2017. Journées Recherche Porcine, 49, 139-150

# Abreuvement des porcs : état des connaissances et conséquences sur le bien-être des animaux et la gestion des effluents chez des porcs alimentés en soupe

*Yannick RAMONET (1), Julie CHIRON (2), Florence ETORE (2), Agnès FABRE (3), Arlette LAVAL (4), Birte NIELSEN (5), Françoise POL (6,7), Armelle PRUNIER (8), Marie-Christine MEUNIER-SALAÜN (8)*

*(1) Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, avenue du Chalutier Sans Pitié, 22190 Plérin, France*
*(2) ANSES, 14 rue Pierre et Marie Curie, 94704 Maisons-Alfort, France*
*(3) Ecole National Vétérinaire d'Alfort, 7 av Général Leclerc, 94704 Maisons-Alfort , France*
*(4) Ecole Vétérinaire de Nantes, 102 Route de Gachet, 44300 Nantes, France*
*(5) INRA UR1197 NBO, Domaine de Vilvert, 78352 Jouy en Josas, France*
*(6) Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (Anses), B.P. 53, 22440 Ploufragan, France*
*(7) Université Bretagne-Loire, France*
*(8) PEGASE, INRA, AgroCampus Ouest, 35590, Saint-Gilles France*

*marie-christine.salaun@inra.fr*

**Abreuvement des porcs : état des connaissances et conséquences sur le bien-être des animaux et la gestion des effluents chez des porcs alimentés en soupe.**

Dans une première partie, la revue fait le point des connaissances sur les besoins hydriques des porcs et sur les facteurs de variation impliqués dans l'ingestion ou l'utilisation de l'eau. La satisfaction des besoins hydriques dans la pratique de l'alimentation en soupe a été évaluée au regard de la physiologie, du comportement, de la santé et du bien-être des animaux. La seconde partie de la revue traite de l'impact d'un accès permanent à l'eau (par abreuvoir ou distribution d'eau dans l'auge), en particulier sur le volume des lisiers produits. Les travaux de recherche montrent la nécessité d'un accès permanent à de l'eau fraîche au regard de la biologie des animaux. Ils montrent également une variation importante des besoins physiologiques et comportementaux en eau en fonction de caractéristiques individuelles, de l'état de santé des porcs et des facteurs environnementaux. Un abreuvement inadapté aux besoins des animaux, insuffisant ou en excès, est un facteur de risque pour la santé et le bien-être des animaux. Une approche de modélisation sur la relation entre l'eau excrétée et le volume de lisier permet d'identifier des voies de progrès pour assurer un accès permanent à l'eau et faciliter la gestion des effluents. Cette revue s'appuie sur l'expertise réalisée pour un avis de l'Anses, visant à une évaluation des risques relatifs à l'abreuvement des porcs en élevage sur leur bien-être et leur santé.

**Drinking water for liquid-fed pigs: state of the art and consequences for animal welfare and the management of effluents.**

In the first part of this review, the available knowledge on water needs in pigs is analysed together with the factors affecting water intake and use. The satisfaction of water needs when pigs are fed a liquid diet (soup) is assessed taking into account the physiology, behaviour, health and welfare of pigs. The second part of the review deals with the consequences of permanent access to fresh water via drinkers or water distribution in the trough, especially on the volume of manure produced. Studies show the need for permanent access to fresh water taking into account the biology of pigs. They also demonstrate a high variation in the physiological and behavioural needs for water depending on the individual characteristics and health status of the pigs, as well as on environmental factors. Water provision unsuitable for the needs of the animals, either insufficient or in excess, is a hazard for the health and welfare of the pigs. A modelling approach on the relationship between water used by pigs and excreted effluent volume makes it possible to identify ways of ensuring an adequate supply of water while facilitating manure management. This review is based on scientific and technical expertise performed by ANSES (2015) under the requirement of the agriculture ministry for a risk assessment of the watering of growing pigs on their well-being and health.

## INTRODUCTION

L'eau est un nutriment essentiel. En effet, l'eau est un composé essentiel du corps et intervient dans de nombreuses fonctions physiologiques et biochimiques, depuis le maintien de l'équilibre acido-basique jusqu'à la régulation de la température corporelle de l'animal (Thacker, 2000). Une forte variation de la consommation d'eau est associée généralement à des troubles de santé (Seddon, 2011). Une réduction est associée à une diminution des performances de croissance, de reproduction ou d'allaitement (Tillon et Madec 1985) et une augmentation à des besoins accrus de thermorégulation ou à un syndrome de frustration comportementale (Klopfenstein *et al.*, 1996 ; Patience, 2012a).

Sachant que le corps perd de l'eau en permanence, l'animal doit aussi avoir accès en permanence à une source d'eau pour assurer l'équilibre entre les entrées et sorties. C'est d'ailleurs ce que prévoit la réglementation européenne (Directive 2008/120/CE) qui précise que *« tous les porcs âgés de plus de deux semaines doivent avoir un accès permanent à de l'eau fraîche en quantité suffisante »*. Ce point réglementaire garantit également l'absence de soif qui constitue, au même titre que l'absence de faim, une des cinq « libertés » définies par le Farm Animal Welfare Council (1992) pour assurer le bien-être des animaux.

Dans certaines situations d'élevage, les porcs ne disposent cependant pas d'un accès permanent à l'eau : c'est notamment le cas lorsqu'ils reçoivent une alimentation liquide, appelée « soupe ». La soupe est constituée d'un mélange entre les matières premières de l'aliment et de l'eau, selon des taux de dilution variables. Les animaux alimentés avec une soupe ingèrent donc de l'eau au moment du repas, théoriquement en quantité suffisante pour répondre à leurs besoins physiologiques essentiels. Dans la plupart des élevages français utilisant ces modes d'alimentation, aucun dispositif d'abreuvement complémentaire, bol ou pipette, n'est accessible en permanence aux animaux. Pour apporter de l'eau supplémentaire à celle de la soupe, des « repas d'eau » peuvent être mis en place, assurant un apport ponctuel dans les auges, en particulier lors d'épisodes de forte chaleur (Massabie *et al.*, 2014). Cependant, malgré cette pratique, qui n'est d'ailleurs pas systématique dans tous les élevages, l'eau n'est réellement disponible qu'une partie du temps. Les craintes d'une contamination de l'eau résiduelle présente dans l'auge et donc les risques sanitaires afférents expliquent la réticence des éleveurs à systématiser cette pratique des repas d'eau. Par ailleurs ils associent un accès permanent à l'eau à une augmentation du volume des effluents ainsi produits.

La maîtrise par l'éleveur de la consommation d'eau d'abreuvement est essentielle car cette dernière représente à elle seule plus de 90% de la consommation totale d'eau dans un élevage de porcs (Massabie *et al.*, 2014). Cette maîtrise permet de réduire les quantités d'eau utilisées dans l'élevage avec des conséquences positives sur les besoins en capacités de stockage et les coûts d'évacuation des lisiers. Ce point est d'autant plus important qu'il existe une réglementation stricte sur le stockage des effluents (Circulaire DEPSE/DEA n°2001-7047) ; législation ayant indirectement favorisé le développement d'équipements d'abreuvement économes en eau.

La consommation d'eau dans un élevage de porcs est le plus souvent synonyme de la quantité d'eau prélevée, mesurée au niveau d'un compteur d'eau général. Elle inclut donc à la fois l'eau ingérée (bue) et celle non ingérée par les porcs. Cette eau non bue peut correspondre à des pertes totalement indépendantes de l'action des porcs : fuites au niveau des canalisations et des abreuvoirs. On peut alors parler, avec certitude, de gaspillage d'eau ; une partie de l'eau non bue peut aussi correspondre à un écoulement d'eau dû à l'action des porcs sur les abreuvoirs, pour plusieurs raisons développées dans les différentes parties de la synthèse. Les porcs n'ingèrent pas la totalité de cette eau mais elle peut cependant leur être utile pour la thermorégulation ou la satisfaction de besoins liés à la faim ou à l'exploration du milieu. Afin d'être le plus précis possible dans cette synthèse, nous éviterons l'expression « eau consommée » et nous utiliserons les expressions : « eau prélevée » lorsque la mesure ne permet pas de distinguer entre l'eau ingérée et l'eau non ingérée par les porcs (situation la plus fréquente dans les études), et « eau ingérée » lorsque cette mesure a réellement été effectuée.

Différents enjeux sont donc liés à l'utilisation de l'eau d'abreuvement dans les élevages de porcs, celui de la santé et du bien-être des porcs, celui du coût de production et enfin celui de l'environnement (via le stockage et la gestion des effluents). Les études et références sur les consommations spontanées en eau sont essentiellement obtenues avec des animaux alimentés avec un aliment sec et qui ont accès à un dispositif d'abreuvement spécifique. De même, le matériel et les préconisations sur l'installation des abreuvoirs sont adaptés à une alimentation sèche. La synthèse bibliographique s'appuiera donc en grande partie sur des données obtenues avec des animaux alimentés avec un aliment sec.

Afin d'apporter un éclairage sur l'utilisation de l'eau par les porcs et de répondre en particulier à la problématique de l'accès à l'eau pour les porcs alimentés en soupe, le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt a saisi l'Anses en 2015 pour un appui scientifique et technique sur cette question (ANSES 2015-SA-0061). La présente synthèse reprend les éléments de cet avis sur l'état des connaissances et développe le volet environnemental abordé partiellement dans l'avis.

