

# L'élevage porcin en systèmes alternatifs : atouts et défis en termes de bien-être animal, biosécurité, santé animale et sécurité sanitaire

Maxime DELSART<sup>1</sup>, Françoise POL<sup>2</sup>, Barbara DUFOUR<sup>1</sup>, Nicolas ROSE<sup>2</sup>, Christelle FABLET<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Anses, École nationale vétérinaire d'Alfort, Laboratoire de Santé Animale USC EPIMAI, 94700, Maisons-Alfort, France

<sup>2</sup>Anses, Laboratoire de Ploufragan/Plouzané/Niort, BP 53, 22440, Ploufragan, France

Courriel : maxime.delsart@vet-alfort.fr

■ Les systèmes d'élevages alternatifs, dont l'image dans la société est souvent idéalisée, permettent aux porcs d'exprimer un éventail de comportements plus large que dans les élevages confinés. Ces élevages présentent de réels atouts, mais ils doivent aussi relever des défis, notamment en termes de biosécurité, de santé animale et de santé publique. Paradoxalement, certains peuvent aussi présenter quelques limites en termes de bien-être animal.<sup>1</sup>

## Introduction

La production porcine présente une très grande diversité de modes d'élevage. La production conventionnelle en bâtiment fermé avec un sol en caillebotis, largement dominante actuellement, coexiste avec d'autres systèmes d'élevage dits alternatifs en regard du mode de logement, parmi lesquels on retrouve à la fois des élevages en plein air mais aussi des élevages sur litière, et qui incluent notamment les élevages en production biologique (encadré 1). La production porcine en plein air est définie comme un système qui permet aux porcs d'avoir un accès à l'extérieur et d'être en contact avec le sol, voire avec des plantes. Dans ce type d'élevage, tous les animaux ou seulement une partie d'entre

eux peuvent avoir accès à l'extérieur, l'accès plein air pouvant être réduit à une courette extérieure ouverte sur le bâtiment d'élevage. L'élevage sur litière présente le même type de diversité, tous les animaux n'étant pas forcément élevés sur litière au sein d'un élevage. Il existe en outre une grande diversité dans les substrats utilisés pour la litière (paille, sciure, foin...).

Même si les systèmes d'élevage alternatifs sont en développement dans la plupart des pays fortement producteurs de porcs de par le monde, ils ne séduisent toutefois actuellement qu'une faible fraction des éleveurs, l'élevage sur litière ou plein air ne représentant que 5 à 10 % des élevages en France (Boulestreau-Boulay, 2012 ; Anses, 2021). Il existe peu de données numériques sur les élevages

alternatifs dans leur diversité, parmi lesquels se trouvent des élevages en agriculture biologique ou élevages « bio », mais aussi sous d'autres signes de qualité comme des « labels rouges » ou des « labels rouges fermiers » par exemple (Dourmad *et al.*, 2018). En 2020, on comptait en France 858 élevages de porcs « label rouge » qui commercialisaient 3,8 % de l'ensemble de la production nationale de porcs (IFIP, 2022). Si on prend l'exemple de l'élevage biologique, les statistiques sur le nombre d'animaux élevés à travers le monde selon les cahiers des charges « biologiques » sont incomplètes et ne permettent pas pour l'instant d'avoir une vision complète du secteur. On sait toutefois que dans les pays européens, plus de 1,5 million de porcins étaient certifiés « bio » (issus de l'agriculture biologique) en 2019 (+ 10,6 % vs 2018),

1 Cet article est adapté de la communication présentée aux Journées de la Recherche Porcine en 2022 (Delsart *et al.*, 2022).

