

Alimentation multiphase à taux protéique réduit pour les porcs en engraissement : effet sur les performances zootechniques et les émissions d'ammoniac et de gaz à effet de serre

Solène Lagadec, Constance Drique, Pierre Le Devehat, Sarah Gallien - Chambre d'agriculture de Bretagne. Janvier 2021
Aude Simongiovanni, Maréva Bourgeois – METEX NOOVISTAGO
Mélynda Hassouna – INRAE

L'alimentation « multiphase » consiste à ajuster les apports de nutriments en fonction des besoins des animaux au cours de leur croissance. Elle a été testée à bas taux protéique (14,5 % de matières azotées totales (MAT) en croissance et 12,6 % de MAT en finition) en comparaison à une alimentation biphase avec des aliments plus riches en protéines (15,7 % de MAT en croissance et 13,9 % de MAT en finition) sur deux bandes à la station expérimentale de Crécom. Elle n'a pas eu d'impact sur les performances zootechniques (IC et GMQ) tout en réduisant les quantités de MAT consommées. De plus, si elle n'a pas d'effet sur les émissions de gaz à effet de serre, l'alimentation multiphase à bas taux protéique a permis de réduire la quantité de déjections produites jusqu'à 9 %, les rejets azotés jusqu'à 21 % et les émissions d'ammoniac jusqu'à 37 %.

Introduction

La réglementation environnementale impose aux éleveurs de porcs de mettre en des techniques pour réduire les émissions d'ammoniac de leurs bâtiments d'élevage (BREF IRPP, 2017). L'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'azote par le porc permet d'une part de réduire les rejets azotés (et par conséquent de limiter les émissions gazeuses azotées directes : ammoniac, protoxyde d'azote) et d'autre part, de diminuer le coût de l'aliment en évitant le gaspillage de protéines (Dourmad *et al.*, 1993). Pour y parvenir, l'enjeu est de réduire l'apport de protéines selon les besoins des animaux au cours de leur croissance tout en ajustant l'équilibre en acides aminés de la ration (Dourmad *et al.*, 2009).

L'alimentation dite « multiphase » a pour but de s'approcher plus précisément des besoins nutritionnels des animaux tout au long de leur croissance. Elle consiste à remplacer progressivement un aliment riche en protéines par un aliment pauvre en protéines sur la période d'élevage.

En 2016, Lagadec *et al.* ont testé l'alimentation multiphase à bas taux protéique et les résultats étaient concluants avec une réduction jusqu'à 40% des émissions d'ammoniac sans impacter les performances zootechniques. Ainsi, l'objectif de cette étude est d'aller plus loin sur la réduction des quantités de MAT de l'alimentation multiphase et de mesurer les rejets azotés et l'incidence sur les émissions gazeuses tout en s'assurant du maintien des performances zootechniques.



Salle expérimentale de Crécom dans laquelle les animaux sont alimentés en multiphase

Plan d'expérimentation

Description des salles

L'expérimentation a eu lieu à la station expérimentale de Crécom (Chambres d'agriculture de Bretagne) dans deux salles d'engraissement identiques de 72 places. Elles contiennent chacune 12 cases de six porcs (1,1 m²/porc) et chaque case dispose d'un abreuvoir et d'une auge collective (alimentation à sec). Les porcs sont engraisés sur caillebotis intégral, avec stockage du lisier en préfosse pendant toute la durée de l'engraissement. Les salles sont ventilées mécaniquement (dépression) avec une entrée d'air par plafond diffuseur et une extraction basse.