## 1. BESOINS PHYSIOLOGIQUES ET COMPORTEMENT D'ABREUVEMENT DES PORCS ET LEURS FACTEURS DE VARIATION

### 1.1. Besoins physiologiques et comportement d'abreuvement

#### 1.1.1. *Besoins physiologiques*

L'eau est un composé essentiel du corps et de l'alimentation, pour les porcs comme pour les autres mammifères. Son importance peut être résumée par la phrase suivante : « Le corps peut perdre quasiment tous ses lipides et la moitié de ses protéines et continuer à vivre alors qu'une perte de 10 % de sa teneur en eau conduit à la mort » (Maynard *et al.*, 1979 ; Patience, 2012b). Ses rôles sont multiples (Thacker, 2000 ; Tableau 1).

L'eau est d'abord un élément structurel du corps représentant en moyenne entre 50 et 80 % du poids du corps. Sa teneur diminue avec l'âge (et le poids), cette diminution relative se faisant de façon parallèle à celle du rapport entre tissus maigres et tissus gras (Patience, 2012a). L'eau joue un rôle essentiel dans le maintien de la composition des tissus et la réalisation de très nombreuses réactions biochimiques. Elle est aussi un composé essentiel des fluides corporels qui permettent le transport des nutriments, des déchets métaboliques, des

hormones, des cellules immunitaires et des hématies. L'eau est aussi indispensable à la lubrification des articulations et à la protection du cerveau contre les chocs (liquide céphalo-rachidien). Enfin, l'eau joue un rôle très important pour le maintien de la température corporelle, de l'équilibre acido-basique ou de la teneur en minéraux du corps. La teneur en eau de l'organisme est maintenue dans une fourchette de variation très étroite (Mroz *et al.*, 1995) grâce à des mécanismes de régulation très fins qui permettent d'équilibrer les entrées et sorties d'eau de l'organisme, sous l'influence de nombreux facteurs internes ou externes. Chez l'humain, une perte de seulement 1 % des fluides corporels conduit à une réduction de l'appétit et de la capacité de thermorégulation, 4 % à des maux de têtes et des difficultés de concentration (EFSA, 2010). Par ailleurs, le porc peut utiliser l'eau pour diminuer sa température interne en se mouillant lorsqu'il fait chaud, mécanisme de thermorégulation qui ne passe pas dans ce cas par l'ingestion d'eau.

**Tableau 1** – Bilan des « entrées » et « sorties » d'eau exprimées en l/24 heures chez des porcs à différents stades physiologiques maintenant leur homéostasie en situation de températures non extrêmes (d'après Thacker, 2000)

| | Porc en croissance[1] | Truie en gestation[2] | Truie allaitante[3] |
|---|---|---|---|
| **Sorties** | | | |
| Croissance corporelle[4] | 0,70 | 0,17 | |
| Fœtus et enveloppes[2] | | 0,14 | |
| Lait[3] | | | 7,20 |
| Peau | 0,42 | 0,72 | 0,78 |
| Respiration | 0,58 | 1,40 | 1,56 |
| Urine | 5,22 | 9,39 | 9,09 |
| Fécès[5] | 0,96 | 0,74 | 2,60 |
| **Entrées** | | | |
| Eau de boisson | 6,30 | 11,50 | 17,70 |
| Eau contenue dans l'aliment[6] | 0,31 | 0,32 | 0,85 |
| Eau produite par oxydation des nutriments[7] | 1,07 | 0,82 | 2,89 |

*[1]Bilan calculé pour un porc de 60 kg prenant 1 kg/jour et consommant 2,6 kg d'aliment/jour. [2]Bilan calculé pour une truie de 140 kg prenant 50 kg en gestation (27,2 kg de gain maternel et 22,8 kg de gain pour les fœtus et les enveloppes pour une taille de portée de 10 porcelets). [3]Bilan calculé pour une truie de 160 kg perdant 10 kg pendant une lactation de 21 jours avec 10 porcelets prenant en moyenne 225 g/jour. [4]En supposant qu'un kg de gain de poids correspond à 70 % d'eau. [5]En supposant que les fèces contiennent 65 % d'eau. [6]Pour un aliment contenant 12 % d'eau et ayant une digestibilité de 80 %. [7]Pour un aliment contenant 5 % de lipides, 15 % de protéines et 60 % de glucides.*

Un déficit en eau est difficile à identifier, à moins que ce déficit soit extrêmement élevé. De plus, les méthodes classiquement utilisées pour évaluer les besoins en autres nutriments (par exemple le besoin en acides aminés en identifiant sur la courbe dose-réponse la valeur seuil en deçà de laquelle la vitesse de croissance est réduite) ne sont pas satisfaisantes dans le cas de l'eau (Patience, 2012b). Le corps a sans cesse besoin d'eau pour compenser les pertes constantes via l'urine, la respiration, les fèces ou la peau. Des pertes supplémentaires peuvent être aussi rencontrées chez la truie en gestation (fluide amniotique), lors de la mise bas (sang) ou pendant la lactation (lait).

Chez le porc en croissance et le fœtus, l'apport d'eau répond aux besoins pour la croissance des tissus et les fluides corporels. Le porc dispose de mécanismes physiologiques très efficaces pour maintenir sa teneur corporelle en eau, qui se manifestent par des signaux neuroendocriniens générant une sensation de soif et ainsi une motivation à boire (Mroz *et al.*, 1995) et la production d'urine hypertonique (Brooks et Carpenter, 1989 ; Andreoli, 2000). Ce dernier mécanisme est limité par la capacité des reins à concentrer l'urine qui est estimée à 1 osmol/l chez le porc. On peut donc considérer que le besoin physiologique en eau correspond à la quantité minimale d'eau nécessaire pour combler les pertes, quantité minimale atteinte lorsque l'osmolalité de l'urine atteint 1 osmole/l.

#### 1.1.2. *Comportement d'abreuvement*

L'ingestion d'eau par des porcs nourris en alimentation sèche et disposant d'eau à volonté suit un rythme nycthéméral fortement lié à celui de la consommation d'aliment (Yang *et al.*, 1981 ; Bigelow et Houpt, 1988 ; Mroz *et al.*, 1995). Quel que soit le stade physiologique, porc en croissance ou truie gestante, on observe une part importante de la consommation d'eau dans les 10 minutes qui précèdent et celles qui suivent le repas (Bigelow et Houpt, 1988 ; Figure 1). La part relative de l'eau ingérée en dehors des repas est la plus variable et dépasse 10 % de la consommation totale à partir de 40 kg de poids vif.

Le profil nycthéméral du comportement d'abreuvement décrit une ingestion d'eau beaucoup plus faible la nuit que le jour (Bigelow et Houpt, 1988) et qui varie aussi avec la température ambiante. Ainsi le prélèvement de l'eau (ingestion et pertes éventuelles) suit un profil monomodal avec un maximum situé dans l'après-midi lorsqu'il fait relativement frais, ou bimodal avec un premier pic le matin et un second pic, de même amplitude ou plus élevé, l'après-midi, quand il fait plus chaud (Brumm, 2006 ; Vermeer *et al.*, 2009 ; Massabie et Lebas, 2012).

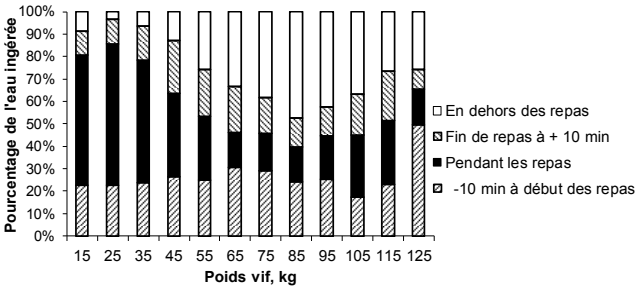


**Figure 1** – Proportions relatives cumulées de la consommation d'eau pendant 24 heures chez des porcs femelles en croissance nourries à volonté sous forme de granulés et logées individuellement avec eau à volonté (d'après Bigelow et Houpt, 1988).

A thermoneutralité avec un apport à volonté d'un aliment sec et d'une source de boisson, un porc en croissance consomme entre 2,1 et 2,7 l d'eau par kg d'aliment ingéré (Li *et al.*, 2005 ; Shaw *et al.*, 2006), ratio qui double dans des situations de stress thermique sévère (Huynh *et al.*, 2005).

### 1.2. Facteurs de variation

#### 1.2.1. *Facteurs de variation des besoins*

De très nombreux facteurs internes ou externes sont susceptibles de modifier le besoin et l'ingestion d'eau, décrits dans le tableau ci-dessous (Tableau 2).