**Encadré 1. Diversité des modèles d'élevages alternatifs de porcs.**

Nous définissons comme « alternatif » tout système d'élevage différent des structures contemporaines prédominantes, dites « conventionnelles », c'est-à-dire n'élevant pas l'intégralité des porcs confinés en bâtiments fermés et sur sols en caillebotis et/ou en béton. Parmi ces élevages alternatifs on trouve des élevages dans lesquels les animaux sont élevés sur litière (photo n° 1) et des élevages proposant à leurs animaux un accès plein air. Cet accès plein air correspond dans certaines exploitations à des courettes extérieures (photo n° 2). Dans d'autres élevages, les animaux sont élevés sur des parcours en plein air (photo n° 3), dans des parcs avec des cabanes pour les animaux (photo n° 4). Enfin il existe des systèmes très extensifs, notamment le système sylvopastoral dans lequel les porcs pâturent dans des zones de forêts (photo n° 5). Compte tenu de leurs cahiers des charges au regard du mode de logement, les élevages labellisés Agriculture Biologique ou Label Rouge fermier font partie de notre définition d'élevages alternatifs.



soit 1,0 % du cheptel porcin de l'UE (Agence Bio, 2021a). Les trois principaux pays sont, par ordre d'importance du nombre de porcs bio élevés, le Danemark, la France et l'Allemagne. Ils représentaient près de 74 % du cheptel bio de l'UE en 2019. En France, en 2020, le cheptel de truies bio représentait 1,78 % du cheptel total de truies (17 451 en 2020 contre 12 124 en 2018, soit une croissance de près de 44 %) (Agence Bio, 2021b), réparties dans 633 élevages. Neuf-cent-trente-deux élevages ont produit des porcs bio en 2020 en France. À titre de comparaison, en 2018, on ne dénombrait que 541 exploitations biologiques porcines, ce qui représentait déjà une augmentation de 28 % par rapport à l'année 2016. Ce rythme des conversions et des installations, porté par une forte demande des consommateurs, relayée par les distributeurs et les industriels (FNAB, 2018) décroît actuellement, la consommation des produits Bio ayant baissé en 2021 pour la première fois en huit ans (Agence Bio, 2022).

Même s'ils sont plébiscités par les consommateurs et les citoyens, ces élevages alternatifs ne sont pas sans présenter de points critiques. L'objectif de cette revue est de faire le point sur les connaissances actuelles concernant le bien-être, la biosécurité, la santé des animaux et la santé

publique vétérinaire dans les élevages alternatifs.

## 1. Bien-être animal

La très grande majorité des citoyens méconnaît le mode d'élevage des animaux de production. Il idéalise souvent l'élevage fermier, alternatif, dans lequel les animaux ont un accès à un parcours extérieur ou à une zone paillée plutôt que l'élevage conventionnel sur caillebotis. Une des attentes du consommateur qui achète des aliments biologiques est que les normes de bien-être animal soient supérieures dans ces systèmes d'élevage (Courboulay *et al.*, 2008). Mais la notion de bien-être animal est complexe. D'après l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES), « le bien-être d'un animal est l'état mental et physique positif lié à la satisfaction de ses besoins physiologiques et comportementaux, ainsi que de ses attentes. Cet état varie en fonction de la perception de la situation par l'animal » (Anses, 2018a). Dans cette partie, pour plus de clarté, les connaissances actuelles relatives au bien-être animal dans les élevages alternatifs de porcs sont synthétisées et organisées en suivant l'approche des cinq libertés établies par le Farm Animal Welfare Council (FAWC) du Royaume-Uni (Farm Animal Welfare Council, 2009).

### ■ 1.1. Absence de faim et de soif

#### a. Absence de faim

En milieu sauvage, les porcs sont actifs pendant la journée et passent 75 % de leur temps pour des activités liées à la recherche de nourriture, notamment à fouiller, à brouter et à explorer avec leur groin (D'Eath & Turner, 2009 ; Kittawornrat & Zimmerman, 2011). En élevage, la répartition du temps est différente et l'animal passe moins de temps à la recherche de nourriture, qui est fournie à l'animal. L'aliment est distribué aux animaux sous différentes formes (farine, granulés, aliment liquide), à volonté ou lors de repas déterminés par l'éleveur. Peu de différences existent dans les modes de distribution d'aliment en élevage conventionnel et en élevage alternatif ; les causes de stress liées à des défauts d'alimentation sont les mêmes, notamment l'insuffisance de longueur d'auge ou une quantité insuffisante d'aliment distribuée aux animaux. À noter toutefois que les animaux élevés en plein air consomment en moyenne plus d'aliment que les animaux élevés en bâtiment, à performances de croissance équivalentes, en raison d'une activité physique plus importante et d'une dépense d'énergie accrue par des températures ambiantes plus basses notamment l'hiver. À quantités égales

d'aliment équivalent, les besoins d'un porc élevé en plein air peuvent ne pas être couverts et générer des frustrations alimentaires, de la faim et des carences nutritionnelles. Cependant, l'ingestion d'herbe, de fruits et/ou de terre par les porcs en plein air peut apporter selon la nature du produit ingéré une contribution non négligeable aux besoins en énergie, en acides aminés, en minéraux et en micronutriments, en particulier pour les truies ayant une grande capacité à ingérer des aliments volumineux (Edwards, 2005).

