



## Revue AE&S 10-1 Agronomie et méthanisation juin 2020

Revue à comité de lecture et en accès libre éditée par l'Association Française d'Agronomie sous le numéro ISSN 1775-4240. Plus d'informations [www.agronomie.asso.fr/aes](http://www.agronomie.asso.fr/aes)

L'AFA est une association à but non lucratif qui publie des travaux en accès libre.

**Pour soutenir cette démarche, faites connaître AE&S, adhérez à l'association et faites adhérer votre organisme et vos collègues !**



TÉMOIGNAGE

### La méthanisation, outil favorable à la transition agroécologique

*Christian Couturier\*, Céline Laboubée\*, Sylvain Doublet\**

\*SOLAGRO

Dans quelle mesure la méthanisation peut-elle contribuer à accompagner les mutations de l'agriculture confrontée à des enjeux environnementaux et sociétaux inédits, au premier rang desquels le changement climatique et l'évolution des systèmes alimentaires ?

Le programme Méthalaë<sup>1</sup> – « la méthanisation, levier de la transition agroécologique » a permis d'apporter de nombreux éclairages sur les impacts de cette technique sur les agrosystèmes, des points de vue agricole, agronomique, environnemental, social. Il a aussi contribué à éclairer la faisabilité des scénarios prospectifs de transition tels que AFTERRRES2050<sup>2</sup>.

Le Rapport Spécial du GIEC sur l'utilisation des terres le montre clairement : la modification des régimes alimentaires et la modification des systèmes de production peuvent jouer tous deux un rôle majeur dans la diminution des émissions de gaz à effet de serre, et dans des ordres de grandeur comparables. Entre les scénarios extrêmes qui poussent les curseurs très loin soit d'un côté (forte réduction de la demande en produits animaux), soit de l'autre (forte intensification des systèmes de production), il est probablement plus réaliste et soutenable de rechercher des scénarios de compromis. Diminuer les effectifs bovins, stocker du carbone dans les sols agricoles, substituer des bioénergies aux fossiles, réduire la consommation d'intrants et améliorer le revenu des agriculteurs : la méthanisation peut apporter sa part de réponse.

Cet article illustre le rôle que pourrait jouer la méthanisation dans cette perspective, à partir de deux exemples d'exploitations agricoles inspirées de situations existantes, et projetées dans un futur où l'on imagine une évolution des systèmes de production, avec recours à la méthanisation. Le premier exemple est une exploitation en grandes cultures dans la Somme, la seconde est une exploitation en élevage bovin allaitant dans la Brenne. L'exercice de fiction consiste à imaginer la place que pourrait prendre la méthanisation dans l'accompagnement des évolutions des systèmes de production. Ces exploitations sont tirées de la brochure de présentation du scénario de prospective AFTERRRES2050, elles sont bâties à partir de « cas types » proposés par les organisations agricoles<sup>3</sup>, et des ateliers de concertation réalisés dans le cadre d'exercices de régionalisation du scénario AFTERRRES en régions Centre et Picardie en 2014-2016. Le présent article détaille ces cas types et les actualise en tirant parti des résultats du programme METHALAE.

<sup>1</sup> Solagro (coordination), AILE, TRAME, Chambre d'Agriculture des Pays de Loire, CERFRANCE 53-72, EPL du Périgord, Méthaneo, . Financements : Ministère de l'agriculture (convention CAS DAR AAP IP 2014 n°5439), Agence de l'Eau Adour Garonne, ADEME. Synthèse, monographies et fiches thématiques disponibles sur <https://solagro.org/travaux-et-productions/references/methalae-comment-la-methanisation-peut-etre-un-levier-pour-lagroecologie>

<sup>2</sup> Le scénario Afterrres2050 – version 2016. Couturier C., Charru M., Doublet S. et Pointereau P.. Décembre 2016.

<sup>3</sup> Fiches INOSYS de l'IDELÉ pour les élevages, « Références fermes types » de l'Observatoire des grandes cultures de la Chambre d'agriculture des Hauts de France

## La méthanisation en grandes cultures pour une production agricole durable sans élevage

Guillaume Rocquecourt cultive 170 ha de grandes cultures en terres fertiles dans la Somme. Les rotations sont typiques de la région : une rotation courte (colza, blé, orge), et une rotation plus longue (pomme de terre, blé, betterave, blé, orge, colza, blé).

