

## Valoriser la complémentarité entre les cultures et l'élevage dans l'exploitation agricole pour améliorer l'efficacité environnementale

CHAMBAUT H. (1), FIORELLI J.L. (2), ESPAGNOL S. (3), FORAY S. (4), MAIGNAN S. (5), LETERME P. (6)

(1) Institut de l'Élevage, 9 rue André Brouard, CS 70510, 49105 ANGERS,

(2) INRA SAD ASTER-Mirecourt, UR055, 662 av. Louis Buffet, F-88500 MIRECOURT,

(3) IFIP La Motte au Vicomte B.P. 35104 - 35651 Le Rheu Cedex,

(4) Institut de l'Élevage, Monvoisin, 35652 Le RHEU Cedex,

(5) COOPEDOM - 11, rue Louis Raison - 35113 DOMAGNÉ,

(6) UMR INRA/Agrocampus 1069 SAS, 65, rue de St-Brieuc, CS 84215 35042 Rennes Cedex.

**RESUME** - La coexistence et l'interaction de deux ateliers, culture et élevage (mixité), au sein d'une même ferme ou dans un territoire, est une des voies pressenties pour accroître les performances environnementales de la production agricole et mettre en œuvre une véritable transition agro-écologique. Au sein du projet européen Cantotogether, les partenaires ont proposé une méthode de notation CADIS (Crops and Animal Diversity and Integration Scoring) pour évaluer le degré de diversité fonctionnelle et d'intégration des systèmes agricoles (niveau de mixité). Ils ont comparé l'évolution des notations dans des fermes mettant en œuvre des innovations en lien avec la mixité et la progression des niveaux d'émissions (flux de N, P, C). Ces fermes sont situées dans des conditions pédoclimatiques variées (649-1385 mm pluie/an, 9-15°C) et présentent différents types de productions végétales et animales (bovins, porcins, volailles). Les systèmes de production couvrent une large gamme depuis l'agriculture biologique jusqu'à des niveaux de productivité élevés : 4,7-13,1 tMS/ha, 0,65-7,4 UGB/ha. Les notes de mixité varient dans un rapport de 1 à 3 et les indicateurs environnementaux montrent de fortes amplitudes : excédent du bilan apparent (2-399 kg N/ha, -9,+44 kg P/ha), niveaux de pertes azotées (lessivage 14-125 kg N/ha, ammoniac 12-232 kg N/ha, protoxyde d'azote 2-10 kg N/ha) et de carbone (méthane 92-77 kg CH<sub>4</sub>/ha, dioxyde de carbone énergétique 0,2-1,6 Teq CO<sub>2</sub>/ha). Les fermes aux meilleurs scores de mixité ont les plus faibles niveaux d'émissions à l'hectare. L'évolution de pratiques vers davantage de mixité au sein d'une même situation améliore également les résultats environnementaux (comparaison anté/post innovation sur les fermes). Les moindres impacts environnementaux par hectare se vérifient également ramenés aux calories brutes produites via les productions végétales de la ferme (grains et fourrages produits).

## Enhancing the complementarity between crops and livestock production on farms to improve the environmental sustainability of food production

CHAMBAUT H. (1), FIORELLI J.L. (2), ESPAGNOL S. (3), FORAY S. (4), MAIGNAN S. (5), LETERME P. (6)

(1) Institut de l'Élevage, 9 rue André Brouard, CS 70510, 49105 ANGERS

**SUMMARY** - The coexistence and the interaction of crops and livestock production within a farm (mixed farm) or at a territory level, is a real opportunity to increase the environmental sustainability of food production. To test this hypothesis, researchers of the Cantotogether European project developed a scoring method named CADIS (Crops and Animal Diversity and Integration Scoring) to rate the degree of functional diversity and integration level of agricultural systems. They compared the evolution of CADIS rating with those of environmental performances in European farms, located in various natural conditions (649-1385 mm rain /year, 9-15 °C). Those farms developed different types of production (beef or dairy cattle, pigs, poultry, grain, fodder, vegetables), corresponding to different socio-economical contexts, and covered a wide range of intensification levels, from organic to high productive farming systems (4,7-13,1 TDM/Ha, 0,65-7,4 LSU/Ha). The CADIS rating varied in a ratio of 1 to 3, while environmental indicators displayed significant ranges: farm gate balance excess (2-399 kg N/ha, -9,+44 kg P/ha), nitrogen losses (leaching 14- 125 kg N/ha, ammonia 12-232 kg N/ha, nitrous oxide 2-10 kg N/ha) and carbon (methane 92-777 kgCH<sub>4</sub>/Ha, energy carbon dioxide 0,2-1,6 Teq CO<sub>2</sub>/ha). Farms with the higher CADIS had lower emission per hectare on average and changing practices within a farm to increase CADIS, improved on average environmental impact per hectare and per gross energy produced.