L'appétence de l'aliment est importante pour la prise alimentaire et pour la capacité du porc à couvrir ses besoins. Une contamination microbienne (par exemple, un niveau élevé de levures et de moisissures), des mycotoxines (en particulier la vomitoxine) ou des niveaux inadéquats de certains acides aminés (le tryptophane par exemple) peuvent entraîner une diminution de la consommation d'aliment. Les paramètres suivants requièrent une attention particulière dans les systèmes d'élevage alternatifs : *i*) la conservation des aliments, en particulier lorsqu'ils sont distribués à l'extérieur ; *ii*) l'équilibre des acides aminés, en particulier dans les exploitations biologiques où l'incorporation d'acides aminés de synthèse n'est pas autorisée ; *iii*) ou la présence de mycotoxines qui semble être plus élevée dans les céréales biologiques que dans les céréales conventionnelles, notamment le blé (Malmauret *et al.*, 2002).

Afin d'objectiver l'absence de faim, des indicateurs peuvent être utilisés, notamment les notes d'état corporel ou le taux d'animaux maigres (Welfare Quality Consortium, 2009). Dans une enquête réalisée dans 101 élevages biologiques européens, Dippel *et al.* (2013) ont montré que 18,8 % des truies étaient maigres avec une forte variabilité entre élevages. Ce taux est important si on le compare à ceux avancés par Scott *et al.* (2009) dans 82 élevages anglais ou néerlandais de tout type, dans lesquels seulement 0,1 % des truies étaient très maigres, sans différence apparente entre les truies élevées en plein air et les autres. Ces résultats suggèrent que certains agriculteurs en

production biologique ont plus de difficultés à répondre aux besoins nutritionnels des truies. Dans une autre étude, Temple *et al.* (2012) ont montré que les porcs en croissance élevés sur paille ou en système extensif à l'extérieur étaient plus nombreux à présenter de mauvais états corporels que les porcs élevés dans des élevages conventionnels. Cela est d'autant plus vrai pour les porcs entièrement dépendants du pâturage qui n'ont pas de ressources externes additionnelles en période de plus faible ressources naturelles.

#### b. Absence de soif

L'absence de soif est assurée par l'apport d'une quantité d'eau permettant de couvrir les besoins des animaux. La disponibilité en eau potable peut être un problème, notamment dans les systèmes totalement ouverts vers l'extérieur, les abreuvoirs sont souvent accessibles aux oiseaux sauvages et contaminés par la poussière. Une eau de mauvaise qualité peut impacter la consommation hydrique et être à l'origine de problèmes de santé chez les animaux. Il est également important de contrôler la température de l'eau. Dans les systèmes extérieurs, les tuyaux d'approvisionnement en eau doivent être de préférence enterrés pour limiter les effets du gel (l'eau n'est alors plus distribuée aux animaux en période hivernale). L'action du soleil sur les canalisations favorise d'une part les