Plan d'alimentation

Deux bandes de 144 porcs (Piétrain x (Large White x Landrace)) ont été suivies ont été répartis entre les deux régimes (72 porcs dans la salle « biphase » et 72 porcs dans la salle « Multiphase »), selon le poids vif (PV) et sexe, à la mise à l'engrais (60 jours d'âge). Les animaux de la salle « biphase » ont reçu un aliment croissance (15,7 % de MAT) jusqu'au 45^{ème} jour d'engraissement (65 kg de PV) puis un aliment finition (13,9 % de MAT) jusqu'à l'abattage. Les porcs de la salle « multiphase » ont reçu jusqu'au 45^{ème} jour d'engraissement (65 kg de PV) un régime à faible

concentration en MAT constitué d'un mélange de deux aliments (croissance à 14,5 % de MAT et finition à 12,6 % de MAT) dont les proportions ont été ajustées progressivement aux besoins des animaux (Tableau 1)

	Aliment Croissance	Aliment Finition
J 0	100 %	0 %
J 15	86 %	14 %
J 20	72 %	28 %
J 25	58 %	42 %
J 30	44 %	56 %
J 35	30 %	70 %
J 40	15 %	85 %
J 45	0 %	100 %

Tableau 1 : Plan d'alimentation du régime multiphase

Les aliments croissance et finition des deux régimes ont respectivement une teneur en lysine totale de 8,5 g et 7,5 g par kg d'aliment. Tous les aliments sont iso-énergétiques (9,5 MJ d'énergie nette (EN)/kg) et équilibrés en respectant le concept de la protéine idéale selon les recommandations de Metex Noovistago (Tableau 2).

	Biphase		Multiphase	
	C*	F**	C*	F**
MAT, g/kg	15,7	13,9	14,5	12,6
EN, MJ	9,50			
Lysine Digestible, g/kg	8,5	7,5	8,5	7,5
Ratios acides aminés/Lysine Digestible (%)				
Thréonine	67,0	68,0	67,0	68,0
Méthionine	27,3	27,1	30,0	30,2
Méthionine + Cystine	60,0	60,0	60,0	60,0
Tryptophane	20,0	20,0	20,0	20,0
Valine	67,6	68,8	67,0	67,0
Isoleucine	55,0	55,0	55,0	55,0
Leucine	106,1	108,4	100,0	100,0
Phénylalanine	68,0	70,3	60,1	61,9
Phénylalanine + Tyrosine	108,7	102,1	106,6	106,4

*Croissance, ** Finition

Tableau 2 : Caractéristique des aliments « biphase » et « multiphase »

• Mesures effectuées et traitement statistique

○ Analyse des aliments

Une seule fabrication a lieu pour chaque aliment. Afin de s'assurer de la fiabilité des fabrications d'aliments, tous les aliments sont livrés au moins 30 jours avant leur distribution afin d'effectuer sur chacun d'eux :

- un aminogramme (lysine, thréonine, méthionine, cystine, tryptophane, valine, isoleucine, leucine,

histidine, phénylalanine, + tyrosine, arginine) réalisé au laboratoire de de Metex Noovistago

- une analyse classique (Matières Azotées Totales, Calcium, Phosphore, Cellulose Brute et Matière Grasse) réalisée au Labocéa de Ploufragan (22).

○ Suivi des performances zootechniques

Chaque porc est pesé à jeun à la mise à l'engrais, après 42 et 84 jours d'engraissement et lors de son départ à l'abattage (113 kg de PV minimum). Les traitements individuels ou collectifs sont enregistrés, ainsi que les mortalités (identification, date, poids, cause). Les consommations d'eau sont mesurées à l'aide de compteurs d'eau. Les consommations d'aliments journalières et les refus ont été mesurés case par case, permettant de calculer les indices de consommation (IC) et les consommations moyenne journalière (CMJ) par case. L'identification de chaque porc permet de mesurer le gain moyen quotidien (GMQ) individuellement. Les caractéristiques des carcasses sont relevées individuellement.