**Tableau 2** – Principaux facteurs susceptibles d'accroître le besoin en eau ou de limiter la satisfaction du besoin en eau[1].

| | |
|---|---|
| Facteurs susceptibles d'augmenter le besoin en eau | |
| Niveau de performance | Croissance des tissus chez le jeune<br>Croissance des tissus après phase d'amaigrissement<br>Croissance des fœtus et enveloppes<br>Production laitière |
| Homéostasie Thermorégulation | Excès de protéines dans l'aliment<br>Excès de minéraux dans l'aliment<br>Température ambiante élevée<br>Etat de santé : diarrhée |
| Détoxication | Présence de produits toxiques dans l'aliment<br>Résidus médicamenteux |
| Autres | Aliment pauvre en eau<br>Augmentation de la quantité ingérée<br>Restriction alimentaire (frustration[2])<br>Stress |
| Facteurs susceptibles de réduire la consommation d'eau et de limiter la satisfaction des besoins | |
| Disponibilité eau | Apport d'eau intermittent<br>Débit d'eau insuffisant<br>Abreuvoirs mal placés<br>Conception des abreuvoirs inadaptée<br>Nombre d'abreuvoirs insuffisant |
| Qualité de l'eau | Teneur élevée en minéraux[3]<br>Goût ou odeur aversive<br>Nombreuses particules en suspension<br>Mauvaise qualité bactériologique |
| Autres | Animaux léthargiques<br>Etat de santé : maladie, fièvre |

*[1]d'après Mount et al., 1971 ; Yang et al., 1981 ; Fraser et Phillips, 1989 ; Terlouw et al, 1991a ; Harvey, 1994 ; Klopfenstein et al., 1996 ; Close et Cole, 2000 ; Madsen et Kristensen, 2005 ; Shaw et al., 2006 ; Torrey et al., 2008 ; Vermeer et al., 2009 ; Patience, 2012a ; Ahmed et al., 2015.*
*[2]ex : Comportement de tétée sur pipette au moment du sevrage (Torrey et al, 2008), potomanie truie gestante.*
*[3]Close et Cole, 2000.*

La température ambiante constitue un facteur de variation majeur du prélèvement d'eau chez le porc. Quelle que soit la température extérieure, l'animal doit évacuer une partie de la chaleur produite par son métabolisme. Ce phénomène est exacerbé en période de forte chaleur. L'évacuation de la chaleur se fait par voie sensible (transfert de chaleur de la peau à l'environnement par conduction, convection ou rayonnement) ou par voie latente/insensible (transfert de chaleur de la peau, des muqueuses par la respiration vers l'environnement par évaporation d'eau). La proportion des pertes par voie latente augmente avec la température ambiante et devient majoritaire quand il fait très chaud (> 30°C ; Bond *et al.*, 1959). Pour des porcs de 60 kg maintenus à 24°C, Renaudeau *et al.* (2013) ont mesuré une évaporation par voie latente de 1,9 l/jour qui s'élève à 3,0 litres/jour lorsque la température ambiante est de 32°C. Chez le porc, les glandes sudoripares n'étant pas fonctionnelles (Ingram, 1967), l'augmentation des pertes latentes peut se faire par l'augmentation du rythme respiratoire ou au niveau de la peau si le porc a la possibilité de se mouiller. Ceci explique pourquoi, lorsqu'il fait très chaud, le porc fait couler de l'eau sur lui ou crée une zone humide contenant de l'eau d'abreuvement et/ou de l'urine et des fèces. En extérieur, il pourra creuser une bauge pour y faire des bains de boue (Bracke, 2011 ; Bracke et Spoolder, 2011). Schiavon et Emmans (2000) ont estimé que la prise d'eau des porcs augmente de 0,1 l/jour pour 1 °C d'augmentation de la température ambiante sur une plage de 6 à 32 °C.

Une forte variabilité interindividuelle a été aussi soulignée dans les niveaux d'ingestion d'eau, associée au type génétique des animaux étudiés (Renaudeau *et al.*, 2013). Par ailleurs, Rousselière *et al.* (2016) ont distingué au sein d'un groupe de porcelets différents types de profils individuels de consommation d'eau. Le porcelet consommateur « standard » consomme une quantité d'eau comprise entre 7 et 11% de son poids vif au cours des 22 jours d'observation. Sa consommation est proche de la moyenne du lot de porcs. Au sein de la même case, cohabitent également un porcelet qualifié de « sur-consommateur » dont la consommation d'eau atteint 12 à 34% du poids vif, et un « consommateur irrégulier » dont la consommation varie fortement d'un jour à l'autre.

#### 1.2.2. *Origine d'une ingestion inadaptée aux besoins et conséquences sur la santé*

Toute l'eau mise à disposition par le dispositif d'abreuvement n'est pas nécessairement utilisée de manière optimale. En effet, différents facteurs contribuent à générer une ingestion en excès ou déficitaire par rapport aux besoins physiologiques des individus. Ceci peut être associé à des facteurs comportementaux, à des dispositifs difficiles d'accès ou de conception inadaptée, à la qualité de l'eau ou à des problèmes de santé.

Parmi les facteurs comportementaux, la compétition pour l'accès à l'eau génère des bagarres qui favorisent une perte d'eau aux abreuvoirs pouvant aller de 25 % à 36 % de l'eau prélevée (Andersen *et al.*, 2014 ; Li *et al.*, 2005). Cette compétition est exacerbée par la synchronisation des comportements d'ingestion, d'alimentation et de boisson, au sein des groupes de porcs (Dybkjær *et al.*, 2006 ; Docking *et al.*, 2008 ; Massabie, 2012 ; Rivest *et al.*, 2015). En situation de compétition, les animaux dominants sont susceptibles de prélever en excès pour garder un accès privilégié à une ressource limitée, tandis que les animaux dominés, écartés de la source ou ne pouvant y accéder, se trouvent en situation de déficit (Turner *et al.*, 1999). La compétition est aussi dépendante du type d'abreuvoir et du débit, avec une compétition accrue quand le débit décroît (Magowan *et al.*, 2007).

Chez les truies gestantes soumises à une restriction alimentaire, un comportement de polydipsie a été rapporté (Klopfenstein *et al.*, 1996). Ceci se traduit par une ingestion excessive d'eau associée à une motivation alimentaire non satisfaite et à un accès insuffisant à des fibres végétales qui diminuent la sensation de faim (Rushen, 1984 ; Meunier-Salaün *et al.*, 2001). La truie compense la faible quantité d'aliment distribuée par un volume d'eau ingéré accru générant une réplétion gastrique et un effet de rassasiement (Yang *et al.*, 1981 ; Mc Hugh et Moran, 1986 ; Close et Cole, 2000).

Une quantité d'eau prélevée en excès peut découler aussi d'un comportement redirigé des porcs en raison de l'appauvrissement de leur environnement. Leur comportement d'exploration est alors réorienté vers les éléments de la case et en particulier vers les abreuvoirs (Magowan *et al.*, 2007). Certains abreuvoirs favorisent plus la manipulation que d'autres, selon leur degré d'attractivité (Magowan *et al.*, 2007). Il a été ainsi observé que les porcs « jouaient » avec les abreuvoirs (Gotkovsky, 1982), c'est-à-dire les manipulaient avec le groin et la bouche, ce qui peut provoquer un écoulement

d'eau non ingérée. Chez les truies, les abreuvoirs peuvent être le support de stéréotypies (Terlouw *et al.*, 1991a) et l'eau écoulée n'est pas nécessairement ingérée par l'animal (Vermeer *et al.*, 2009).

Une ingestion insuffisante peut aussi résulter de l'absence ou du nombre insuffisant des dispositifs d'abreuvement, rendant difficile l'accès à l'eau, ou encore d'une localisation inadaptée à la taille des animaux, d'une conception inadaptée ou d'un débit d'eau insuffisant ou trop rapide (cf. partie 2.). Ainsi, l'incidence du comportement redirigé cité ci-dessus (« jouer » avec un abreuvoir) peut être surestimée, l'écoulement d'eau non consommée pouvant être associé à des difficultés d'utilisation des abreuvoirs qui peut représenter jusqu'à 35 % de l'eau prélevée par des porcs en croissance (Andersen *et al.,* 2014). Une autre cause d'ingestion inadéquate peut être associée aux qualités physico-chimiques (minéraux, pH, nitrates) et microbiologiques (coliformes, streptocoques fécaux, clostridium) de l'eau disponible (Massabie 2001 ; Martineau et Morvan, 2010 ; Anses, 2010). Par exemple, chez des porcelets sevrés âgés de sept semaines, Houben *et al.* (2015) ont montré que des additifs réduisant le pH induisent une augmentation de la consommation d'eau. La présence de fer en quantité excessive peut modifier le goût de l'eau et, en la rendant moins appétente, réduire sa consommation. Le sulfate de sodium et l'excès de magnésium peuvent occasionner de la diarrhée qui va modifier le niveau d'ingestion (Madsen et Kristensen, 2005). L'état de santé, selon la nature et l'intensité des troubles, peut également influencer le niveau d'ingestion, en augmentant ou, au contraire, en réduisant la motivation à boire (Madec, 1985 ; Junge *et al.*, 2012). Ainsi la variation de l'ingestion d'eau peut être considérée comme un indicateur précoce de troubles de la santé (Seddon, 2011). Cependant, les liens entre maladie, besoin en eau et ingestion d'eau sont très complexes. En cas de fièvre et de diarrhée, l'animal devrait boire davantage pour compenser l'augmentation des pertes. Une augmentation de la consommation d'eau chez des porcelets a en effet été observée 24 heures avant qu'un épisode de diarrhée ne se déclare (Madsen et Kristensen, 2005). Cependant, un animal malade consommera moins ou ne consommera ni eau ni aliment s'il est dans un état d'abattement physique (Pijpers *et al.*, 1991), *a fortiori* s'il ne se déplace plus. La fièvre induit généralement une diminution ou une perte d'appétit qui va diminuer en conséquence la motivation à boire (Martineau et Morvan, 2010*).*

L'ingestion inadéquate peut avoir des conséquences sur la santé et les performances des animaux. Une sous-consommation d'eau induit au sevrage de la constipation et une sous-consommation alimentaire. Il en résulte une déshydratation et l'atrophie des villosités intestinales facilitant les infections bactériennes, virales et parasitaires (Lallès *et al.*, 2004). Chez la truie, le déficit en eau engendre aussi de la constipation, facteur de risque du syndrome mammite-métrite-agalactie. Il est aussi un facteur de risque important des infections urinaires, cystites et pyélonéphrites (Madec, 1985). Pendant la période qui entoure la mise bas, une consommation d'eau insuffisante peut limiter l'élimination des endotoxines à l'origine de congestion mammaire voire d'inflammation, avec un impact négatif sur la lactogénèse et la galactopoièse.