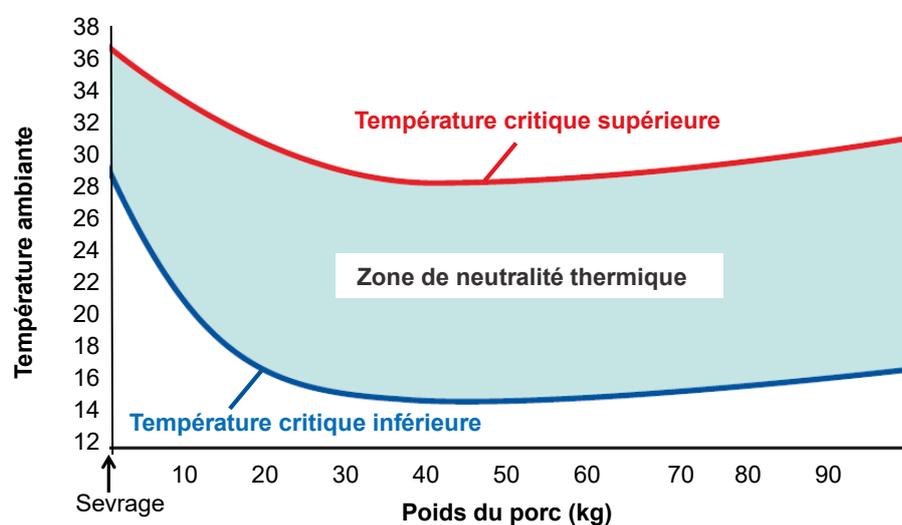
proliférations bactériennes et d'autre part une augmentation importante de la température de l'eau diminuant sa consommation par les animaux.

### ■ 1.2. Absence d'inconfort

L'absence d'inconfort est garantie par un environnement approprié, avec suffisamment d'espace pour que les animaux soient libres de leurs mouvements, une zone de repos confortable et sans courant d'air, un éclairage suffisant et non permanent pour que les porcs puissent voir et être soumis à un rythme nyctéméral, et le confort thermique nécessaire. Une litière composée de paille a des propriétés similaires au type de substrat qu'un porc trouverait naturellement, agissant comme un coussin et réduisant ainsi l'inconfort et les blessures (Arey, 1993). Plusieurs études ont montré que le risque de bursite (inflammation et gonflement d'une poche (bourse séreuse) située autour des articulations, entre les tendons et l'os) était nettement inférieur dans les élevages alternatifs, avec accès à l'extérieur ou sur paille, que dans les élevages en claustration (Kongsted & Sørensen, 2017). La gravité de la bursite en effet est associée à un environnement dur et inconfortable qui augmente la pression exercée sur la peau.

La zone de confort thermique du porc est inversement corrélée à son poids (figure 1). Hormis les porcelets, les

**Figure 1.** Zone de confort thermique des porcs (Great Britain Ministry of Agriculture Fisheries Food, 1982).



porcs sont sensibles aux températures élevées. Ils présentent en effet des possibilités de régulation thermique limitées, dépendantes, en milieu sauvage, de sa capacité à se rafraîchir grâce à des bains de boue (Mormède *et al.*, 2006). Les animaux réagissent à une température ambiante élevée en se positionnant de préférence sur un sol favorisant les pertes de chaleur par conduction. Ducreux *et al.* (2002) ont montré que les porcs se reposent préférentiellement sur de la paille à 18 °C, alors qu'à 27 °C ils se reposent sur des sols composés de caillebotis béton ou de béton nu. Cependant, en dehors des températures élevées, la paille est nettement plus confortable pour les porcs que les sols en béton nu. La paille apporte un confort thermique et peut réduire les exigences en température d'ambiance des porcs en croissance jusqu'à 6 °C (Arey, 1993).

Pour les porcs en plein air, la principale difficulté est de maintenir les animaux propres et secs en conditions météorologiques humides (Brillouet *et al.*, 2010). Le type et la gestion des cabanes doivent être adaptés afin que les animaux puissent y trouver toutes les conditions de confort dont ils ont besoin. Elles doivent être suffisamment grandes pour accueillir les animaux et confortables. En maternité, il existe un effet saison sur la mortalité des porcelets en plein air (Rangstrup-Christensen *et al.*, 2018). Cet effet est à rapprocher de la gestion du confort lors de la mise bas, et à la capacité de la truie à préparer correctement son nid dans la cabane. Une trop faible densité du couvert végétal du parc, accompagnée de la présence permanente de boue, augmente l'humidité et l'inconfort dans la cabane (Brillouet *et al.*, 2010). Or le porcelet est très sensible au froid et aux courants d'air à la naissance. Une température ambiante trop basse augmente la proximité des porcelets avec leur mère et favorise la mortalité par écrasement. Cela peut être corrigé par un paillage abondant des cabanes (Berger *et al.*, 1997). Le choix du type de cabane impacte également le taux de mortalité avant sevrage (Honeyman, 2005). Notons que les porcelets peuvent aussi souffrir lorsqu'il fait très chaud. La chaleur impacte les qualités