Le système (Tableau 1) produit 1300 tonnes de matières sèches dont deux-tiers directement pour l'alimentation humaine et un tiers pour l'alimentation du bétail ou des usages industriels. Il consomme 31 tonnes d'azote minéral et ne bénéficie d'aucun apport d'azote organique ou symbiotique ; l'IFT (Indice de Fréquence de Traitement) est de 9,7, le surplus d'azote est de 20 kg N / ha, et les émissions de gaz à effet de serre s'élèvent à 512 teqCO<sub>2</sub> (3 teqCO<sub>2</sub> / ha)<sup>4</sup>.

Le nouveau système mis en place repose sur une rotation longue, où la pomme de terre est remplacée par des lentilles<sup>5</sup>, avec dans un premier temps le passage en techniques culturales simplifiées et la pratique systématique des couverts intermédiaires. Une modification majeure est ensuite apportée à cette rotation avec l'adoption du semis direct sous couvert vivant. Le semis direct sous couvert vivant consiste à planter un couvert herbacé qui va rester en place plusieurs années, dans lequel sont semées les cultures annuelles. Le couvert – une légumineuse de type trèfle ou éventuellement luzerne selon les contextes - est moins sensible aux aléas climatiques que les cultures intermédiaires annuelles, il assure encore plus efficacement les fonctions de maintien de porosité du sol, de portance, de contrôle des adventices.

La rotation typique voit donc se succéder l'implantation d'une culture de trèfle, puis le semis direct d'un colza sous ce couvert, puis d'un blé, et à nouveau d'un blé. Ensuite le couvert est supprimé pour faire place à des pois ou des lentilles, suivis d'un couvert intermédiaire. Une culture de betterave vient clore cette rotation sur 5 ans.

Une partie des couverts – 260 tonnes de matières sèche par an en moyenne – est récoltée et envoyée en méthanisation, ainsi que 100 tonnes de paille, soit 40 % de la production de pailles de céréales. Le méthaniseur est une installation collective d'une capacité de 150 m<sup>3</sup>/h de biométhane, regroupant une dizaine d'agriculteurs, ce qui représente un territoire de l'ordre de 2 000 ha sur lequel le digestat fait l'objet d'un plan d'épandage collectif. L'unité de méthanisation traite également les issues de céréales de la coopérative locale, ainsi que des sous-produits des industries agroalimentaires non valorisés en alimentation animale. Les bandes enherbées floristiques et mellifères qui maillent le parcellaire sont également récoltées après floraison, et méthanisées, afin de recycler les nutriments qu'elles ont fixés et d'améliorer cette fonction de fixation des nutriments<sup>6</sup>.

L'exploitation de Guillaume Rocquecourt contribue à la production de biométhane à hauteur de 87 tonnes par an, l'équivalent de 100 000 litres de gasoil, soit 10 fois plus que sa consommation de fioul agricole. Son digestat apporte 8,4 tonnes d'azote par an (soit 50 kg N / ha en moyenne), en deux ou trois passages, ce qui permet de maintenir des rendements en blé tendre de 73 quintaux par hectare, au même niveau qu'avec le système conventionnel. L'apport d'azote minéral passe de 182 kg N / ha à 73 grâce aux apports symbiotiques (lentilles, couvert de légumineuse) et au digestat.

La production récoltée est un peu supérieure, en incluant les cultures intermédiaires à valorisation énergétique (CIVE). La consommation de ressources (azote, énergie) et les impacts (émissions de GES, surplus d'azote) sont significativement réduits, entre un et deux tiers selon les indicateurs (Tableau 2). L'exploitation économise beaucoup plus de GES qu'elle n'en émet (644 tCO<sub>2</sub> éq. contre 322) ; et elle produit beaucoup plus d'énergie (1150 MWh) qu'elle n'en consomme (360 MWh d'énergie directe (carburant) et indirecte (engrais et autres intrants)).