○ Suivi de la quantité et de la composition des effluents produits

Dans chaque salle, le volume de lisier produit a été mesuré et échantillonné en fin de bande. Le volume d'effluents est déterminé par comptabilisation du nombre de cuves de 1 m³ remplies réceptionnant la totalité du lisier présent dans les salles avant qu'il soit dirigé vers la fosse extérieure. Après remplissage de chaque cuve graduée de 1 m³, le lisier est homogénéisé par brassage. Un échantillon de 2 L est prélevé et versé dans un bac de 75 L. Cette étape est réalisée pour chaque cuve pleine. Pour réaliser l'échantillon final, le lisier contenu dans le bac de 75 L est mélangé et 2 L de ce mélange sont prélevés. Les échantillons finaux sont envoyés au laboratoire Labocéa (22, Ploufragan) pour analyser les teneurs en azote total, azote ammoniacal, carbone total, carbone organique, phosphore et matière sèche.



Système mis en place pour prélever et volumer le lisier des salles expérimentales de la station de Crecom

○ Calcul des bilans de masse sur le phosphore, l'azote et de carbone

Les quantités (en kg/porc) de phosphore (P), azote (N) et carbone (C) ingérés, retenus, excrétés et contenus dans les effluents et volatilisé sont calculées pour chaque bande. Pour chaque élément, la quantité ingérée est égale à la somme de quantité retenue par les animaux et la quantité excrétée, elle-même égale à la somme de la quantité contenue dans le lisier et la quantité volatilisé.

Pour l'élément phosphore, élément non volatil, la différence entre la quantité ingérée et la quantité retenue + excrétée doit être proche de zéro. Si la différence est supérieure à 10%, le calcul du bilan de masse ne peut être validé.

○ Mesure de la qualité de l'air et des émissions gazeuses

Les concentrations gazeuses en ammoniac (NH₃), protoxyde d'azote (N₂O), méthane (CH₄), dioxyde de carbone (CO₂) et eau (H₂O) ont été mesurées dans l'air ambiant de chacune des salles (pour l'analyse de la qualité de l'air), dans l'air extrait des salles (pour l'analyse des émissions gazeuses) et à l'extérieur du bâtiment (air entrant) toutes les 12 minutes, à l'aide d'un analyseur de gaz photo-acoustique à infrarouge INNOVA 1412.

Les émissions de chaque gaz sont calculées à partir des gradients de concentrations de gaz (en mg/m³) et des débits d'air dans les salles (m³/h/porc). Les gradients de concentrations correspondent à la différence entre les concentrations mesurées dans l'air extrait de la salle (gaine d'extraction) et dans l'air extérieur. Le débit de ventilation est estimé à partir du bilan CO₂ en considérant que la ventilation explique la relation entre la production et le gradient de CO₂ : le taux de ventilation est calculé comme étant le rapport du gradient de CO₂ divisé par la production de CO₂ sortant de la ventilation (Hassouna et Eglin, 2015). Pour chaque bande, les émissions cumulées obtenues correspondent aux émissions totales émises durant toute la période de mesure. Ce cumul permet de déterminer les émissions moyennes de chaque gaz par porc et par jour d'engraissement (en g/porc/jour) et de faciliter la comparaison avec les données existantes.



Analyseur de gaz photo-acoustique à infrarouge INNOVA

○ Analyse des résultats

Les données zootechniques sont analysées statistiquement avec le logiciel R (Ri86 3.1.2). Les données de croissance et de consommation à la case sont soumises à une analyse de la covariance avec pour effets fixes le régime, la bande et leurs interactions, et le poids initial et le sexe-ratio en covariables. Les caractéristiques individuelles de carcasse ont été soumises à une analyse de la variance avec pour effets fixes le régime, la bande, le sexe et leurs interactions. Lorsque les variances ne sont pas homogènes, un test non-paramétrique de Kruskal-Wallis est réalisé.

Une comparaison numérique a été réalisée entre les concentrations gazeuses dans l'air ambiant et les émissions gazeuses mesurées dans la salle « biphasé » et celles mesurées dans la salle « multiphasé ». Cela permet d'analyser l'effet de l'alimentation « multiphasé » sur la qualité de l'air et les émissions en ammoniac, méthane et protoxyde d'azote. La comparaison entre les deux salles a également été réalisée sur la consommation d'eau et la production de lisier.