laitières de la truie qui, en outre, passe plus de temps à l'extérieur de la cabane à se rafraîchir plutôt qu'à allaiter ses porcelets (Rangstrup-Christensen *et al.*, 2018). Pour limiter les effets de la chaleur en plein air, il est nécessaire de mettre à la disposition des animaux des zones d'ombre ou des zones de rafraîchissement, comme des buses d'aspersion ou des bauges (des bassins de boue liquide) (EFSA, 2005). Les mares sont également utilisées pour se rafraîchir par temps chaud et se protéger des insectes (D'Eath & Turner, 2009), avec toutefois des risques de noyades de porcelets quand les truies y mettent bas (en cas de fortes chaleurs).

### ■ 1.3. Absence de douleur et de blessures

L'absence de maladie est développée dans la troisième partie de cette revue.

Blessures et douleurs peuvent être des conséquences de bagarres entre animaux. Dans l'étude de Dippel *et al.* (2013) réalisée dans des élevages biologiques européens, les lésions sur les truies, liées à des bagarres, objectivées par la présence de blessures, concernaient 15,5 % et 7,9 % de l'ensemble des animaux observés, selon que ces blessures se trouvaient respectivement sur la partie antérieure ou postérieure de l'animal. Ces moyennes cachent toutefois une très grande variabilité entre élevages dans cette étude, indépendamment du système d'exploitation.

Les porcelets élevés en plein air présentent moins de comportements agressifs les uns envers les autres que ceux élevés en bâtiment, que ce soit avant ou après le sevrage (Hötzel *et al.*, 2004). Ces comportements sont susceptibles de causer des blessures. Dans une étude réalisée au Royaume-Uni, il y avait significativement moins de blessures sévères sur les porcs en croissance élevés en plein air que dans les élevages confinés (Pandolfi *et al.*, 2017). Paradoxalement il y avait plus d'animaux présentant des lésions dans les élevages dans lesquels les animaux élevés en bâtiment avaient un accès plein air, la différence avec les animaux élevés en plein air intégral étant significative. Des observations équivalentes

ont été constatées au niveau des queues et des lésions de cannibalisme, à savoir plus de lésions sur les porcs en croissance, élevés dans des systèmes mixtes bâtiment-plein air, et moins de lésions sur les animaux élevés intégralement en plein air. Les animaux élevés en bâtiment avec accès à l'extérieur ont probablement plus de difficultés à contrôler leur environnement thermique en passant d'un système protégé à un système plein air, ce qui pourrait expliquer les comportements agressifs plus nombreux dans ce type d'élevage (Pandolfi *et al.*, 2017). Des études réalisées en abattoirs (Alban *et al.*, 2015 ; Kongsted & Sørensen, 2017) ont par ailleurs montré que des animaux élevés avec des parcours extérieurs présentaient plus de lésions de queues que des animaux issus de systèmes conventionnels. À noter toutefois que la caudectomie est moins souvent pratiquée dans ce type d'élevage, contrairement aux élevages conventionnels. Cette différence de pratique peut expliquer, au moins en partie, ces observations à l'abattoir. En revanche, par rapport aux animaux élevés sur caillebotis, les morsures de queue sont moins fréquentes quand les animaux disposent de paille (Brillouet *et al.*, 2010), les animaux passant plus de temps à examiner le sol et à se déplacer, et significativement moins de temps à mordre la queue de leurs congénères.

Les blessures et les douleurs peuvent être induites par le système d'élevage en lui-même et par les pratiques de l'éleveur. On pense bien entendu à la castration chirurgicale des animaux, encore très fréquente ou à l'épointage des dents, plus rare en production biologique (Prunier, 2010a) et en plein air. En revanche, la pose d'anneau au niveau du groin des animaux élevés en plein air est une pratique toujours utilisée aujourd'hui (D'Eath & Turner, 2009), principalement sur les truies, notamment en France, au Danemark et en Allemagne (Prunier, 2010a). Le comportement actif de recherche de nourriture des porcs peut conduire à la destruction des pâturages. Cette activité devient douloureuse avec un anneau au niveau du groin. Cette douleur ainsi que celle engendrée par la pose de l'anneau, associée à l'inhibition de l'activité de foussement, sont des éléments négatifs.

tifs pour le bien-être de ces animaux élevés en plein air (Lindgren *et al.*, 2014 ; Luković *et al.*, 2017 ; Van der Mheen et Vermeer, 2005).