<sup>4</sup> Les calculs sont réalisés à l'aide de l'outil ACCT (AgriClimateChangeTool) : voir <https://agriadapt.eu/mitigation-farming-sector/>

<sup>5</sup> Les pommes de terre ont été remplacées par des lentilles pour plusieurs raisons :

- 1) car le système est passé en TCS et les pommes de terre ne sont pas compatibles avec cette technique
- 2) les lentilles ont été choisies pour coller à l'assiette after 2050 (plus de légumineuse dans l'assiette) et également pour augmenter la fixation de l'azote atmosphérique dans la rotation

<sup>6</sup> Sur la nécessité de récolter les bandes enherbées, voir <https://www.herbea.org/fr/fiches/405/Bande-enherbée>

	Actuel		Futur	
	ha	tonnes	ha	tonnes
Céréales	85	573	64	401
Oléagineux	28	86	32	98
Betterave	28	526	32	600
Pomme de terre	28	128	0	0
Protéagineux	0	0	32	120
Légumineuses fourragères récoltées (couvert)	0	0	(129)	259 tMS
Emprise des infrastructures agroécologiques	0	-	8	-
<b>TOTAL</b>	<b>170</b>	<b>1312</b>	<b>170</b>	<b>1477</b>

Tableau 1 : Assolement et production de l'exploitation de Guillaume Rocquecourt. Situation actuelle et nouveau système proposé

Le stock de carbone du sol augmente : les simulations réalisées à l'aide de l'outil SIMEOS montrent que cet effet est dû essentiellement au développement des couverts annuels ou pérennes. Le fait de méthaniser, ou non, les couverts et les pailles ne modifie pas le stock de carbone du sol.

		Actuel	Futur	Différence (%)
Production récoltée	Tonnes de matière sèche	1 312	1 477	+7
Consommation N minéral	tonnes N	31	13	- 58
Production N symbiotique	tonnes N	0	9	Nd
Surplus N	tonnes N	3,4	1,8	- 45
Émissions NH <sub>3</sub>	tonnes N	3,3	2,1	- 36
IFT	Nbre	9,7	2,9	- 70
Part de légumineuses	% surfaces assolement	0	33	Nd
Infrastructures agroécologiques	% SAU	0	4,9	Nd
Consommation d'énergie	MWh	779	360	- 54
Production d'énergie	MWh	0	1 150	Nd
Solde consommation - Production énergie	MWh	779	-790	Nd
Émissions de gaz à effet de serre	tonnes équivalent CO <sub>2</sub>	512	322	- 41
GES évités par substitution	tonnes équivalent CO <sub>2</sub>	0	644	Nd
Solde GES émissions - substitution	tonnes équivalent CO <sub>2</sub>	512	-278	Nd

Tableau 2 : Niveau et variation des principaux indicateurs agronomiques et écologiques de l'exploitation de Guillaume Rocquecourt

La valorisation économique des couverts est rendue possible par la méthanisation, dans une région où l'élevage a disparu depuis de nombreuses décennies et où personne n'envisage une réinstallation massive des ruminants.

Le biogaz généré par les seuls couverts permet d'éviter l'émission de 400 tCO<sub>2</sub> par an par effet de substitution à une énergie fossile (combustion directe de gaz naturel)<sup>7</sup>. Dans le même temps, le stockage additionnel par les couverts représente environ 100 tCO<sub>2</sub> par an, soit un effet global de 500 tCO<sub>2</sub> évités ou stockés. Que les couverts soient laissés en place, ou qu'ils soient méthanisés puis restitués sous forme de

<sup>7</sup> S'y ajoutent 100 t avec les autres matières méthanisées et 144 t avec une toiture photovoltaïque soit un total de 644 t.

digestat, les simulations réalisées à l'aide de l'outil SIMEOS montrent que le stockage de carbone est similaire dans le cas<sup>8</sup>. Le choix de laisser les couverts au champ au lieu de les méthaniser ferait donc perdre 80% de l'effet global potentiel<sup>9</sup>.

L'apport du digestat joue un rôle clé dans le maintien de hauts niveaux de rendement. Ce rôle découle à la fois du fait que la moitié de l'azote organique est minéralisée via la méthanisation, et que l'apport d'azote est pilotable en fonction des besoins des cultures, à la différence des engrais verts obtenus par simple broyage des couverts sur place. La contrainte principale est la possibilité de faire passer les épandeurs dans les champs au moment voulu.

Cet exemple permet d'illustrer la discussion sur l'intérêt et la possibilité de choisir la méthanisation comme forme de valorisation des légumineuses fourragères et des cultures intermédiaires, plutôt que le retour de l'élevage en régions de grandes cultures. Le système polyculture-élevage présente des atouts multiples sur les plans à la fois socio-économiques, agronomiques et écologiques. Ces fonctions sont liées en grande partie à la présence de prairies, qui apportent de nombreux services écosystémiques, et de cultures fourragères, qui contribuent à la diversité de l'assolement.