Résultats de l'étude

● Effet sur les performances zootechniques

○ Croissance des animaux

Les résultats sont présentés pour les deux bandes confondues dans le tableau 3. On observe un impact significatif du régime alimentaire sur le poids des porcs à 42 et à 84 jours d'engraissement, avec des porcs plus légers avec le régime « multiphasé ». Ces différences peuvent s'expliquer par le fait que les changements de phases alimentaires ont été réalisés successivement entre le 1^{er} et le 45^{ème} jour d'engraissement. Ainsi, lors des changements de phases, les porcs les plus légers des cases ont pu être carencés en acides aminés. Néanmoins, on n'observe plus de différence significative sur le poids au départ à l'abattoir et sur le GMQ de l'atelier engraissement entre les deux régimes alimentaires, pour une même durée d'engraissement. L'alimentation à bas taux protéique a été complétée efficacement en acides aminés de façon à couvrir les besoins des porcs et permettre une croissance compensatrice pour certains. On observe un effet de la bande sur le poids de départ à l'abattoir, sur le GMQ de l'atelier engraissement et sur la durée d'engraissement. Cela peut s'expliquer par le fait qu'il y ait eu un seul départ à l'abattoir pour l'ensemble de la bande 2, d'où une durée d'engraissement moyenne plus faible pour la bande 2 (100 vs 109 jours), expliquant les différences inter-bandes pour le poids de départ à l'abattoir (118,8 ± 6,4 kg pour la bande 1 contre 109,4 ± 8,1 kg pour la bande 2) et pour le GMQ de l'atelier engraissement (864 ± 73 g/j pour la bande 1 et 821 ± 72 g/j pour la bande 2).

○ Caractéristiques des carcasses

On observe une légère baisse du TMP pour les porcs ayant eu le régime multiphase, mais sans impact sur la plus-value. L'effet bande observable sur la plus-value peut également être lié au fait qu'il n'y a eu qu'un seul départ à l'abattoir pour la bande 2, donc des porcs plus

légers au départ pour l'abattoir et une plus-value plus faible (14,9 ± 3,5 centimes d'euros pour la bande 1 contre 12,4 ± 6,1 centimes d'euros pour la bande 2) bande (tableau 3).

	Biphase	Multiphase	ETR ¹	p ²		
				Régime	Bande	Régime x bande
Poids entrée engraissement (kg)	26,0	26,1	3,0	NS	**	NS
Poids à 42 jours (kg)	57,9	56,3	31,3	***	***	NS
Poids à 84 jours (kg)	96,5	95,1	1,7	**	**	NS
Poids départ abattoir (kg)	114,6	113,7	2,4	NS	***	NS
GMQ engraissement (g/j)	848	838	16	NS	***	*
Durée engraissement (j)	104,4	104,6	2,0	NS	***	NS
TMP (%)	61,6	61,1	1,9	*	NS	NS
Plus-value (centimes €/kg)	13,9	13,5	4,8	NS	**	NS
Indice de consommation	2,58	2,60	0,07	NS	*	NS
MAT consommée (kg/porc)	34,6	30,6	1,0	***	***	NS
Coût alimentaire (€)	310,8	311,3	14,4	NS	***	NS
Coût du kilo de croît (€/kg)	0,596	0,599	0,02	NS	***	NS

¹ écart-type résiduel ; ² ANOVA avec la bande, le régime, le sexe, le poids d'entrée en engraissement et leurs interactions comme effets fixes ; seules les P-values des effets régime, bande et régime x bande sont présentées ; *** : p < 0,001 ; ** : p < 0,01 ; * : p < 0,05 ; t : p < 0,1 ; NS : non significatif

Tableau 3 : Performances zootechniques, caractéristiques des carcasses et consommations alimentaires des deux bandes sur la période d'engraissement avec des régimes « Biphase » ou « Multiphase »..

