, rouler et être éclairés grâce à elles. C'est déjà un premier pas mais il reste encore beaucoup d'étapes à passer pour affirmer que la biomasse est l'alternative infaillible. Pour ce faire, organismes politiques et autres institutions joignent leurs forces et impulsent le développement de la biomasse.

A ce jour, les performances du biogaz sont loin d'égaliser celles du nucléaire même si la recherche et les progrès permettent d'améliorer les résultats. Les conditions de production liées à ce développement à grande échelle engendrent d'autres problèmes environnementaux (déforestation, équilibre précarisé), économiques et sociaux (production céréalière intensive au détriment des cultures vivrières). C'est pourquoi la biomasse à elle seule ne peut remplacer le nucléaire. En revanche, couplée ou associée au développement d'autres énergies renouvelables, elle pourra contribuer en partie à cette sortie, au niveau national et international.

Visite d'une installation de biogaz agricole

Pour illustrer ces propos, voici encore la description concrète d'un site de production de gaz agricole, celui de la société Cotting & Fils SA, à Arconciel (FR). Fondée par M. Meinrad Cotting, l'entreprise est active depuis une quinzaine d'années dans le commerce de porcs et des sous-produits agro-alimentaires. En 2008, cette société s'est tournée vers la fabrication du biogaz, y voyant un créneau qui lui offre une possibilité de diversifier son activité. En effet, le système permet d'exploiter le lisier de porc, complété par l'apport de fumier de cheval récolté dans les fermes voisines, du marc de café récupéré dans les usines Nestlé d'Avenches, des moutures des moulins environnants et des déchets alimentaires des restaurants de la région. De plus, depuis juillet 2011, les déchets alimentaires ne peuvent plus être donnés aux porcs comme aliments et doivent être éliminés, voire recyclés, contre paiement.

M. Damien Cotting, responsable de l'installation biogaz sur le site, m'a reçue pour une visite guidée de l'exploitation, au cours de laquelle j'ai pu visualiser l'ensemble de la production et comprendre le principe d'exploitation.

L'exploitation se compose de:

■ 1 porcherie avec 450 animaux d'où est acheminé le lisier par des conduites vers la pré-fosse.

■ 1 halle où sont stockés séparément le fumier de cheval, le marc de café et les moutures des moulins (figure 9).

■ 1 entrepôt qui réceptionne les déchets alimentaires, eux-mêmes traités, cuits à 70°C puis broyés avant d'être mélangés aux autres déchets.

■ 1 pré-fosse où sont mélangés proportionnellement les divers déchets (lisier, marc, mouture, fumier et déchets alimentaires).

■ 2 silos, des digesteurs qui reçoivent quotidiennement le mélange des déchets (figure 10). Le processus de méthanisation consiste à chauffer le mélange à 41° à l'aide de l'énergie produite sur place, à le brasser toutes les heures provoquant ainsi la fermentation et la méthanisation. Les bactéries actives dans le site étant anaérobies, les silos sont fermés hermétiquement. Le gaz produit est alors récupéré, refroidi et filtré (élimination des sulfures) et finalement acheminé vers deux moteurs qui produisent du courant électrique.

■ 2 moteurs (figure 11) qui génèrent l'électricité revendue à Swissgrid SA, Société nationale pour l'exploitation du réseau, garantissant la rétribution à prix coutant (RPC) de l'électricité produite à partir de nouvelles énergies renouvelables.

■ 1 local technique où toute la manutention du système est commandée par ordinateur.

Cette installation de départ a né-

cessité un investissement élevé qui sera amorti sur 10 ans. D'une part, le traitement des déchets alimentaires a un coût important puisqu'il faut collecter les déchets (un camion de l'entreprise passe prélever les containers qui seront lavés et désinfectés) et les cuire (un équipement pour les traiter: cuisson et broyage). D'autre part, le matériel étant sollicité 24 heures sur 24, il est mis à rude épreuve et demande un entretien régulier (1 service par mois pour les moteurs) et un renouvellement fréquent occasionnant de nouveaux frais (la durée de vie d'un moteur est de 6 ans).