Pour autant, il est très peu probable de voir la polyculture-élevage remplacer les systèmes de grande culture de manière significative, dans un contexte qui plus est de diminution des cheptels bovins à l'échelle nationale. Dans le cadre des travaux de prospective menés par SOLAGRO, la comparaison de plusieurs scénarios de redéploiement des élevages bovins, incluant un scénario de redistribution du grand ouest vers les régions céréalières, montre que cela conduirait probablement à réduire les cheptels bovins dans les zones de montagne, qui ont le plus de handicaps naturels. Les surfaces de grandes cultures qui seraient converties en cultures fourragères ou prairies pour l'alimentation des ruminants en régions de plaine seraient perdues, car elles ne pourraient pas être compensées par une augmentation des surfaces céréalières récupérées sur les prairies de montagne. Les régions de montagne disposant de moins d'options d'évolution que les régions de grandes cultures, la réduction des cheptels se traduirait par un recul de l'agriculture et une évolution à terme vers la forêt.

Il est donc nécessaire d'imaginer des systèmes de grande culture qui présentent des intérêts proches de ceux offerts par les systèmes polyculture-élevage, mais sans ruminants.

Dans ce contexte, le développement de la méthanisation paraît pertinent. Elle est capable de jouer, grâce au digestat qui peut être comparé à un « fumier végétal », un rôle agronomique proche de celui des ruminants, par la capacité à valoriser des cultures fourragères et à restituer les minéraux et le carbone stable. Dans cet exemple, la restauration de la biodiversité est obtenue par une augmentation des surfaces d'IAE (infrastructures agroécologiques) qui représenteraient 5% de la SAU. Les bandes fleuries et enherbées seraient conduites extensivement en valorisant la production végétale par méthanisation avec restitution de l'azote sur les surfaces cultivées.

## Accompagner la mutation des systèmes d'élevage bovins

Avec ses 70 charolaises sur 125 hectares de cultures et de prairies, le GAEC d'Aurélié et Nicolas Robin est typique des élevages bovin viande de l'Indre. Les prairies permanentes représentent un tiers de la SAU (41 ha) et les terres arables les deux-tiers. Les cultures fourragères (41 ha) représentent la moitié des terres arables, le reste est dédié aux céréales (14 ha) et oléagineux (22 ha), avec une rotation blé orge colza, en partie autoconsommée par le troupeau. La pousse d'herbe estivale est suffisante pour permettre le pâturage en été et en automne. Le stock constitué au printemps permet de passer l'hiver généralement sans difficulté. La ferme est autonome en céréales et en paille, mais achète des concentrés sous forme de tourteaux de soja et de colza. Dans l'Indre, contrairement aux tendances régionale et nationale, les effectifs du troupeau bovin viande se maintiennent depuis 20 ans.

<sup>8</sup> Ce que confirme Thomsen I.K., Jøreng E.O., Møller H.B. et al., Carbon dynamics and retention in soil after anaerobic digestion of dairy cattle feed and faeces, 2013, Soil Biology & Biochemistry 58 (2013) 82e87

<sup>9</sup> L'impact sur le fonctionnement biologique des sols fait l'objet de travaux de recherche (programme en cours MethaBioSol). Les retours d'expérience empiriques de terrain des installations ayant plus de 10 ans ainsi que les travaux existants ne montrent pas d'impact globalement négatif : voir Christian Mougin, Nathalie Cheviron, Victor Moinard, Sabine Houot. Quels impacts des digestats sur la vie du sol ?. Séminaire scientifique "méthanisation et digestats : enjeux et impacts du digestat sur les sols", May 2019, Paris, France. hal-02791333t

Mais le maintien du système actuel est directement menacé par le changement climatique, par les incertitudes sur l'évolution de la demande en viande bovine française et aussi par la difficulté à transmettre ce type de production compte tenu de la démographie agricole et de la faible attractivité de l'élevage bovin pour les nouveaux arrivants en agriculture.