## INTRODUCTION

La spécialisation des zones de culture et d'élevage en Europe s'opère sous l'influence des facteurs socio-économiques, les fermes mixtes cultures-élevage et poly-élevages ne représentant plus qu'une faible part du nombre d'exploitations : 13% en France, 8,5% en Europe en 2003, d'après Chatellier et Delame (2007). Le projet Européen Cantotogether étudie la performance des systèmes agricoles associant productions animales et végétales dit 'systèmes mixtes', sur une ferme ou à l'échelle du territoire. Il fait le pari que la complémentarité des productions peut rendre la production agricole plus durable (<http://fp7cantotogether.eu>).

Cette communication teste cette hypothèse d'une relation entre 'mixité' et performances environnementales sur la base

d'un échantillon restreint (10) mais varié de fermes, situées en Europe dans différents contextes pédoclimatiques (649-1385 mm pluie/an, température moyenne de 9 à 15°C, sols sableux ou limoneux, altitude 15 à 550 m). Ces fermes sont des unités expérimentales<sup>(x)</sup> ou des exploitations en conditions économiques réelles<sup>(e)</sup>, et mettent en œuvre différentes productions : bovin lait (Mirecourt<sup>(x)</sup>, Derval<sup>(x)</sup>, Coopedom<sup>(e)</sup> FR, De Marke<sup>(x)</sup> NL, Ty Gwyn<sup>(x)</sup> GB, Solohead<sup>(x)</sup> <sup>(e)</sup> IE, San Giuliano<sup>(e)</sup> IT), bovin viande (Thorigné<sup>(x)</sup> FR, Lindhof<sup>(x)</sup> DE) ou monogastriques (C16<sup>(e)</sup> FR, Lindhof<sup>(e)</sup> DE). Elles présentent une ou plusieurs techniques innovantes en lien avec la mixité concernant i) la gestion des surfaces à bas niveaux d'intrants grâce à des choix culturaux originaux (types de rotation, choix des variétés, légumineuses pures ou en association, couverts intermédiaires), ii) une alimentation protéique locale des animaux (production de protéagineux à graines ou en

mélanges ensilés, utilisation de luzerne fanée ou déshydratée), iii) la valorisation des déjections comme fertilisants (séparation de phase, déshydratation, application localisée) ou comme source d'énergie (méthanisation). La recherche du lien entre mixité et performance environnementale s'appuie d'une part sur une méthode de classification des fermes selon leurs degrés de diversité et d'interactions des productions au sein du système agricole, (Crops and Animal Diversity and Integration Scoring) CADIS, et d'autre part, sur le calcul des principaux flux de polluants en jeu dans les problématiques d'eutrophisation et d'acidification du milieu ainsi que de réchauffement climatique. Les émissions d'azote (NO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO), de phosphore, de carbone (CO<sub>2</sub> et CH<sub>4</sub>), sont estimées selon une méthodologie reposant sur la mesure des flux d'azote, de phosphore, de carbone (NPC) pour les sites expérimentaux auxquels sont appliqués des équations issues de la bibliographie, principalement IPCC- EMEP tier 2 (Verloop *et al*, 2013).

## 1. QUALIFIER LE DEGRE DE MIXITE DES FERMES

### 1.1. METHODE DE NOTATION UTILISEE

Le système de notation agrégatif, CADIS, mis au point par les partenaires du projet (Chambaut *et al*, 2014), est fondé sur une

double notation. Le premier score reflète les notions de diversité des productions et des fonctions du système agricole (nourricière, énergétique, écosystémique). Le second témoigne de l'intensité des interactions entre les ateliers de productions animales et végétales (prairies et légumineuses en rotation avec les cultures, production locale de l'alimentation pour les animaux, fertilisation organique des cultures), selon les principes déjà décrits par Moraine *et al* (2014). L'élaboration des valeurs seuils pour l'affectation des notations élémentaires CADIS s'est effectuée à dire d'expert en observant les données élémentaires enregistrées dans 20 systèmes d'exploitation. Ces fermes présentent des types de couverts variés (céréales, oléo-protéagineux à graines, légumineuses fourragères en culture simple ou en association, prairies, cultures énergétiques...) pour répondre aux besoins des ateliers animaux (bovins lait et viande, porcs naissance et engraissement, poules pondeuses) ou pour la vente. Ce système de notation permet alors de suivre le profil de mixité du système agricole au fil du temps selon les deux axes 'diversité' et 'intégration', notamment lors de la mise en place de techniques innovantes. La somme des notes des deux axes donne un score final d'autant plus élevé que le niveau de mixité de la ferme est jugé important. Le pilotage au quotidien de l'exploitation peut cependant faire varier les termes de cette mixité, notamment face aux spécificités climatiques et aléas socio-économiques de l'année.