○ Consommation alimentaire

Aucune différence d'indice de consommation et de coût de kilo de croît en fonction du régime alimentaire suivi n'est observable lorsque l'on considère les deux bandes (tableau 3). L'efficacité protéique du régime multiphase est améliorée grâce à une moindre consommation de protéines tout en maintenant le même niveau de production que le régime biphase.

● Effet sur les performances environnementales

○ Consommation d'eau

Avec un régime multiphase, les porcs ont consommé moins d'eau qu'avec un régime biphase (-3% et -7% respectivement pour les bandes 1 et 2) (tableau 4). Cela équivaut à une réduction de la consommation sur l'ensemble de la bande de 1376 L (bande 1) et de 3448 L (bande 2).

Plus la quantité de MAT est faible, moins la consommation d'eau est élevée, liée à une réduction du potassium dans l'aliment. Entre les deux régimes, la différence de quantité de MAT est plus élevée pour la bande 2 que pour la bande 1 (-23 kg vs -18 kg), ce qui explique une différence de consommation d'eau plus importante pour la bande 2 (-7 % vs -3 %). Enfin, en moyenne, les porcs alimentés en « multiphase » ont bu 6,3 L/porc/jour. Ce résultat est inférieur à la valeur

de référence de 7 ± 1,7 L/porc/jour (Massabie *et al.*, 2013).

○ Quantité de déjections produites

La quantité de lisier produit est plus faible avec une alimentation multiphase qu'avec une alimentation biphase (tableau 4), liée notamment à une réduction de consommation d'eau. Sur l'ensemble de la bande, cela correspond à une réduction de 2444 L de lisier produit pour la bande 1 et de 950 L pour la bande 2. On note également une plus faible production de lisier pour la bande 2 par rapport à la bande 1 lié à un temps de présence moyen des animaux plus court (100 jours vs 109 jours). En moyenne, la production de lisier avec une alimentation biphase et multiphase s'élève respectivement à 3,79 ± 0,08 L/porc/jour et à 3,54 ± 0,19 L/porc/jour. Ces résultats sont inférieurs à la référence (Levasseur, 2005) de 4,1 L/porc/jour.

○ Emissions d'ammoniac et de gaz à effet de serre

Le calcul des émissions gazeuses montrent que l'alimentation multiphase a un effet sur les émissions d'ammoniac (NH₃) avec une réduction de 15% (bande 1) et de 37% (bande 2). Pour les deux régimes, les facteurs d'émission mesurés sont en accord avec ceux de la bibliographie. En effet, d'après Philippe (2014), les émissions d'ammoniac varient de 4 à 14 g/jour/porc en engraissement de porcs tous systèmes de gestion des effluents et tous modes d'alimentation confondus.

Concernant les émissions de gaz à effet de serre (CH₄ et N₂O), aucun effet du régime n'a été observé.

avec une alimentation multiphase à bas taux protéique avait été mesurée et aucun effet sur les émissions de gaz à effet de serre.

Cela confirme les résultats obtenus lors de l'étude de Lagadec *et al.* (2016) puisqu'une réduction de 40% (bande 1) et 21% (bande 2) des émissions d'ammoniac

		Biphase	Multiphase	Différence Multiphase vs Biphase
Eau bue (L/porc/jour)	Bande 1	6.52	6.35	-3%
	Bande 2	6.83	6.33	-7%
Lisier produit (L/porc/jour)	Bande 1	3.73	3.40	-9%
	Bande 2	3.85	3.67	-5%
Emission NH ₃ (g/h/porc)	Bande 1	7.8 ± 2.6	6.6 ± 2	-15%
	Bande 2	8.3 ± 3.2	5.2 ± 2.6	-37%
Emission N ₂ O (g/h/porc)	Bande 1	0.8 ± 0.4	0.8 ± 0.4	0
	Bande 2	0.7 ± 0.4	0.8 ± 0.4	+1%
Emission CH ₄ (g/h/porc)	Bande 1	13.9 ± 5.1	11.7 ± 4.1	-16%
	Bande 2	12.6 ± 4.7	13.2 ± 4.3	+4%

Tableau 4 – Eau bue, quantité de lisier produit et émissions gazeuses (NH₃ et GES des bandes 1 et 2 sur la période d'engraissement avec un aliment « Biphase » ou « Multiphase »..