En France, la production de viande bovine est passée de 1,6 millions de tonnes équivalent carcasse au début des années 2000 à 1,4 millions en 2018. La consommation stagne depuis 1985, voire diminue. Même si plusieurs facteurs interviennent, la diminution de la demande intérieure, qui ne semble pas près de s'enrayer, contribue à celle de la production. L'évolution vers un régime plus végétal et plus biologique tel que recommandé par le nouveau PNNS4 va se traduire nécessairement par une diminution de la consommation de viande bovine et de produits laitiers. Selon la première version de la Stratégie Nationale Bas Carbone publiée en 2016, le cheptel laitier diminuerait de 6% entre 2010 et 2035, et le cheptel allaitant de 11%<sup>10</sup>. La version actuelle (2020) prévoit une baisse à l'horizon 2050 de 25% du cheptel laitier et de 32% du cheptel autre que laitier. De même les surfaces de prairies naturelles sont en régression constante, la France a perdu 3 millions d'hectares de surface toujours en herbe depuis les années 1960<sup>11</sup> pour atteindre 9,5 Mha en 2018 (AGRESTE). L'apparente stabilisation récente, voire la légère augmentation constatée par la statistique agricole annuelle pour 2018, sont peut-être dues à une évolution des méthodes de comptage, sur fond de politique d'encadrement des retournements de prairies. Bref, « l'élevage bovin s'enfonce dans la crise »<sup>12</sup>, mais le constat est récurrent et s'inscrit dans une tendance de long terme.

L'élevage bovin subira également les impacts du changement climatique, et les risques de pénurie d'herbe en été vont s'accroître. Le programme CLIMOUREL<sup>13</sup> montre que dans la plupart des situations, la gestion des ressources fourragères sera plus complexe, et qu'un stock fourrager important est une condition majeure de l'autonomie. La réduction du chargement peut être une solution, et l'extensification présente des limites.

Dans des territoires comme l'Indre, celui de notre exemple, la sortie au pâturage débutera plus tôt, la production d'herbe au printemps dans une vingtaine d'années sera plus importante qu'aujourd'hui et sans doute concentrée sur une période plus courte. En été, la croissance de la biomasse est totalement interrompue, le troupeau doit être mis à l'abri pour cause de canicule, et il est alimenté par de l'herbe de conservation. En automne a lieu une seconde sortie à la pâture, jusqu'à l'hiver.

Les variations de production – au cours de l'année et d'une année sur l'autre – sont plus élevées qu'actuellement, l'adaptation des ressources fourragères au troupeau, et réciproquement, est plus complexe. On cherche à « suivre la pousse de l'herbe », et à adapter le troupeau par la taille ou en pilotant les périodes de lactation. Mais ces différentes stratégies ont leurs limites et ne sont pas suffisantes pour assurer l'adéquation entre les besoins des animaux et la disponibilité fourragère. Il faudra également augmenter les stocks fourragers pour alimenter le troupeau non seulement en hiver, mais de plus en plus souvent en été, que l'on qualifie parfois désormais de « second hiver » du point de vue de la stratégie fourragère.

Enfin, il est important de préserver les prairies naturelles existantes pour en conserver la biodiversité spécifique à ces espaces. L'argument du stockage du carbone, systématiquement invoqué pour justifier le maintien de l'élevage bovin est discutable, car la conversion des prairies en forêt, en cas d'abandon de l'élevage, augmenterait le stockage de carbone dans la biomasse aérienne. La perte de prairies naturelles s'effectue en effet moins au profit des terres cultivées qu'à celui des landes et friches ou de la forêt.

Diminution du cheptel, nécessité de constituer des stocks, préservation des prairies naturelles : la résilience des élevages bovins peut passer par des systèmes plus herbagers, avec un chargement par hectare de surface fourragère plus faible.

Cette évolution autorise de nouvelles stratégies : par exemple la conversion des surfaces fourragères annuelles en cultures alimentaires, ou encore la valorisation des stocks périmés par méthanisation.