**Tableau 1** : Notation du degré de mixité des systèmes de production agricole CADIS dans les fermes Cantogther

**Tab1a-** Notation du degré de diversification fonctionnelle

Apprécier la diversité fonctionnelle de la ferme	Min.*	Max*	Situations de base**	Situations post innovation**
<b>Score "diversité de l'assolement"(hors herbe)</b> : selon les catégories végétales représentées (céréales, légumineuses, oléagineux, tubercules) et le nombre de cultures dans la SAU	0	8	2,3	3,5
<b>Score "diversité des prairies"</b> : note selon la part de prairie permanente et temporaire, ainsi que l'association des graminées avec des légumineuses	1	3	1,8	1,8
<b>Score de "diversité animale"</b> : note selon les types d'animaux, leurs âges	1	5	1,9	1,9
<b>Fonction nourricière</b> : score fonction des types aliments vendu (lait, viande, œufs, grains et fourrages)	1	3	2,5	2,3
<b>Fonction énergétique</b> : score selon le type d'énergie renouvelable produite (biogaz, biomasse, solaire)	0	3	0,0	0,5
<b>Fonction de préservation du milieu</b> (présence d'éléments agro-écologiques, production avec ou sans produits phytosanitaires.)	0	2	0,1	0,4
<b>Sous total CADIS "Score de diversité fonctionnelle" (1)</b>	<b>4,5</b>	<b>19</b>	<b>8,6</b>	<b>3</b>

**Tab 1b-** Notation du potentiel d'intégration des productions animales et végétales sur la ferme

Apprécier le potentiel d'intégration culture élevage au sein de l'exploitation	Min*	Max*	Base**	Post Innovation**
Chargement animal <i>eq. UGB/Ha SAU</i>	0,65	7,4	2,6	2,4
<b>Score "pression animale"</b>	1	5	3,8	3,3
Prairies assolées <i>ha PT/ (SAU-PP)</i>	0	1	0,1	0,3
<b>Score "opportunité dans les rotations"</b>	1	4	1,8	2,3
Alimentation locale des animaux ( <i>SAU- HA cultures vendues</i> )/SAU	0,13	1	0,8	0,9
<b>Score "fourrages et concentrés produits"</b>	1	4	3,6	3,9
Dépendance aux achats de concentrés (T de concentrés achetés/ <i>eq. UGB</i> )	0	2,51	1,06	0,98
Proportion de surface de culture en grain autoconsommée (%)	0	100	45	79
<b>Score "effort pour augmenter l'autonomie en concentrés"</b>	1	4	2,4	2,8
<b>Sous total CADIS "intégration des productions" (2)</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>11,5</b>	<b>12,1</b>
<b>Note globale de mixité du système de production (somme (1) + (2))</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>10,1</b>	<b>22,4</b>

\* Notes élémentaires extrêmes obtenues sur 20 fermes. \*\* Valeur moyenne de notation élémentaire obtenue pour un sous échantillon de 8 fermes ayant chacune leur situation de référence dite "de base" (avant innovation) et post innovation. La situation de base peut être la ferme avant mise en œuvre d'innovation (Derval, Mirecourt), ou un pool de fermes voisines ne pratiquant pas l'innovation (fermes laitières hors Coopedom), soit enfin une situation modélisée à dire d'expert d'après les pratiques couramment rencontrées sans mixité (C16). Dans ce dernier cas, la situation de référence est décrite en routine (année climatique moyenne et hors contrainte socio-économique majeure).

## 1.2. SCORE DE MIXITE DANS LES ETUDES DE CAS

Le système de notation CADIS discrimine bien les fermes étudiées (tab 1, 2 premières colonnes). Ainsi la note globale de mixité varie de 12 à 30 dans ces situations pour lesquelles, *a minima*, un type de production animale et un type végétal sont présents. Les notations élémentaires varient plus fortement (facteur 4) sur les deux axes "diversité" (tab 1a) et "intégration" (tab 1b).