Inversement, une consommation d'eau excessive chez la truie induit une dilution de l'urine et une dilatation permanente de la vessie contenant de l'urine résiduelle, facilement colonisée par les bactéries de l'environnement (Martineau et Morvan, 2010). Chez le porc charcutier, un excès de sodium dans l'alimentation ne se traduit que par une diarrhée sans gravité lorsque l'eau est disponible *ad libitum,* mais par des troubles nerveux si l'ingestion d'eau est insuffisante. Cela impacte de façon durable la résistance aux infections des porcelets et réduit leur croissance (Zimmerman *et al.*, 2012). Enfin, des pertes d'eau au niveau des abreuvoirs ou l'augmentation des mictions à cause d'un excès d'abreuvement rendent les sols bétonnés glissants, ce qui favorise les troubles locomoteurs, en particulier chez la truie.

## 2. MATERIEL D'ABREUVEMENT

Le matériel peut être la cause d'un sous- mais aussi d'un sur-prélèvement d'eau en raison d'une mauvaise conception de l'abreuvoir, d'un débit insuffisant ou excessif, d'une hauteur de fixation de l'abreuvoir inadaptée à la taille des animaux, d'un emplacement inadapté dans la loge ou d'un nombre insuffisant d'abreuvoirs.

La plupart des équipements d'abreuvement utilisés pour les porcs se présentent sous la forme de sucettes ou de bols. Le comportement naturel des porcs est de boire l'eau en la lapant. Boire l'eau présente dans le fond d'un bol correspond donc davantage au comportement naturel des porcs que de téter l'eau provenant d'une sucette.

En France, les recommandations portent sur le nombre de porcs par abreuvoir, la hauteur de fixation et le débit d'eau ; elles sont données par l'Ifip (Massabie, 2001 ; Tableau 3) ou préconisées par les équipementiers, avec quelques légères différences.

**Tableau 3** - Recommandations pour l'installation et le réglage des abreuvoirs (d'après Massabie, 2001)

| | Débit (l/min) | Hauteur (cm) | Nombre maxi d'animaux par abreuvoir |
|---|---|---|---|
| Porcelet sevré | | | |
| Bol | 0,5 – 1,0 | 12 | 18 |
| Sucette | 0,5 – 0,8 | 30 | 10 |
| Porc à l'engrais | | | |
| Bol | 0,8 – 1,0 | 20 | 18 |
| Sucette | 0,5 – 0,8 | 50 | 10 |
| Reproducteur en groupe | | | |
| Bol | 3,0 | 30 | 10 |
| Sucette | 1,5 | 70 | 5 |

Dans les élevages, le respect de ces références lors de l'installation du matériel, mais aussi par un contrôle régulier des équipements et de leur fonctionnement mérite une attention particulière car des dérives importantes peuvent être observées. Lors de mesures dans trois élevages équipés d'abreuvoirs, Dubois et Boistault (2011) enregistrent en post-sevrage un débit moyen de 1,9 l/min, pouvant atteindre jusqu'à 4,95 l/min soit une valeur deux à six fois supérieure à la recommandation.

Le sur- ou sous-prélèvement d'eau avec l'utilisation de sucettes dépend de la conformation de la sucette, mais aussi du débit d'eau appliqué. Chez les porcs en croissance-finition et chez les truies, la quantité d'eau prélevée mais non ingérée peut atteindre respectivement 23 à 80 % de l'eau écoulée, en fonction du débit (Phillips *et al.*, 1990 ; Brooks, 1994). Larsson (1997) a estimé à 24-32 % la perte de l'eau selon la conception de la sucette et le débit de distribution, tandis qu'Andersen *et al.* (2014) ont rapporté une perte de 35 % pour des sucettes classiques, ce qui équivaut à une consommation de 1,7 l d'eau/jour/porc. Ces auteurs attribuent cette perte à la difficulté qu'ont les animaux à faire fonctionner les sucettes, mais aussi aux différentes manières qu'ont les porcs de boire à la sucette. Torrey *et al.* (2008) ont constaté que les porcelets sevrés n'ingèraient pas 56 % de l'eau délivrée par des sucettes, contre seulement 19 % avec un abreuvoir de type bol économiseur.

Phillips et Fraser (1991) ont montré que les porcelets trouvent la source d'abreuvement plus rapidement si l'abreuvoir est un bol, plutôt qu'une sucette, et en seulement 14 heures si des bulles d'air sont insufflées dans l'eau. Cette préférence pour les abreuvoirs de type bol se prolonge en phase de croissance et de finition sauf si le bol est souillé avec des aliments (Brooks et Carpenter, 1989). Les abreuvoirs de type bol permettent donc de réduire la quantité d'eau prélevée et non ingérée par l'animal (Magowan *et al.*, 2007). Cependant, s'ils sont mal positionnés dans la loge, ils doivent être soigneusement vérifiés pour éviter qu'ils soient souillés (Patience, 2012b).

La hauteur de fixation des abreuvoirs doit être adaptée à la taille des porcs pour leur assurer un accès facile et minimiser la perte d'eau. La perte d'eau augmente lorsque les sucettes ne sont pas ajustées à la hauteur recommandée (Li *et al.*, 2005). Celles-ci devraient être fixées à la hauteur de l'épaule du porc si elles sont positionnées à 90° par rapport au mur, ou 20 % au-dessus de l'épaule si elles sont montées avec un angle de 45° vers le bas (Patience 2012b). Gonyou (1996) a déterminé la hauteur optimale (Ho) de fixation d'une sucette au-dessus du sol par rapport au poids vif (PV) du plus petit individu dans le groupe, selon la formule : $Ho = 18{,}4 \times PV^{0.33}$ (formule pour une sucette inclinée vers le bas). Pour les bols, la hauteur du bord du bol devrait correspondre à 40 % de la hauteur du plus petit animal de la loge (Gonyou, 1996). Les hauteurs recommandées par l'Ifip et par certains équipementiers pour les sucettes (Massabie, 2001) sont fixes. Ceci ne pose pas de problème particulier pour les truies dont la croissance est achevée. En revanche, ces valeurs correspondent à celles nécessaires pour les porcs les plus légers en début de stade, soit 30 cm en post-servage et 50 cm en engraissement, et peuvent être inadaptées en fin de période. Certains équipementiers recommandent des hauteurs différenciées entre le début et la fin de la période de présence. En pratique, des équipements réglables en hauteur sont disponibles mais ne se rencontrent pas dans les élevages français. Quelques équipementiers proposent des unités avec des sucettes placées à différentes hauteurs de sorte que l'animal dispose d'au moins une sucette à la bonne hauteur. Toutefois, ces équipements restent rares en élevage.

L'utilisation de débits optimaux pour les abreuvoirs permet une consommation adéquate sans perte. Or les débits varient considérablement entre systèmes d'abreuvement et dépendent également de la pression de l'eau (Schulte *et al.*, 1990). Des débits supérieurs aux valeurs recommandées génèrent une perte d'eau accrue, mais également une prise d'eau plus élevée, par rapport à des débits inférieurs (Massabie et Lebas, 2011 ; Li *et al.*, 2005 ; Figure 2).

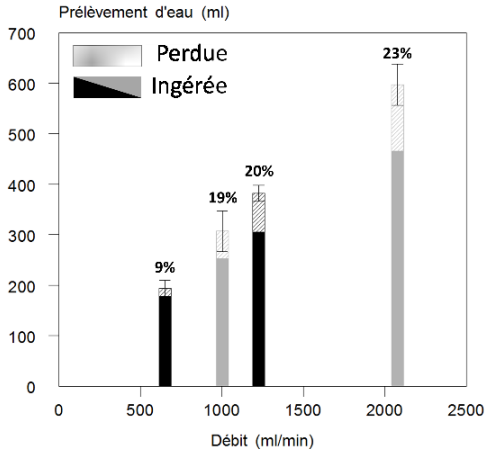


**Figure 2** – Exemple de quantités d'eau (ml) ingérée et perdue (le pourcentage d'eau perdue est indiqué pour chaque débit mesuré) par rapport au débit (ml/min) pour une sucette conventionnelle chez des porcs en croissance (noir) et en finition (gris) (adapté de Li *et al.*, 2005).

## 3. ALIMENTATION LIQUIDE DES PORCS

### 3.1. Etat des lieux des pratiques d'alimentation liquide

Alimenter les porcs avec une soupe est une pratique majoritaire en France pour les porcs charcutiers et les truies gestantes. En 2007, l'alimentation liquide représentait 66% des places de porcs charcutiers en engraissement et près de 60% des places de truie en verraterie et en gestation (Roguet *et al.*, 2007). Dans une enquête réalisée dans 30 élevages de Bretagne en 2016, l'alimentation soupe représentait 81% des places en engraissement (Bertin et Ramonet, 2016). L'alimentation liquide est en revanche moins fréquente pour les porcelets en post-sevrage et les truies en maternité.

La pratique de la fabrication de l'aliment à la ferme et celle du rationnement des porcs expliquent principalement le développement de l'alimentation liquide en France. Celle-ci permet une fabrication facilitée de l'aliment à la ferme à partir de maïs et de céréales produits sur l'exploitation, l'utilisation du maïs humide constituant souvent une première étape. La machine à soupe permet aussi l'introduction dans l'aliment des porcs de coproduits issus de l'industrie agroalimentaire, notamment de coproduits liquides comme le lactosérum. L'alimentation liquide permet enfin le rationnement alimentaire des porcs en fin d'engraissement, dans le but de réduire l'indice de consommation et d'obtenir des carcasses moins grasses et mieux rémunérées.