#### ■ 1.4. Liberté d'exprimer des comportements naturels

Parmi les critiques les plus fréquentes contre les systèmes d'élevage conventionnels, on retrouve l'absence de liberté pour les animaux d'exprimer des comportements naturels (Gade, 2002). En milieu sauvage, les porcs sont actifs pendant la journée et passent 75 % de ce temps actif à rechercher de la nourriture, notamment à fouiller, à brouter, à mâchonner et à explorer avec leur groin (D'Eath & Turner, 2009). De nombreuses études montrent que les animaux sont plus actifs, en position debout, dans les systèmes d'élevage alternatifs que dans les systèmes conventionnels (Velazco *et al.*, 2013). Sur paille, les porcs en croissance passent plus de temps à être en interaction avec leur environnement, à avoir un comportement exploratoire. Il existe toutefois une variabilité inter-élevage élevée pour chaque type de sol (Courboulay *et al.*, 2008).

La paille réduit également les comportements sociaux nuisibles, comme les morsures d'oreilles ou de queues (Van de Weerd *et al.*, 2006). De nombreuses études (Pandolfi *et al.*, 2017 ; Temple *et al.*, 2012) montrent que la paille ou tout autre substrat organique utilisés en tant que litière, restent les matériaux les plus efficaces pour réduire les comportements inappropriés. Lorsqu'il n'est pas possible de fournir de la paille, il est possible d'apporter des objets d'enrichissement que les animaux pourront mâchouiller, mordre, fouiller et renifler, comme des morceaux de bois ou des cordes naturelles par exemple.

Lorsqu'ils sont en plein air, les porcelets non sevrés bénéficient d'un grand espace et d'un milieu riche qui leur permettent d'exprimer leur comportement naturel dans de bonnes conditions (Prunier *et al.*, 2014). Ils passent plus de temps à explorer le milieu, à se nourrir, à marcher et à jouer par rapport aux porcelets en bâtiment (Hötzel *et al.*, 2004). Ils ont moins de comportements agressifs et passent moins de temps à intera-

gir avec leur mère. La possibilité d'avoir des interactions sociales entre les porcelets de différentes portées pendant la lactation est un autre facteur qui peut induire des différences comportementales. Au sevrage, les porcelets ayant eu des interactions avec ceux d'autres portées pendant la lactation sont moins agressifs après avoir été mélangés avec des porcelets inconnus, que les porcelets dont le groupe social est resté limité à celui de la portée (Verdon *et al.*, 2019). Leurs mères ont aussi un comportement différent lorsqu'elles sont en plein air : elles passent plus de temps debout à explorer le milieu que les truies confinées (Hötzel *et al.*, 2004). Les truies et les porcelets en plein air montrent un répertoire comportemental plus riche (Johnson *et al.*, 2001).

La paille et les matériaux trouvés en plein air permettent aux truies de construire un nid et peuvent influencer leur comportement maternel. En milieu sauvage, les truies préparent un nid en creusant le sol avec leur groin et en faisant des allers et retours pour aller chercher des longues herbes, des feuilles et des petites brindilles (D'Eath & Turner, 2009 ; Mormède *et al.*, 2006), supports que la paille peut simuler sans difficulté.

#### ■ 1.5. Absence de peur, de stress et d'anxiété

Les travaux sur la relation homme-animal décrivent une aptitude des porcs à développer des réactions de peur et d'anxiété à l'approche de l'homme (Hemsworth, 2003). Cette peur, que l'on peut notamment évaluer par les comportements de retrait des animaux au contact d'un homme (Welfare Quality Consortium, 2009), semble comparable selon que les truies sont logées en groupe en bâtiment ou en plein air (Scott *et al.*, 2009). La sociabilisation des animaux est aussi importante en élevage alternatif qu'en élevage confiné pour réduire le stress et l'anxiété liées par exemple à la manipulation des animaux (Sutherland *et al.*, 2013).