En revanche, l'eau chaude récupérée lors du refroidissement du gaz sert au traitement des déchets alimentaires. De même, les fournisseurs de ces déchets (restaurants, hôtels, cantines, hôpitaux, maison de retraite et autres sites de production) doivent verser une participation pour cette éliminer, finançant indirectement le traitement sur site. L'installation n'est pas entièrement autonome puisqu'une chaudière à mazout vient renforcer le traitement des déchets alimentaires.

Globalement l'installation a une durée de vie de 20 ans, bien que ce chiffre soit approximatif, étant donné que ce type de production n'a pas encore fait ses preuves sur le long terme. Sans Swissgrid SA qui achète le courant 23 centimes le kWh au fournisseur, l'installation ne serait ni rentable, ni viable: à titre de comparaison, le Groupe E ne paie que 13 centimes le kWh.

La société Cotting & fils SA produit quelque deux millions de kWh par année. Il ne s'agit pas là d'une installation de biogaz agricole pure ; pour l'instant, le canton de Fribourg n'en compte qu'une à Bössingen. A ce jour, cinq autres installations de biogaz agricole sont en cours de construction dans le canton. Cet

engouement pourrait susciter des problèmes de concurrence quant à l'approvisionnement en lisier, d'autant que la rétribution du biogaz agricole est élevée. Enfin, les retombées suite à la loi interdisant l'affouragement porcin par des déchets alimentaires ne se sont pas encore faites sentir. Seule la mise en place de

contrôles réguliers pourrait inciter davantage les fournisseurs de déchets, assurant un avenir plus prometteur à l'installation.

Extrait du Travail de Maturité de Lucie Fiore, 3E5Z 2012-2013, Intitulé Après Fukushima – Peut-on remplacer le nucléaire par la biomasse en Suisse et dans quelle mesure?



Figure 9: Halle de stockage des co-substrats (déchets)



Figure 10: Les deux silos digesteurs



Figure 11: Les moteurs produisant l'électricité

1. CONFEDERATION SUISSE ; Office fédéral de l'énergie OFEN. Consulté le 11.03.2013. www.bfe.admin.ch
2. FONDATION GOODPLANET. Après Fukushima, quelles énergie pour demain ?Un tour d'horizon en 85 dessins, Paris, Ed. de la Martinière, 2012, p. 87
3. Après Fukushima, quelles énergie pour demain ?, p. 120
4. CONFEDERATION SUISSE ; Office fédéral de l'énergie OFEN. Consulté le 11.03.2013. www.bfe.admin.ch
5. Après Fukushima, quelles énergies pour demain ? p. 128
6. IACONA, Estelle ; TAINE, Jean ; TAMAIN, Bernard ; Les enjeux de l'énergie après Fukushima, Paris ; Ed. Dunod, p. 52
7. Après Fukushima, quelles énergies pour demain ? p. 128-129
8. REKACEWICZ, Philippe ; MARGUERITTE, Laura ; Potentiel des énergies renouvelables à l'horizon 2020, carte interactive, octobre 2007, téléchargé le 01.03.2013 du site Cartographeil le présent ; www.cartographeilpresente.org/art181.html
9. CONFEDERATION SUISSE ; Office fédéral de l'énergie OFEN. Statistiques suisses des énergies renouvelables 2010, Berne, 2011, 64 p.
10. ASIG Association Suisse de l'Industrie Gazière. Consulté le 11.03.2013. www.gaz-naturel.ch
11. Idem
12. CONFEDERATION SUISSE ; Office fédéral de l'énergie OFEN. Statistiques suisses des énergies renouvelables 2010, Berne, 2011, annexe B, chiffre 4, p. 61
13. SUISSE ENERGIE ; BIOMASSEENERGIE. Consulté le 11.03.2013. www.Biomasseschweiz.ch