### 3.2. Pratiques pour la fabrication de la soupe

La fabrication de la soupe consiste à réaliser dans une cuve un mélange entre de l'eau et différentes matières premières de l'aliment. Ce mélange est envoyé par un circuit de canalisations jusqu'aux auges. Le taux de dilution moyen de la soupe, correspondant à la quantité d'eau apportée par kilo d'aliment, se situe entre 2,7 litres d'eau/kg d'aliment pour les porcs charcutiers et 4,4 litres d'eau/kg d'aliment pour les truies gestantes (Roy *et al.*, 2007; Massabie *et al.*, 2014). Compte tenu des plans d'alimentation classiquement utilisés en élevage, en moyenne un porc en fin d'engraissement ingèrera quotidiennement 7 à 8 litres d'eau via la soupe, une truie gestante entre 11 et 14 litres.

Autour de ces moyennes, les taux de dilution peuvent différer selon les élevages. Leur détermination par les éleveurs dépend de facteurs liés aux animaux ou aux conditions d'ambiance, de température notamment, pour anticiper des variations du besoin physiologique. Des aspects mécaniques interviennent également, la quantité d'eau apportée déterminant la fluidité de la soupe. La composition et la capacité de rétention en eau des matières premières utilisées, la taille des particules ou la présence de certaines argiles influencent le choix du taux de dilution par l'éleveur (Royer *et al.*, 2007). Le type de matériel et l'agencement du circuit de distribution imposent également un taux de dilution minimal de la soupe propre à chaque élevage : il peut s'agir du type de pompe de la machine à soupe (Roy et al., 2007), de la distance entre la machine à soupe et les auges (Royer et al., 2007) ou des longueurs d'auge dans les cases. L'objectif est d'obtenir une soupe suffisamment fluide pour qu'elle s'écoule dans tout le circuit de distribution en restant homogène depuis sa fabrication jusqu'à sa distribution et sa répartition sur l'ensemble de la longueur de l'auge de chaque case.

### 3.3. Couverture des besoins en eau par l'alimentation liquide

Lorsque l'alimentation est distribuée sous forme liquide, les porcs disposent rarement d'un abreuvoir complémentaire, sauf pour les truies en bâtiment de maternité où ils sont souvent présents. L'éleveur peut programmer la distribution d'un « repas d'eau » apporté dans l'auge par la machine à soupe. La distribution d'un repas d'eau concerne 65% des élevages pour les truies gestantes, 50% pour les truies allaitantes, et 25% pour les porcs en engraissement (Massabie *et al.*, 2014).

Les repas d'eau apportent en moyenne 4,7 à 4,9 litres d'eau par jour aux truies gestantes, 12,9 litres aux truies allaitantes et 0,7 litre aux porcs en engraissement. Dans certains élevages les repas d'eau ne sont pas quotidiens pour tous les porcs, mais peuvent être réservés par exemple aux périodes de forte chaleur.

Même s'il n'y a pas de repas d'eau, le niveau d'ingestion d'eau est relativement élevé avec la soupe et devrait couvrir largement les besoins en eau si l'animal était capable de la stocker pour la restituer au fur et à mesure des besoins, ce qui n'est pas le cas (cf. partie 1). Par ailleurs, cela ne tient pas compte du fait que l'animal peut ne pas avoir faim et donc avoir une très faible ingestion d'eau via la soupe.

Un apport complémentaire d'eau dans le cas d'une alimentation liquide a été peu étudié, se limitant à des travaux chez le porc à différents stades de production (Tableau 4). Malgré des écarts importants sur le poids des porcs ou le taux de dilution de la soupe entre les études, le niveau de prélèvement en eau à l'abreuvoir est relativement homogène et compris entre 0,74 et 0,8 l/porc/jour. Les travaux de Gill *et al.* (1987) rapportent une ingestion spontanée d'eau via une pipette chez des porcs entre 15-77 kg de poids vif, recevant une alimentation liquide à quatre niveaux de dilution compris entre 2 et 3,5 l/kg. L'ingestion d'eau issue de l'aliment augmente avec la dilution tandis que l'eau obtenue de la pipette décroît. Chez des porcs en croissance recevant une alimentation liquide et ayant accès à un abreuvoir sous forme de bol, le prélèvement d'eau (ingestion plus pertes éventuelles) est quasi nul pendant la nuit et relativement faible entre 8h00 et 19h00, avec un maximum en milieu d'après-midi (Vermeer *et al.*, 2009). La quantité prélevée peut varier en fonction des modalités de distribution de l'aliment liquide : de l'ordre de 0,74 l/porc/24 h dans une auge de 12 places sous la forme de trois repas par jour (système LT), 0,56 l/porc/24 h avec le système Sensor (auge courte, système S, quatre places, distribution 5 à 10 fois/j), et 0,42 l/porc/24 h avec le système Variomix (système V, une place, distribution cinq à 10 fois/j), en comparaison de 3,39 l/porc/24 h lorsque l'aliment est distribué en granulé et l'eau par un abreuvoir de type pipette dans l'auge. Les animaux restent motivés pour boire en cas de forte diminution du débit (de 1041 à 134 ml/min), même s'ils doivent redoubler d'efforts pour obtenir de l'eau, particulièrement dans les systèmes LT et V. Leur motivation à boire est alors équivalente à celle des animaux nourris en sec. Chez les porcs du système S, la consommation d'eau diminue plus rapidement comparativement aux trois autres modalités.

L'effet de la température ambiante sur le prélèvement d'eau est marqué. Pour des porcs alimentés en soupe en période froide, Massabie et Lebas (2012) mesurent un prélèvement moyen de 1,06 l/porc/jour à l'abreuvoir, qui s'élève à 4,41 l/porc/jour en période chaude.

**Tableau 4** - Prélèvement en eau pour des porcs à l'engrais alimentés en soupe et ayant un abreuvoir accessible.

| | Gill *et al.*, 1987 | Paboeuf *et al.*, 2009b | Vermeer *et al.*, 2009 | Nannoni *et al.*, 2013 |
|---|---|---|---|---|
| Poids des porcs (kg) | 15-77 | 28-116 | 22-115 | 78-160 |
| Taux de dilution soupe (l/kg) | 2,5 | 2,2 | 2,62 | 3,0 |
| Débit pipette (l/min) | | 1,3 | 0,6 | 1 |
| Eau via la soupe (l/porc/jour) | 3,73 | 4,50 | 6,44 | 8,90 |
| Eau via l'abreuvoir (l/porc/jour) | 0,78 | 0,80 | 0,74 | 0,76 |
| Eau via l'abreuvoir (% du total) | 17 | 15 | 10 | 8 |

## 4. IMPACTS DES PRATIQUES D'ABREUVEMENT EN ELEVAGE SUR LA PRODUCTION ET LA GESTION DES EFFLUENTS

La conduite d'un élevage de porcs doit aussi observer les exigences qui encadrent la gestion des effluents.

La quantité d'effluents produite déterminera les besoins en capacités de stockage des fumiers et lisiers, le nombre de trajets pour épandre les effluents et/ou le volume de lisier à traiter.

### 4.1. Lien entre abreuvement et production de fumier des porcs élevés sur litière

Lorsque les porcs sont élevés sur litière de paille ou de sciure, l'effluent produit est un fumier dont le taux de matière sèche moyen est compris entre 30% et 38% (Levasseur, 2005). Au cours de la période d'élevage des porcs à l'engrais, jusqu'à 80% de l'eau excrétée par les animaux dans les déjections sont évaporés de la litière (De Oliveira, 1999 ; Ramonet et Robin, 2002).

Le mode d'alimentation des porcs charcutiers impacte la quantité de paille utilisée pour la litière et la production de fumier. En comparaison avec une alimentation sèche au nourrisseur avec accès à l'abreuvoir, la quantité de fumier produite est augmentée de 43% avec une alimentation liquide en absence de pipettes (Paboeuf *et al.*, 2009a) et jusqu'à 130% avec une alimentation liquide en présence de pipettes complémentaires (Paboeuf *et al.*, 2009b). Un apport d'eau trop élevé dans la litière par les déjections ou par des fuites dans le système d'abreuvement peut conduire à une fermentation anaérobie de la litière qui se traduira par une réduction de l'évaporation de l'eau et une augmentation des émissions d'ammoniac (Guingand et Rugani, 2013 ; Philippe *et al.*, 2014). Dans les bâtiments avec litière, il est nécessaire de prévoir une évacuation vers l'extérieur de l'eau provenant de fuites éventuelles.

### 4.2. Lien entre abreuvement et production de lisier des porcs élevés sur caillebotis

Le lisier est constitué du mélange des déjections des porcs, fèces et urines, additionnées de débris alimentaires non consommés, des eaux de lavage et des fuites des abreuvoirs. En moyenne, un lisier de porc est constitué d'eau pour 96% de son volume, avec de légères variations entre stades physiologiques (Levasseur, 2005). Le volume de lisier est d'abord lié à la quantité de déjections produites et donc d'eau prélevée ingérée mais aussi d'eau prélevée non ingérée. L'eau prélevée pour l'abreuvement représente à elle seule entre 82% et 93% de la consommation d'eau d'un élevage (Paboeuf *et al.,* 2010 ; Massabie *et al.*, 2014). La production de lisier d'un porc est donc fortement liée aux quantités d'eau apportées dans la soupe ou bues à l'abreuvoir. Lorsque la quantité d'eau prélevée augmente, la production de lisier suit la même tendance (Figure 3).