Dans un schéma de ce type, le cheptel est réduit et dimensionné pour ajuster ses besoins fourragers à la production des prairies naturelles les plus mauvaises années climatiques. Les surfaces dédiées aux cultures

---

<sup>10</sup> Des scénarios prospectifs au service de l'élaboration d'une stratégie nationale : l'exemple du volet agricole des scénarios Énergie-Climat-Air, Centre d'Etudes et de Prospective n°89, Mai 2016. <http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/analyse891605.pdf>

<sup>11</sup> Evolution des prairies et cultures fourragères et de leurs modalités culturales et d'utilisation en France au cours des cinquante dernières années, C. Huygues, Fourrages (2009) 200, 407-428

<sup>12</sup> L'élevage bovin s'enfonce dans la crise, IDELE, 1er Juin 2016. <http://idele.fr/services/publication/idelesolr/recommends/lelevage-bovin-senfonce-dans-la-crise.html>

<sup>13</sup> Voir <http://climfourrel.agropolis.fr/>

fourragères annuelles sont réduites au profit des céréales et protéagineux, et l'herbe de conservation provient autant que possible des prairies de fauche, enrichies en légumineuses si nécessaire.

Dans le cas d'Aurélie et Nicolas Robin, dans le nouveau système, le troupeau a été divisé par 2. Les prairies permanentes, 41 ha sur les 125 de la SAU, sont intégralement conservées. Sur les terres labourables, la surface en cultures fourragères, prairies comprises, est divisée par deux, les surfaces de céréales et d'oléoprotéagineux passent de 43 à 64 ha. La rotation sur les terres labourables voit une succession de 3 années de luzerne, puis une orge, une culture de lin oléagineux, un blé tendre, à nouveau une orge. Des couverts intermédiaires sont implantés entre chaque culture annuelle.

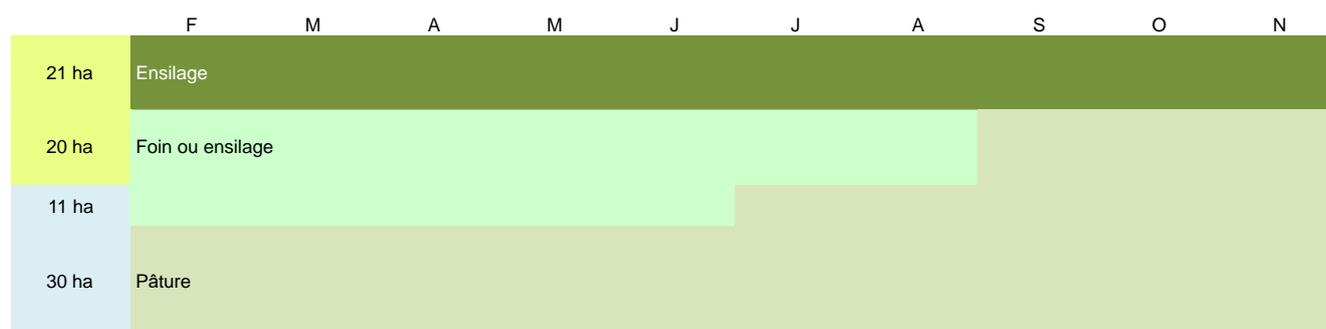
L'approvisionnement fourrager du troupeau est assuré en totalité par les 42 ha de prairies permanentes. Le temps de pâturage augmente, la consommation de concentrés diminue, l'exploitation est en mesure de se passer totalement d'achats de tourteaux. La résilience face aux aléas climatiques est nettement augmentée, car le rapport entre la disponibilité totale de ressources fourragères et les besoins du troupeau est plus élevé. Les ressources fourragères sont également plus diversifiées grâce à la présence des cultures intermédiaires (Tableau et schéma ci-après).

	Actuel		Futur	
	ha	tonnes	ha	tonnes
Céréales	33	140	48 (blé, orge)	146
Oléagineux	10	22	10 (lin)	25
Protéagineux	0		26 (pois)	65
Prairie temporaire et cultures fourragères	41	246		
Sous-total surface arable	84		84	
Prairie permanente	41	205	41	205
TOTAL	125	614	125	513

Tableau 3 : Assolement et production du GAEC d'Aurélie et Nicolas Robin. Situation actuelle et nouveau système proposé

**Système initial :** 41 ha de prairie permanente, avec fauches sur une partie au printemps ; 41 ha de prairies temporaires, en partie pâturées en automne.