○ Bilans de masse sur l'azote

Le bilan de masse sur l'azote confirme que les quantités d'azote ingérées sont inférieures en régime multiphase qu'en régime biphase pour les bandes 1 et 2 (figure 1). On note également qu'elles sont inférieures pour la bande 2 que pour la bande 1 lié à un taux de MAT plus faible en bande 2.

Enfin, une réduction des pertes gazeuses azotées, principalement sous forme d'ammoniac, est observée pour les bandes 1 et 2 avec une alimentation multiphase par rapport à une alimentation biphase. Celle-ci est de l'ordre de 10% pour la bande 1 et de 47% pour la bande 2.

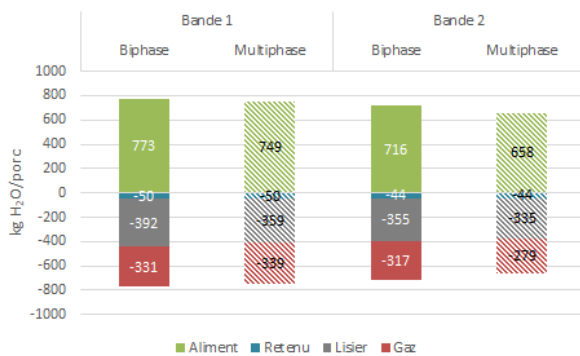


Figure 1 – Bilan de masse sur l'azote

Conclusion

Lorsque l'on considère les deux bandes en même temps, il y a un impact du régime alimentaire seulement sur les performances de croissance en début d'engraissement avec des poids plus faibles pour les porcs nourris avec un régime multiphase. Ces différences ne sont pas observables sur l'ensemble de l'atelier engraissement. Le régime alimentaire n'a pas non plus d'impact sur l'indice de consommation et le coût alimentaire. De plus, le régime multiphase permet de diminuer les quantités de MAT consommées, comme attendu.

L'analyse des performances environnementales montre qu'une alimentation « multiphase » permet de réduire la quantité de déjections produites jusqu'à 9%, les rejets azotés jusqu'à 21% et les émissions d'ammoniac jusqu'à 37%. Par ailleurs, aucun effet du régime n'a été montré sur les émissions de gaz à effet de serre (méthane et protoxyde d'azote).

Finalement, ces résultats démontrent l'intérêt d'ajuster les apports au cours de la vie de l'animal. Ces intérêts sont multiples et s'intègrent dans la volonté commune d'aller vers un élevage plus durable en jouant sur des aspects environnementaux, économiques et sociétaux. L'alimentation multiphase cumulée à une réduction du niveau de protéine des aliments est une première étape vers l'alimentation de précision. En revanche, la mise en œuvre d'une conduite alimentaire multiphase, en soupe comme en sec, nécessite des connaissances

zootechniques, notamment des besoins nutritionnels des porcs, et des précautions pour les distributions précises d'aliment, plus difficiles dans le cas d'une alimentation en soupe (Maupertuis *et al.*, 2020).