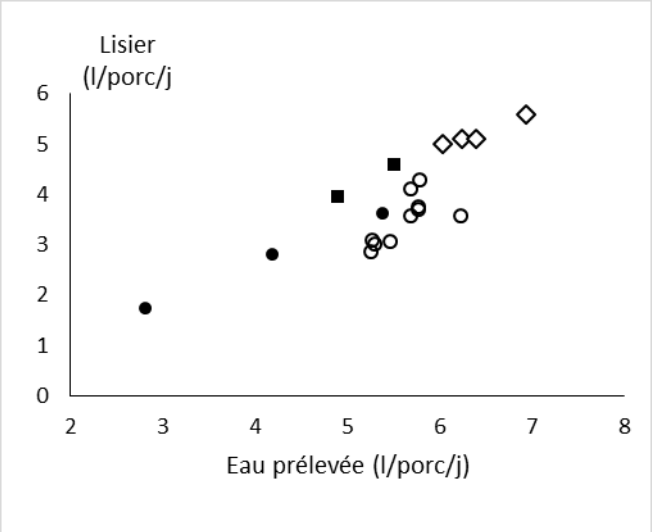


**Figure 3** – Relation entre la quantité d'eau prélevée et de lisier produit par des porcs en engraissement (l/porc/jour)
D'après ■ Brumm *et al.*, 2000 ; ● O'Connell-Motherway *et al.*, 1998 ; ○ Salaün *et al.*, 1999 ; ◇ Li *et al.*, 2005.

### 4.3. Modélisation de l'excrétion d'eau par le porc charcutier

L'évaluation de la quantité de lisier produite par porc a fait l'objet de travaux de modélisation à partir des bilans en eau et en matière sèche (Aarnink *et al.*, 1992 ; Dourmad *et al.*, 2002 ; De Oliveira *et al.*, 2015). Dans ces modèles, la quantité de lisier produite est directement reliée à la quantité d'eau excrétée par le porc, elle-même dépendant de la température ambiante.

Les équations proposées par De Oliveira (1999) pour estimer la quantité d'eau excrétée par les porcs charcutiers ont été utilisées (Figure 4). Pour un porc sur l'ensemble de la période de l'engraissement ayant les performances moyennes de la GTE 2014, élevé dans un bâtiment à 22°C et alimenté avec une soupe dont le taux de dilution est de 2,8 l/kg d'aliment, l'excrétion d'eau par les urines et fèces est évaluée à 399 litres. La diminution du taux de dilution de la soupe ou l'amélioration de l'efficacité alimentaire permettent de réduire l'excrétion d'eau. Une ingestion d'eau supplémentaire de 0,75 l/jour, qui correspond aux données présentées dans le tableau 4, entraîne une excrétion d'eau supérieure de 74 litres à la valeur de référence, soit une augmentation de 20%. L'augmentation de la température ambiante de 2°C permet de réduire l'excrétion dans les déjections à cause d'une augmentation du rejet de vapeur d'eau par la respiration. Pour obtenir une excrétion d'eau équivalente au scénario de référence lorsqu'il y a un apport d'eau complémentaire de 0,75 l/jour, le taux de dilution de la soupe doit passer de 2,8 à 2,46 l/kg aliment.

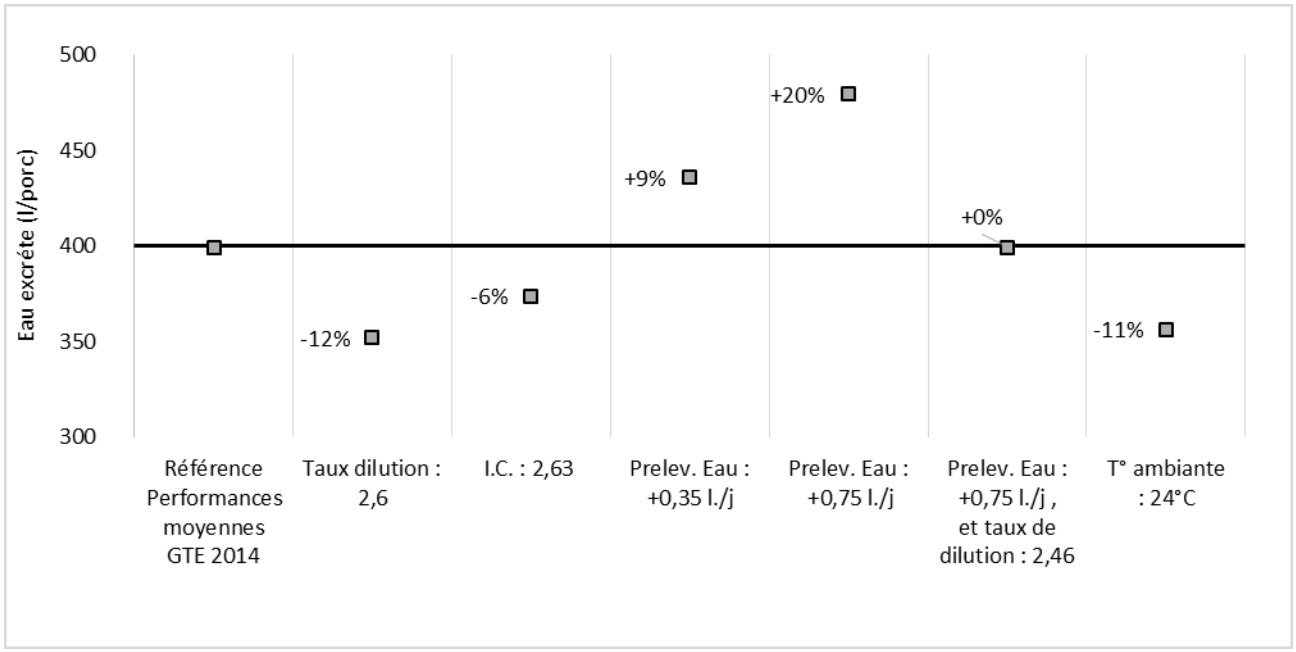


**Figure 4** – Simulations de la quantité d'eau excrétée (l/jour) par le porc nourri en soupe sur le période d'engraissement, selon différentes hypothèses de performances et de conduite d'élevage. Pour la valeur de référence : résultats moyens naisseurs-engraisseurs GTE2014 : Poids entrée : 31,5 kg ; Poids de sortie : 118 kg ; Indice de consommation (I.C.) : 2,73 ; Gain moyen quotidien : 807 g/jour ; Température ambiante : 22°C ; Alimentation soupe sans apport d'eau complémentaire, taux de dilution : 2,8 l/kg aliment correspondant à une ingestion de 694 litres d'eau au cours de la période (33 litres par l'aliment, 661 litres par l'eau mélangée à l'aliment).

### 4.4. Production de lisier au niveau de l'élevage

Pour un élevage naisseur-engraisseur, plus de la moitié du lisier (57 %) provient de l'engraissement, un tiers des truies et 11 % des porcs en post-sevrage (Levasseur, 2013). Levasseur (2013) a souligné la forte variabilité de la production de lisier avec un coefficient de variation autour de la moyenne de 16 %. Des écarts à la moyenne extrêmes de -35 % à + 50 % sont observés. Pour évaluer la production de lisier d'un élevage, les instituts techniques ont développé un modèle sur tableur nommé Composim (Lorinquer *et al.*, 2014). Il permet de calculer le volume annuel de lisier produit par une truie et sa descendance, pour un élevage naisseur-engraisseur. Lorsque les animaux sont nourris en soupe, le système qui produit le moins de lisier est le système « Alimentation soupe - sans repas d'eau » avec une production de 18,3 $m^3$/truie présente et sa suite. La distribution d'un repas d'eau à tous les stades amène à une production de lisier de 19,7 $m^3$/truie présente et sa suite, soit une augmentation de 8 %. Cette quantité est proche de celle calculée pour une alimentation sèche avec des abreuvoirs bien réglés qui s'élève à 19,5 $m^3$/truie. Dans les hypothèses de Composim, le système « Alimentation sèche - eau à volonté sans récupérateur avec abreuvoir non réglé » produit le plus de lisier avec 22,6 $m^3$/truie présente et sa suite soit 24 % de plus que l'alimentation à base de soupe sans abreuvoir ni repas d'eau.

## CONCLUSION

Sachant que le corps perd de l'eau en permanence, la sensation de soif peut apparaître à tout moment. Aussi, seul un accès permanent à de l'eau potable permet à l'animal d'assurer à tout instant le maintien de la couverture de ses besoins physiologiques. Cette eau peut être accessible par un abreuvoir que les animaux actionnent mais peut aussi être à disposition dans une auge, à condition qu'elle soit propre.

Si l'ingestion d'eau est différée, le besoin physiologique n'est pas couvert à certains moments mais cela n'a pas d'incidence sur la physiologie du porc tant que la teneur en eau du corps ne descend pas de plus de 1% environ. Cependant, cette diminution génère une sensation prolongée de soif, défavorable à son bien-être. Pour des animaux en bonne santé et rationnés, l'abreuvement jouant sur le contrôle à court terme de l'appétit avec un effet de rassasiement, une distribution fractionnée de l'eau peut accentuer un état de frustration. La gravité des conséquences d'une insuffisance d'abreuvement pour l'animal dépend de son état de santé et des conditions environnementales, en particulier de la température ambiante. La variabilité interindividuelle et l'imprévisibilité de l'apparition des situations à risque (compétition, fortes températures, maladie comme cystite ou constipation chronique sur plusieurs animaux) nécessitent dans tous les cas un accès permanent à l'eau pour faire face à l'apparition de déviations comportementales (frustration, compétition) ou de troubles de santé (abattement physique, déshydratation, …).