41 ha prairie permanente + 41 ha prairie temporaire



**Nouveau système :** 41 ha de prairie permanente, avec fauches sur une partie au printemps ; 26 ha de légumineuses.

41 ha prairie permanente + 26 ha légumineuses dans la rotation



## Rotation type sur les 84 ha de terres arables

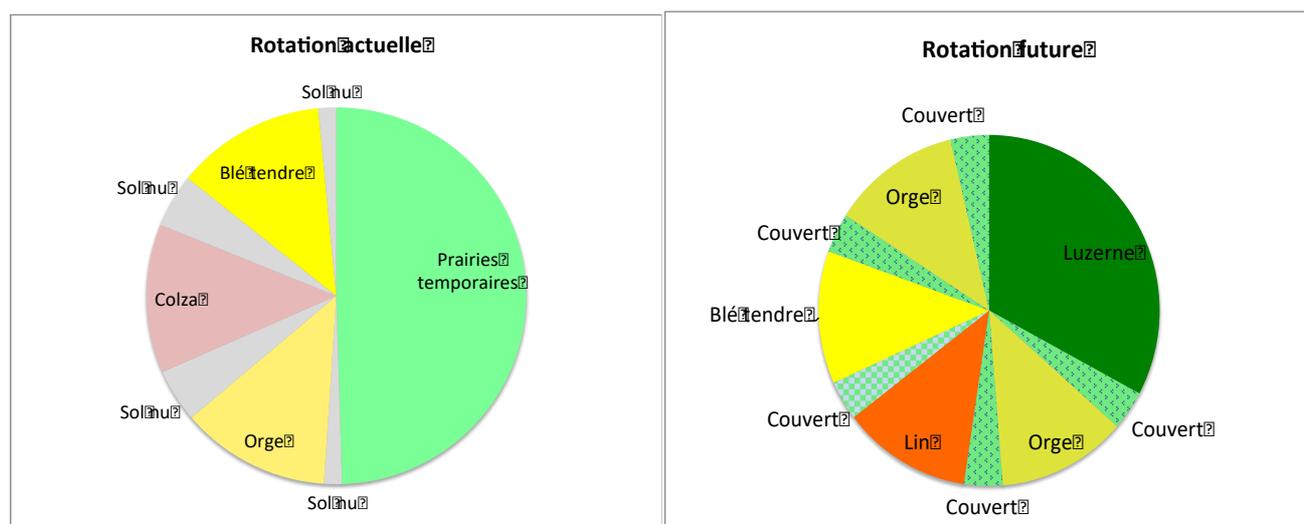


Figure 1 : Caractéristiques du système de production initial et du nouveau système

Le fait de disposer de stocks importants permet de s'affranchir des aléas de production, mais leur durée de conservation est limitée. Or ces stocks périmés peuvent parfaitement être utilisés en méthanisation, puisque les digesteurs ne souffrent pas de problème d'appétence. Le même raisonnement s'applique aux cultures intermédiaires : celles-ci, en système d'élevage bovin, contribuent à sécuriser le bilan fourrager. Le stock est constitué dans ce cas à la fois d'herbe (foin ou ensilage) provenant des prairies de fauche, de cultures intermédiaires, ainsi que de cultures fourragères annuelles. Il peut être utilisé aussi bien pour alimenter le troupeau, que pour alimenter le méthaniseur. En période de prix bas pour le lait ou la viande, l'agriculteur peut décider de réduire les productions animales en attendant par exemple le retour de prix plus rémunérateurs. La production d'énergie lui offre un revenu complémentaire qui lui permet de passer plus facilement les périodes difficiles.

L'approvisionnement du méthaniseur est ici constitué du fumier, d'une partie de la paille de céréales, de l'herbe produite sur les 20 ha de prairies artificielles ou temporaires, et des cultures intermédiaires. Les cultures intermédiaires sont envoyées vers le méthaniseur ou vers l'alimentation du bétail en fonction des situations (Tableau 3).

	Production	Alimentation du troupeau	Méthaniseur
Fumier	40 tMS	-	40
Cultures intermédiaires	200 tMS	En cas de nécessité	Le solde éventuel non consommé
Herbe sur prairie naturelle, pâturée ou fauchée	205 t MS	205	Le solde éventuel non consommé
Herbe récoltée sur prairie artificielle ou temporaire	120 t MS	20 tMS	100 tMS
Résidus de culture	205 t MS	En situation de pénurie	80 t MS
TOTAL		225	220

Tableau 4 : Répartition de destination des cultures vers l'alimentation ou le méthaniseur