SYNTHÈSE - ANGLAIS

The multiphase feeding system consists in adjusting nutrient supplies according to the evolution of animals' requirements over time. The objective of this study was to evaluate the effect of a low crude protein (CP) multiphase feeding strategy on animal performance, slurry composition and gaseous emission. At the experimental station of Crécom (Brittany, France), two batches of 144 fattening pigs were assigned to two rooms of 72 pigs. The animals in the "two-phase" room received a growing diet (15.7% CP) up to 65 kg live weight (LW) and then a finishing diet up to slaughter (13.9.0% CP). The animals in the "multiphase" room received up to 65 kg LW a low CP diet consisting of a blend of two diets (growing diet at 14.5% CP and finishing diet at 13% CP) in proportions that were gradually adjusted to the needs of animals and then they were fed the finishing diet (12.6% CP) until slaughter. No significant difference was observed in any of the two batches on growth performance between the two feeding strategies. With the low CP multiphase feeding strategy, water consumption was reduced by 3% (batch 1) and 7% (batch 2), manure production by 9% (batch 1) and 5% (batch 2). Reductions of ammonia emissions by 15% and 37% were measured respectively for batches 1 and 2. No effect on the reduction of greenhouse gas emissions has been demonstrated. Gains on food costs are very close between the two feeding strategies, these results clearly demonstrate the environmental benefits of the multiphase feeding system..

Références bibliographiques

- BREF IRPP (Best Available Technique Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs), 2017. doi:10.2760/020485.
- Dourmad J.Y., Henry Y., Bourbon D., Quiniou D., Guillou D., 1993. Effect of growth potential and dietary protein input on growth performance, carcass characteristics and nitrogen output in growing-finishing pigs. EEAP Publication, 69, 206-212
- Dourmad J.Y., Rigolot C., Jondreville C., 2009. Influence de la nutrition sur l'excrétion d'azote, de phosphore, de cuivre et de zinc des porcs, et sur les émissions d'ammoniac, de gaz à effet de serre et d'odeurs. In : Les nouveaux enjeux de la nutrition et de l'alimentation du porc. Le Floc'h N., Quesnel H. (Eds). Dossier, INRA Prod. Anim., 22, 41-48.
- Hassouna M., Eglin T., 2015. Mesurer les émissions gazeuses en élevage : gaz à effet de serre, ammoniac et oxydes d'azote. Diffusion INRA-ADEME. 314 pages. ISBN : 2-7380-1374-
- Lagadec S., Roy H., Landrain P., Hassouna M., Lecuelle S., 2016. Effet d'une alimentation multiphase à bas taux protéiques sur les performances animales, la composition des effluents et les émissions gazeuses. 48ème Journées de la Recherche Porcine, 165-170.
- Levasseur P., 2005. Composition des effluents porcins et de leur co-produits de traitement – quantités produites. ITP, 40 pages.
- Massabie P., Aubert C., Ménard J.L., Roy H., Boulestreau-Boulay A.L., Dubois A., Dezat E., Dennery G., Roussel P., Martineau C., Brunschwig P., Thomas J., Quilien J.P., Briand P., Coutant S., Fulbert L., Huneau T., Lowagie S., Magnière J.P., Nicoud M., Piroux D., Boudon A., 2013. Maîtrise des consommations d'eau en élevage : élaboration d'un référentiel, Identification des moyens de réduction, construction d'une démarche de diagnostic. Innovations Agronomiques 30, 87-101
- Maupertuis F., Olivier D., Quiniou N., 2020. Mise en œuvre d'un programme d'alimentation multiphase en soupe pour une moindre utilisation de protéines par les porcs charcutiers. 52ème Journées de la Recherche Porcine, 69-74
- Philippe F.X., 2014. Emissions d'ammoniac et de gaz à effet de serre associées à l'hébergement de porcs charcutiers et de truies gestantes sur caillebotis et sur litière paillée. Thèse pour l'obtention du grade de docteur en sciences vétérinaires. Université de Liège. 306 pages

CONTACTS

Chambres d'Agriculture de Bretagne

Solène LAGADEC, Constance DRIQUE, Pierre Le Devehat, Sarah GALLIEN

AJINOMOTO NUTRITION ANIMALE EUROPE

Aude SIMONGIOVANNI, Maréva BOURGEOIS

INRAE

Mélynda HASSOUNA

PARTENAIRE FINANCIER