Le score le plus bas correspond au scénario de base d'une ferme porcine spécialisée en Midi Pyrénées qui importe les aliments et exporte le lisier traité. Les systèmes à haut degré de mixité correspondent à des fermes en agriculture biologique qui associent cultures et prairies, et comportent soit différentes productions animales comme à Lindhof en Allemagne (porcs, volailles, bovin viande), soit un seul atelier bovin afin d'assurer l'autonomie alimentaire sur la ferme comme en France (Mirecourt en lait, Thorigné en viande). Les systèmes bovins laitiers conventionnels avec prairies et culture fourragère en rotation obtiennent une note moyenne intermédiaire de 22.

Dans un même contexte pédoclimatique et socio-économique, la mise en œuvre d'innovations a augmenté de 11% la note CADIS globale en moyenne (tab 1 colonnes 3 et 4). Cette augmentation du degré de mixité provient à la fois d'une plus forte diversité et d'interactions accrues entre ateliers de productions animales et végétales.

## 2. PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE DES FERMES MIXTES

### 2.1. DEFINIR LA PERFORMANCE

La performance des fermes recherchée ici est, dans l'idéal, définie comme un niveau élevé de production, afin de limiter la mobilisation de surfaces agricoles, tout en générant un minimum de dommages environnementaux. Cela correspond à des impacts environnementaux bas à la fois par unité de surface agricole et par unité de produit vendu par l'exploitation. Cependant, la multiplicité des biens fournis à la société par les fermes mixtes et les interactions entre ateliers (recyclage, co-bénéfices) rend délicat une présentation des résultats environnementaux par unité de produit (allocations complexes et souvent discutables). A titre d'exemple, sur les fermes étudiées, les biens produits concernent les fonctions

nourricières en calorie et protéines (produits carnés, laitiers, œufs, céréales, oléo-protéagineux, tubercules et légumes vendus), énergétiques (biogaz, solaire photovoltaïque, biomasse calorifique miscanthus fournis) et les services écosystémiques associés (maintien de la matière organique des sols, intrants azotés, phytopharmaceutique, et prélèvements d'eau d'irrigation réduits à nuls). En conséquence, les niveaux d'émission globaux (flux NPC) sont ici ramenés de façon commune à l'hectare de surface agricole. Les calories produites par la biomasse valorisée sur la SAU sont également indiquées, cet élément productif étant commun à toutes les productions (cultures de vente ou aliments produits pour nourrir les animaux) mais ne permet toutefois pas d'intégrer les autres fonctions productives (énergie renouvelable, engrais organique exporté).

### 2.2. EVOLUTION DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX

Le classement des fermes par degré de mixité croissant (score CADIS inférieur et supérieur à la moyenne de l'échantillon, colonnes 1 et 2 tab 2), tout comme l'analyse des transformations de chaque site (fermes avant et après mise en place d'innovations, colonnes 3 et 4 du tableau) amènent à conclure que les systèmes à mixité élevée présentent en moyenne de moindres risques environnementaux par hectare de SAU.

En effet, les risques d'eutrophisation *in situ* sont limités de par la forte réduction des pertes d'azote nitrique par hectare (-67% colonnes 1 versus 2 tab.2, -28% de N-NO<sub>3</sub> colonnes 3 versus 4 tab.2) et des excédents de phosphore sur la SAU plus faibles (-100%, -3%). Une attention doit cependant être portée au maintien des couverts en période hivernale dans les systèmes mixtes pour limiter le ruissellement. En effet, la part de prairie permanente des fermes mixtes innovantes est fortement réduite par rapport à la situation initiale, et dans une moindre mesure la surface totale affectée aux prairies (+16% de prairies dans la SAU pour les fermes à score cadis supérieur à la moyenne colonne 2 tab .2, mais -9% lors des évolutions vers des systèmes innovants colonne 4 tab.2).

Les risques d'acidification du milieu ne semblent pas dégradés: maintien à réduction des émissions de N-NH<sub>3</sub> (-67%, -1%) et moindre consommation en énergie directe, source de NO (-18%, -21%).