Les émissions de gaz à effet de serre passent de 514 à 244 tCO<sub>2</sub>eq par an, ce qui est dû essentiellement à la diminution du cheptel. La production de méthane est de 7 m<sup>3</sup> par heure, ce qui est bien trop faible pour pouvoir disposer d'une unité de méthanisation à la ferme, d'autant que les besoins d'énergie directe sur l'exploitation sont faibles. Aurélie et Nicolas Robin sont donc associés dans un projet collectif territorial, avec une vingtaine d'autres agriculteurs. Le biométhane est injecté dans le réseau de gaz naturel et vendu à une compagnie publique de transports municipaux. La méthanisation couvre 16 fois les besoins énergétiques directs (carburants) et indirects (intrants) de l'exploitation, et les émissions évitées de CO<sub>2</sub> fossile par

substitution énergétique sont supérieures aux émissions, ce qui rend cette exploitation agricole « à énergie positive » et « climatiquement neutre », même sans prendre en compte le stockage éventuel de carbone des prairies.

La fourniture d'azote symbiotique est suffisante pour se passer d'achat d'azote, organique ou minéral. Les émissions d'ammoniac sont réduites du fait principalement de la réduction du cheptel, mais aussi par l'amélioration des pratiques de fertilisation et d'épandage. Les changements dans la rotation permettent de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires et de respecter le cahier des charges de l'Agriculture Biologique.

		Actuel	Futur	Différence (%)
Production récoltée	Tonnes de matière sèche	614	420	-32%
Consommation N minéral	tonnes N	6	0	-100%
Production N symbiotique	tonnes N	0,8	4,3	438%
Surplus N	tonnes N	1,2	1,4	17%
Émissions NH <sub>3</sub>	tonnes N	2,2	0,8	-64%
IFT	Nombre	2,4	0	-100%
Part de légumineuses	% surfaces assolement	16%	38%	138%
Consommation d'énergie	MWh	340	110	-68%
Production d'énergie	MWh	0	1710	-
Solde énergie Consommation - Production	MWh	-340	1600	-571%
Émissions de gaz à effet de serre	tonnes équivalent CO <sub>2</sub>	514	244	-53%
GES évités par substitution	tonnes équivalent CO <sub>2</sub>	0	345	-
Solde GES émissions - substitution	tonnes équivalent CO <sub>2</sub>	-514	101	-120%

Tableau 5 : Comparaison des impacts des deux systèmes de production

Le méthaniseur est soumis aux aléas d'approvisionnement, comme le cheptel, particulièrement en cas de sécheresse prolongée. La stratégie de résilience repose ici sur la capacité à stocker des ressources sur la longue durée, ce que permet la méthanisation qui supporte une perte de l'appétence des fourrages due à un stockage prolongé. Faute de quoi le risque serait de donner la priorité au méthaniseur, pour des raisons économiques, au détriment de l'élevage.

## Conclusion

Nous avons voulu à travers deux exemples, inspirés de situations réelles et projetés dans le futur, illustrer le rôle que pourrait jouer la méthanisation pour accompagner ces transformations, en s'inspirant de situations ou de réflexions issues du programme Méthalaë. Il existe bien d'autres voies d'évolution de l'agriculture vers des systèmes plus durables et résilients, qui soient plus en adéquation avec les demandes sociétales, les enjeux socio-économiques et les défis environnementaux d'aujourd'hui. L'exploration de ces nouvelles voies a déjà commencé, on dispose désormais de nombreux exemples d'exploitations agricoles ayant intégré la méthanisation au cœur de l'agrosystème et qui cherchent à en tirer les meilleurs profits économiques et agronomiques.

Le programme Méthalaë enseigne également que la pleine appropriation de la méthanisation demande du temps de mise au point, d'essais et de réglages. Les systèmes décrits ici ne sont que des photographies à un instant donné, il faudrait pouvoir décrire les trajectoires qui y ont abouti. Autre enseignement de Méthalaë, il est difficile d'améliorer tous les paramètres en même temps. Certains indicateurs peuvent se dégrader quand bien même ils soient améliorés en majorité. La méthanisation est bien une technique au service d'un projet – un projet agricole, environnemental, social – et n'induit pas une orientation spécifique. Il revient aux acteurs concernés de l'utiliser aux fins qu'ils souhaitent. Dans ce sens, la méthanisation peut effectivement être un outil favorisant l'évolution vers l'agroécologie.