Peu de données sont disponibles sur la mise à disposition de dispositifs de distribution d'eau pour des porcs recevant une alimentation liquide. Les préconisations formulées pour les abreuvoirs (bols, pipettes) l'ont été à partir de données techniques obtenues avec une alimentation sèche où tout l'abreuvement des porcs se fait *via* ces équipements. Le développement de nouvelles références techniques (débits, nombre de porcs par abreuvoir,…) pourrait permettre d'optimiser les conditions pour un abreuvement complémentaire dans le cadre d'une alimentation liquide. Des systèmes de contrôle de la consommation d'eau des porcs à tous les stades de vie, utilisables pour les élevages de production, sont actuellement en cours de développement,

avec une précision de l'ordre du décilitre (Rousselière *et al.*, 2016). En détectant des variations anormales de consommation, ces systèmes pourraient faciliter la détection des problèmes de santé.

La mise à disposition d'un abreuvement complémentaire pour les porcs alimentés en soupe s'accompagnera certainement d'une augmentation du volume des lisiers même si elle sera probablement variable selon les élevages et les saisons (Massabie et Lebas, 2012). Cette augmentation pourrait rendre la capacité actuelle de stockage des lisiers insuffisante, au regard de la réglementation. Pour éviter cette situation, une installation correcte des équipements d'abreuvement, un contrôle régulier de leur fonctionnement, une maîtrise de tous les apports d'eau, hors déjections animales, dans l'effluent (eau de lavage, de pluie dans les fosses…) sont nécessaires. Ces efforts contribueront, *in fine*, à améliorer le bien-être et la santé des porcs en permettant la satisfaction de leurs besoins physiologiques et comportementaux.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES


- Aarnink A.J.A., Ouwerkerk E.N.J., Verstegen M.W.A., 1992. A mathematical model for estimating the amount and composition of slurry from fattening pigs. Livest. Prod. Sci., 31, 121-132.
- Ahmed S. T., Mun H.S., Yoe H., Yang C.J., 2015. Monitoring of behavior using a video-recording system for recognition of Salmonella infection in experimentally infected growing pigs. Animal, 9, 115-121.
- Andersen H.M.L., Dybkjær L., Herskin M.S., 2014. Growing pigs´ drinking behaviour: number of visits, duration, water intake and diurnal variation. Animal, 8, 1881–1888.
- Andreoli T.E., 2000. Water: normal balance, hyponatremia, and hypernatremia. Renal Failure, 22, 711-735.
- ANSES SA-0061, 2010. Rapport sur l'état des lieux des pratiques et recommandations relatives à la qualité sanitaire de l'eau d'abreuvement des animaux d'élevage. Décembre 2010, 121 p.
- ANSES, 2015. AVIS de l'Anses relatif à l'abreuvement des porcs dans le cadre du bien-être animal. Saisine 2015-SA-0061, 61 p.
- Bertin C., Ramonet Y., 2016. Etat des lieux des bâtiments d'élevage de porcs en Bretagne chez les naisseurs-engraisseurs en 2015. Journées Rech. Porcine, 48, 1-7.
- Bigelow, J.A., Houpt T.R., 1988. Feeding and drinking patterns in young pigs. Physiol. Behav., 43, 99-109.
- Bond T.E., Kelly C.F., Hubert Heitman Jr., 1959. Hog house air conditioning and ventilation data. Am. Soc. Agriculture Biol. Engineers, 2, 0001-0004.
- Bracke M.B.M., 2011. Review of wallowing in pigs: description of the behavior and its motivational basis. Appl. Anim. Beha. Sci., 132, 1-13.
- Bracke M.B.M., Spoolder H.A.M., 2011. Review of wallowing in pigs: implications for animal welfare. Anim. Welfare, 20, 347-363.
- Brooks P.H., 1994. Water - Forgotten Nutrient and Novel Delivery System. In: T. P. Lyons and K. A. Jacques (Eds), Biotechnology in the Feed Industry. 211-234. Nottingham Press, Nottingham, UK.
- Brooks P.H., Carpenter, J.L., 1989. Boost your liquid assets. Pig Farming, 37 (suppl.), S43-S45.
- Brumm M.C., 2006. Patterns of drinking water use in pork production facilities. Nebraska Swine Report, 10-13.
- Brumm M.C., Dahlquist J.M., Heemstra J.M., 2000. Impact of feeders and drinker devices on pig performances, water use, and manure volume. Swine Health Prod., 8, 51-57.
- Circulaire DEPSE/DEA n°2001-7047 du 20/12/01 relative à la capacité de stockage des effluents d'élevage et à l'application de la réglementation des installations classées relatives aux élevages. (B.O. min. Agr. N°52, 28 décembre 2001).
- Close W. H., Cole D.J.A., 2000. Water provision Nutrition of sows and boars. In: W.H.Close and D.J.A. Cole (Eds), Nutrition of sows and boars, 159-179. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- De Oliveira P.A., 1999. Comparaison des systèmes d'élevage des porcs sur litière de sciure ou caillebotis intégral. PhD Theses, ENSA de Rennes, 263 p.
- De Oliveira P.A., Belli Filho P., Turmina L., Coldebella A., Tavares J.M.R., 2015. Modélisation du volume et de la composition du lisier des porcs à l'engrais. Journées Rech. Porcine, 47, 153-158.
- Directive 2008/120/CE. Laying down minimum standards for the protection of pigs, Official Journal L 47, 5-13.
- Dourmad J.Y., Pomar C., Massé D., 2002. Modélisation du flux de composés à risque pour l'environnement dans un élevage porcin. Journées Rech. Porcine, 34, 183-194.
- Docking C.M., Van de Weerd H.A., Day J.E.L., Edwards S.A., 2008. The influence of age on the use of potential enrichment objects and synchronisation of behaviour of pigs. Appl. Anim. Behav. Sci., 110, 244-257.
- Dubois A., Boistault L., 2011. Limiter le gaspillage d'eau aux abreuvoirs en post sevrage. Rapport d'études, CRAPL, 4 p.
- Dybkjær L., Jacobsen A.P., Tøgersen F.A., Poulsen H.D., 2006. Eating and drinking activity of newly weaned piglets: Effects of individual characteristics, social mixing, and addition of extra zinc to the feed. J. Anim. Sci., 84, 702-711.
- EFSA Panel on Dietetic Products, N., and Allergies (NDA), 2010. Scientific opinion on dietary reference values for water. EFSA Journal 8, 48.
- Farm Animal Welfare Council, 1992. FAWC updates the five freedoms. Vet. Rec., 17, 357.
- Fraser D., Phillips P.A., 1989. Lethargy and low water intake by sows during early lactation: A cause of low piglet weight gains and survival? Appl. Anim. Behav. Sci., 24, 13-22.
- Gill B.P., Brooks P.H., Carpenter J.L., 1987. Voluntary water intake by growing pigs offered a liquid feed of differing water *to* meal ratios. In: A.T. Smith & T.LJ. Lawrence (Eds), Pig Housing and the Environment: Occasional Publication No *11,* pp. 131-133. British Society of Animal Production, Edinburgh, UK.
- Gonyou H.W., 1996. Water use and drinker management: A review. Prairie Swine Centre Inc., Saskatoon, Canada. http://www.prairieswine.com/pdf/1311.pdf.
- Gotkovsky A., 1982. L'abreuvement des porcs : de nombreux progrès à réaliser. L'élevage porcin, 118, 21-25.
- Guingand N., Rugani A., 2013. Incidence de la réduction de la quantité de paille et de la fréquence des apports sur les émissions d'ammoniac, de GES et d'odeurs chez les porcs en engraissement. Journées Rech. Porcine, 45, 141-142.
- Harvey R. E., 1994. Water consumption in pigs. Pig Journal, 32, 95-98.
- Houben M.A., van Nes A., Tobias T.J., 2015. Water palatability, a matter of taste. Porcine Health Manag., 1, 1-10
- Huynh T.T.T., Aarnink A.J.A., Verstegen M.W.A., Gerrits W.J.J., Heetkamp M.J.W., Kemp B., Cahn T.T., 2005. Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. J. Anim. Sci., 83, 1385–1396.
- Ingram D. L. 1967. Stimulation of cutaneous glands in the pig. J. Comp. Pathol., 77, 93-98.
- Junge M., Herd D., Jezierny D., Gallmann E., Jungbluth T., 2012. Indicators for monitoring behavior and health of group housed pregnant sows. Landtechnik, 67, 326-331.