Tableau 2 : Productivité, utilisation d'intrants et flux NPC des fermes innovantes Cantogther

	Fermes triées selon note CADIS		Evolution des fermes*		
	inf moy.	à sup à moy.	Moy. Base	Moy. Innov.	
<b>Note globale de mixité CADIS</b>	18,2	25,6	20,1	22,4	
<b>Productivité SAU</b>	SAU	94	111	102	99
	t MS/ha	9,3	7,3	8,7	8,4
	Energie brute produite 10 <sup>6</sup> kcal/ha	39,8	34,5	39	37,6
	N minéral/TMS valorisée	11,1	2,4	9,2	5,7
	Energie directe consommée GJ/ha SAU	21	17,2	21,3	16,8
<b>Productivité animale</b>	Lait vendu l/ha	10324	6020	9490	8144
	Viande produite kg VV/ha	1810	239	1104	1138
	Concentrés achetés/produits animaux (kgN/kgN)	1,65	0,8	1,36	1,23
<b>Bilan apparent (kg N/ha SAU/an)</b>	Entrées d'azote	385	112	290	248
	<i>Dont engrais minéraux azotés</i>	99	19	73	58
	<i>Dont achats d'aliments concentrés</i>	191	41	135	120
	Sorties d'azote	184	46	138	113
	Excédent azoté	193	67	151	128
<b>Risque Phosphore (/ha SAU)</b>	Entrées de Phosphore kg P/ha	45	9	33	27
	% Prairies perm. dans SAU	38%	30%	40%	28%
	<b>Excédent de phosphore kg P/ha</b>	11	-1	5,8	5,6
<b>Emissions kg/HA</b>	N-NO <sub>3</sub>	90	29	74	54
	N-N <sub>2</sub> O	6	3	5	5
	N-NH <sub>3</sub>	112	37	81	80
	Kg CH <sub>4</sub>	347	204	313	269

En amont de la ferme, les impacts d'eutrophisation et d'acidification sont également moindres du fait d'une plus faible dépendance aux intrants azotés et phosphatés (tab 2, N fertilisants, N concentrés, et total des entrées NP fortement réduits). De fait, l'énergie indirecte, utilisée pour produire et acheminer ces intrants vers les fermes, est également économisée.

L'impact sur le réchauffement climatique par unité de surface agricole des fermes mixtes est également moindre puisque, aux réductions précédemment citées, s'ajoutent une baisse de méthane émis (-41%, -14%) et de N<sub>2</sub>O (-48%, -11%). Cependant la moindre représentation de la prairie permanente dans les systèmes plus mixtes réduit le potentiel de stockage de carbone dans les sols en compensation des émissions brutes de gaz à effet de serre.

Globalement, les niveaux d'émissions ramenés à l'énergie brute produite sur la SAU sont également en baisse, soit de -3 à -21% en moyennes selon les impacts, entre les situations de base et les situations post innovation.

Cependant, il est important de souligner qu'en moyenne, la productivité des surfaces des systèmes mixtes se trouve affectée, tant sur le plan des matières sèches produites et valorisées chaque année (-22%, -4% tMS/ha SAU, -13%, -3,6% calories produites), que des produits animaux (moins de lait et viande vendus tab 2). Cet aspect peut être contrebalancé au niveau territorial du fait des moindres volumes d'intrants mobilisés. Ainsi, sur les 8 fermes innovantes, où l'augmentation du score de mixité est de 11%, les productivités sur l'exploitation sont peu affectées sauf pour le lait (-14%) mais les productions animales libèrent des surfaces à l'extérieur de la ferme (-19% de protéines importées via les concentrés achetés). Une approche complète de type analyse de cycle de vie avec des impacts par unité de produit complètera, sur certaines fermes, cette première vision globale (Gaillard et Baumgartner, 2015).

### 3. DISCUSSION

Au vu de l'augmentation de la population mondiale et des besoins (Even et Laisney, 2011), de l'érosion des surfaces agricoles, du besoin d'augmentation de stockage du carbone des surfaces en forêts (Riedacker, 2009), il est probable qu'à l'avenir, le maintien ou l'accroissement de la productivité des surfaces agricoles soit nécessaire, mais d'autres leviers seront également actionnés comme la réduction des gaspillages alimentaires (un tiers des aliments produits dans le monde Gustavsson *et al.* (2011)). La suffisance alimentaire mondiale pose également des questions de gouvernance (souveraineté, sécurité des pays, politiques sociales). Les baisses de productivité obtenues lors de la mise en place de nouvelles techniques dans les fermes visant à accroître leur degré de mixité s'avèrent relativement modestes au regard des importants bénéfices environnementaux dégagés. Mais surtout, elles augmentent l'efficacité du rapport intrants/production ce qui est un gage de durabilité des exploitations agricoles dans une optique de raréfaction des ressources minières et énergétiques. En effet, les fermes mixtes innovantes du projet Cantogether montrent en moyenne de très bonnes performances, tant sur la baisse d'azote minéral acheté par tonne de matière sèche valorisée (-38% post innovation), que sur l'énergie non renouvelable directement utilisée sur la ferme par calorie produite dans la biomasse végétale (-10% post innovation). Globalement sur l'exploitation, l'efficacité de l'azote est améliorée avec une réduction de 7% de l'azote entré via les achats de fertilisants et aliments concentrés par kilo d'azote sorti de l'exploitation post innovation.