- Klopfenstein C., Bigras-Poulin M., Martineau G.P., 1996. La truie potomane, une réalité physiologique. Journées Rech. Porcine en France, 28, 319-324.
- Lallès JP., Konstantinov S., Rothkötter H.J., 2004. Bases physiologiques, microbiologiques et immunitaires des troubles digestifs du sevrage chez le porcelet : données récentes dans le contexte de la suppression des antibiotiques additifs alimentaires. Journées Rech. Porcine, 36, 139-150.
- Larsson K., 1997. Evaluation of watering systems with bite valves for pigs. JTI-report (Swedish Institute of Agricultural Engineering) Agriculture & Industry, 239, 28 p.
- Levasseur P., 2005. Composition des effluents porcins et de leurs co-produits de traitement. ITP, 72 p.
- Levasseur P., 2013. Production et capacités de stockage des lisiers de porc. Tech Porc, 10, 12-14.
- Li Y.Z., Chénard L., Lemay S.P., Gonyou H.W., 2005. Water intake and wastage at nipple drinkers by growing-finishing pigs. J. Anim. Sci., 83, 1413-1422.
- Lorinquer E., Ponchant P., Levasseur P., 2014. Composim. Notice d'emploi et guide méthodologique. Ifip-institut du porc, Idele, , Itavi, 37 p.
- Madec, F., 1985. La consommation d'eau chez la truie gestante en élevage intensif. Relation avec certaines caractéristiques urinaires. Journées Rech. Porcine, 223-236.
- Madsen T. N., Kristensen A.R., 2005. A model for monitoring the condition of young pigs by their drinking behaviour. Comput. Electron. Agric., 48, 138-154.
- Magowan E., O'Connell N.E., McCann E.E., 2007. The effect of drinker design on the performance, behaviour and water usage of growing pigs, Agri-Food and Bioscience Institut, Hillsborough. Report prepared for: UFU and PPDC Committees, August 2007; www.afbini.gov.uk; 16 p.
- Martineau G.P., Morvan H., 2010. Les Maladies d'Elevage du Porc. Editions de la France Agricole. 208 p.
- Massabie P., 2001. L'abreuvement des porcs. TechniPorc, 24, 9-14.
- Massabie P., 2012. Consommation d'eau : un indicateur de suivi de l'élevage. TechPorc., 4, 17-19.
- Massabie P., Lebas N., 2011. Incidence du débit à l'abreuvoir sur les quantités d'eau ingérées et gaspillées par des porcs du sevrage à l'abattage. Journées Rech. Porcine, 43, 219-220.
- Massabie P., Lebas N., 2012. Comparaison de deux modalités d'apport d'eau pour des porcs à l'engrais alimentés en soupe. Journées Rech. Porcine, 44, 279-280.
- Massabie P., Roy H., Boulestreau-Boulay A.L., Dubois A., 2014. La consommation d'eau en élevage de porcs. Des leviers pour réduire la consommation d'eau en élevage de porcs. Ifip, CRAB, CRAPL, Rapport 16 p.
- Maynard L. A., Loosli H.F., Hintz H.F., Warner G., 1979. Animal Nutrition. 7th ed. McGraw Hill Inc., New-York, USA, 640p.
- Mc Hugh P.R., Moran T.R., 1986. The stomach and satiety. In M.R. Kare and JG Brand (Eds). Interaction of the chemical senses with nutrition, 167-180. Academic Press, Orlando, USA.
- Meunier-Salaün M.C., Edwards S., Robert S., 2001. Effect of fibre on the behaviour and health of the restricted fed sow. Anim. Feed Sci. Technol., 90, 53-69.
- Mount L. E., Holmes C.W., Close W.H., Morrison S.R., Start I.B., 1971. A note on the consumption of water by the growing pig at several environmental temperatures and levels of feeding. Anim. Sci., 13, 561-563.
- Mroz Z., Jongbloed A.W., Lenis N.P., Vreman K., 1995. Water in pig nutrition: physiology, allowances and environmental implications. Nutr. Res. Rev., 8, 137-164.
- Nannoni E., Martelli G., Cecchini M., Vignola G., Giammarco M., Zaghini G., Sardi L., 2013. Water requirements of liquid-fed heavy pigs: Effect of water restriction on growth traits, animal welfare and meat and ham quality. Livest. Sci., 151, 21-28.
- O'Connell-Motherway S., Lynch P.B., Carton O.T., O'Toole P., 1998. Aspects of slurry management on pig farms. Report, Teagasc, 14 p.
- Paboeuf F., Gautier M., Cariolet R., Ramonet Y., Dourmad J.Y., 2009a. Effet de la surface, de la nature du sol et du mode d'alimentation sur les performances zootechniques et la production d'effluents des porcs en croissance. Journées Rech. Porcine, 41, 209-216.
- Paboeuf F., Gautier M., Meunier-Salaun M.C., Dourmad J.Y., 2009b. Elevage de porcs sur litière de paille : influences de la conduite alimentaire et du comportement des animaux sur la gestion de la litière. Journées Rech. Porcine, 41, 277-278.
- Paboeuf F., Gautier M., Meunier-Salaun M.C., Cariolet R., Dourmad J.Y., 2010. Elevage de porcs sur litière et sur caillebotis : influences du mode de logement et d'alimentation sur les besoins en eau. 2010. Journées Rech. Porcine, 42, 37-38.
- Patience J. F., 2012a. The importance of water in pork production. Animal Frontiers, 2(2), 28-35.
- Patience J. F. 2012b. Water in swine nutrition. In: L. I. Chiba (Ed.), Sustainable Swine Nutrition, 3-22, Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK.
- Philippe F.X., Laitat M., Warvreille J., Nicks B., 2014. Effets de la quantité de paille sur les émissions d'ammoniac et de gaz à effet de serre lors de l'élevage de porcs charcutiers sur litière accumulée. Journées Rech. Porcine, 46, 213-214.
- Phillips P.A., Fraser D. 1991. Discovery of selected water dispensers by newborn pigs. Can. J. Anim. Sci. 71:233-236.
- Phillips P.A., Fraser D., Thompson B.K. 1990. The influence of water nipple flow rate and position, and room temperature on sow water intake and spillage. Appl. Engin. Agric., 6, 75-78.
- Pijpers A., Schoevers E.J., van Gogh H., van Leengoed L.A., Visser I.J., van Miert A.S., Verheijden J.H., 1991. The influence of disease on feed and water consumption and on pharmacokinetics of orally administered oxytetracycline in pigs. J. Anim. Sci., 69, 2947-2954.
- Ramonet Y., Robin P., 2002. L'engraissement de porcs sur litière de particules de bois ou de sciure en couche fine, Journées Rech. Porcine, 34, 143-148.
- Renaudeau D., Frances G., Dubois S., Gilbert H., Noblet, J., 2013. Effect of thermal heat stress on energy utilization in two lines of pigs divergently selected for residual feed intake. J. Anim. Sci., 91, 1162–1175.
- Rivest J., Labrecque J., Roy M., Ricard M.A., Fortin F., 2015. Le système de mesure de la consommation d'eau individuelle pour les porcs à l'engraissement de la station d'évaluation des porcs de Deschambault. Journées Rech. Porcine, 249-250.
- Roguet C., Massabie P., Gourmelen C., Douguet G., 2007. Le parc des élevages de porcs en France : état des lieux, évaluation du besoin d'investissement. Rapport d'étude, convention IFIP/Office de l'Elevage, Ed. IFIP, 122 p.
- Rousselière Y., Hemonic A., Marcon M., 2016. Suivi individuel du comportement d'abreuvement du porcelet sevré. Journées Rech. Porcine, 48, 355-356.
- Roy H., Calvar C., landrain B., Royer E., 2007. Le point sur l'utilisation et les possibilités du matériel de distribution de l'aliment en soupe en élevage de porcs : matériels techniques et informatiques, problèmes rencontrés, améliorations possibles. Novembre 2007, Rapport d'études, Chambre d'agriculture de Bretagne, 73.
- Royer E., Ernandorena V., Escribano F., 2007. Effects of the water-feed ratio and of a rheological sepiolite on some physical parameters of liquid feed and performances of pigs. Proc. 58th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Dublin, Ireland, pp. 26-29.
- Rushen J., 1984. Stereotyped behaviour, adjunctive drinking and the feeding periods of tethered sows. Anim. Behav, 32, 1059-1067.
- Salaün C., Jegou J.Y., Le Bris B., Quillien J.P., 1999. Testage de 5 abreuvoirs en engraissement. EDE – Chambres d'agriculture de Bretagne, Rapport d'étude, 42 p.

- Schiavon S., Emmans G.C., 2000. A model to predict water intake of a pig growing in a known environment on a known diet. Bri. J. Nutr., 84, 873-883.
- Schulte D.D., Bodman G.R., Milanuk M., 1990. Nipple drinkers - which is best? Nebraska Swine Report. p. 11-12.
- Seddon Y.M., 2011. Development of improved disease monitoring tools and management strategies to promote health in finishing pigs. PhD Thesis. School of Agriculture Food and Rural Development Newcastle University.
- Shaw M. I., Beaulieu, A. D., Patience J.F., 2006. Effect of diet composition on water consumption in growing pigs. J. Anim. Sci., 84, 3123-3132.
- Terlouw E.M.C., Lawrence A.B., Illius, A.W., 1991a. Relationships between agonistic behavior and propensity to develop excessive drinking and chain manipulation in pigs. Physiol. Behav., 50, 493-498.
- Terlouw E.M.C., Lawrence A.B.,Illius A.W., 1991b. Influence of feeding level and physical restriction on development of stereotypies in sows. Anim. Behav., 42: 981-991.
- Thacker P. A., 2000. Water in sow nutrition. In: N. J. Lewis and L. L. Southern (Eds.), Swine Nutrition, 381-401, CRC Press, London, UK.
- Tillon J.P., Madec F., 1985. Quelques indicateurs pathologiques à prendre en considération dans l'évaluation du bâtiment en élevage porcin. Journées Rech. Porcine, 17, 251-254.
- Torrey S., Toth Tamminga E.L.M., Widowski T.M. 2008. Effect of drinker type on water intake in newly weaned piglets. J. Anim. Sci., 86, 1439-1445.
- Turner S.P., Edwards S.A., Bland V.C. 1999. The influence of drinker allocation and group size on the drinking behavior, welfare and production of growing pigs. Anim. Sci., 68, 617-624.
- Vermeer H. M., Kuijken N., Spoolder H. A. M., 2009. Motivation for additional water use of growing-finishing pigs. Livest. Sci., 124, 112-118.
- Yang T. S., Howard B., Macfarlane W.V., 1981. Effects of food on drinking behaviour of growing pigs. Appl. Anim. Ethol., 7, 259-270.
- Zimmerman J.J., Karriker L.A., Ramirez A., Schwartz K.J., Stevenson G.W., 2012. Diseases of swine, 10ème edition. Blackwell Publishing, Iowa State Press, USA, 968 p.