Cependant, si en tendance l'augmentation du degré de mixité des fermes semble bénéfique à l'efficacité environnementale, il convient de rester vigilant aux situations particulières. Une connaissance fine des situations reste utile pour distinguer les bénéfices liés à la mixité des effets liés à l'extensification ou,

plus simplement, au meilleur pilotage technique de la ferme face aux aléas. En effet, on note que pour un score de mixité CADIS donné, différents niveaux d'émissions et de production ont pu être constatés. Ainsi un pilotage de la ferme recherchant les économies d'intrants reste un élément de tout premier ordre et les opportunités liées à la mixité du système de production permettent de pousser un peu plus loin l'efficacité environnementale.

### CONCLUSION

Ce travail exploratoire sur des fermes européennes aux profils variés a permis de mettre au point une méthode de notation du degré de mixité du système agricole (CADIS). Cette méthode se veut simple à mettre en œuvre tout en couvrant un large spectre de situations (diversité fonctionnelle, interactions entre productions, services rendus) et d'interprétation aisée (cumul de points sans pondération). Elle apporte une vision globale de la ferme qui est primordiale pour traiter des bénéfices attendus par ces systèmes plus complexes parce que diversifiés. Il a ainsi été possible de vérifier l'hypothèse selon laquelle davantage de mixité des systèmes agricoles permet d'accroître en moyenne la durabilité environnementale concernant les aspects NPC. D'autres éléments portant sur la biodiversité, l'écotoxicité et les ressources en eau compléteront prochainement ces résultats (Gaillard et Baumgartner, 2015), ainsi que des impacts NPC par unité produite. Les aspects socio-économiques peuvent par contre être un frein au développement de ces systèmes mixtes (Nicholas *et al.*, 2012).

Enfin si ce travail a posé le fondement d'une méthode partagée par différents partenaires européens dans le cadre du projet Cantogether, il serait nécessaire de poursuivre l'investigation sur un échantillon plus large de fermes afin d'élargir son champ d'application et vérifier sa robustesse dans d'autres situations agricoles pour en établir son domaine de validité.

*Ces travaux ont reçus le soutien financier de l'UE (FP7 program). Nous remercions les éleveurs pour les informations fournies et les responsables de cas d'étude non mentionnés comme auteur (ci-après). Tous ont contribué à ces résultats.* Verloop K., Ruane E., Loges R., Moake S., Fougère M., Salaün M., Mantovi P., Coutard JP., Jarret G.

**Chambaut H., Verloop K., Fiorelli J.L., Ruane E., Loges R., Moake S., Foray S., Espagnol S., Salaü M., Mantovi P., 2014.** Characteristics of experimental and commercial systems, deliverable D25 Cantogether. 75 pages.

**Chatellier V., Delame N., 2007.** In INSEE/Statistique Publique, L'Agriculture, nouveaux défis, (INSEE Références). Paris, 307 pages.79-93.

**Even M.A., Laisney C., 2011.** La demande alimentaire en 2050 : chiffres, incertitudes et marges de manœuvre. Analyse n°27, MAAF. 4p.

**Gustavsson J., Cederberg C., Sonesson U., Van Otterdijk R., Meybeck A., 2011.** FAO, Global food losses and food waste.30p.

**Gaillard G., Baumgartner D., 2015.** Cantogether final conference, Communication orale à Dublin, 26 novembre 2015.

**Moraine M., Duru M., Nicholas P., Leterme P., Therond O. 2014.** Animal, 1204-1217.

**Nicholas P., Moraine M., Cederberg C., Siebielec G., Syp A., Barrantes O., Olaizola A., 2012,** Cantogether Deliverable D1.2. 82p

**Riedacker A., 2009.** In Liaisons énergie-francophonie n°84 Forêt, Energie, Climat, 100 p.82-87.

**Verloop K., Chambaut H., Vertès F., Humphries J., Burchill W., Loges R., Mantovi P., Oenema J. 2013.** Harmonized protocol data to be measured and collected, Cantogether deliverable D2.1. 28p.