Le sevrage est une période critique d'adaptation et de stress. Les effets cumulés d'une séparation soudaine de la truie, d'un passage d'un régime laitier à un régime à base de céréales,

d'un mélange avec des porcs inconnus pour la première fois et d'un changement d'environnement physique, imposent des exigences importantes en termes d'adaptation (Prunier *et al.*, 2010). Dans les conditions naturelles ou semi-naturelles, le sevrage des porcelets nés de porcs sauvages est un processus progressif, qui commence vers la 4<sup>e</sup> semaine et se termine entre la 9<sup>e</sup> et la 17<sup>e</sup> semaine de vie. En élevage conventionnel, les porcelets sont classiquement sevrés entre 3 et 5 semaines d'âge. L'augmentation de l'âge au sevrage a une influence sur l'adaptation des porcelets élevés en plein air, en réduisant les comportements de détresse et en améliorant le comportement alimentaire (Hötzel *et al.*, 2010). Dans les élevages en agriculture biologique, les porcelets sont sevrés plus tard qu'en élevage conventionnel, après l'âge de 6 semaines. Plusieurs études montrent que l'augmentation de l'âge au sevrage peut diminuer les taux de cortisol salivaire ou plasmatique au sevrage (Van der Meulen *et al.*, 2010), un taux de cortisol élevé étant un indicateur de stress aigu.

Le stress, la peur et l'anxiété peuvent aussi être induits par la présence de prédateurs. Les jeunes porcelets élevés en plein air sont exposés à la prédation, notamment par des corvidés, les renards et même les blaireaux (Prunier *et al.*, 2014). Dans une étude visant à analyser les causes de mortalité (dont la prédation fait partie) de porcelets en plein air, Edwards *et al.* (1994) ont montré que 6 % des cadavres de porcelets présentaient des traces d'attaques d'oiseaux.

#### ■ 1.6. Bilan

Les systèmes extensifs donnent aux animaux la possibilité d'exprimer un panel comportemental plus large qu'en bâtiment (tableau 1), comprenant la plupart de leurs comportements naturels, mais le contrôle de l'environnement y est plus difficile, notamment la gestion de l'alimentation, de l'abreuvement, des températures et des prédateurs. Les systèmes sur litières permettent également l'expression d'un spectre comportemental plus large et procure aux animaux une source de confort,

**Tableau 1.** Synthèse des atouts et des limites en matière de bien-être animal en fonction du mode d'élevage (d'après les données issues des références bibliographiques citées dans l'article).

	Conventionnel	Bâtiment avec litière	Bâtiment avec courettes extérieures	Plein air intégral
<b>Absence de faim</b>	+++	++	++	+
<b>Absence de soif</b>	+++	+++	+++	+
<b>Absence d'inconfort</b>				
• Thermique :				
- T° Chaudes	++	++	+++	?
- T° froides	+++	+++	+++	?
- Humidité	+++	+++	++	-
• Sol confortable	-	+++	+++	+++
• Aire de repos confortable	+	++	+++	?
<b>Absence de douleur, de blessures</b>	-	+++	+	++
<b>Exprimer un comportement naturel</b>	-	+++	+++	+++
<b>Absence de stress, de peur</b>	+++	+++	++	+

+++ : Très favorable ; ++ assez favorable ; + peu favorable ; - défavorable ; ? inconnu.

sous réserve que la litière soit saine et sèche. Les systèmes alternatifs, avec un environnement enrichi, offrent de nombreuses solutions pour contrôler les points critiques du bien-être animal, contrairement à l'élevage conventionnel, où les porcs ont plus de difficultés à exprimer leur comportement naturel, malgré l'ajout de matériaux d'enrichissement, voire une augmentation des surfaces par animal. Si les points critiques sont sous contrôle, les systèmes alternatifs sont plus adaptés que les systèmes conventionnels pour garantir un niveau plus élevé de bien-être.

## 2. Biosécurité

La biosécurité englobe toutes les mesures à mettre en place pour limiter le risque d'introduction d'agents pathogènes dans les élevages (bio-exclusion, biosécurité externe), pour limiter la dissémination de l'agent pathogène au sein de l'exploitation (bio-compartimentation, biosécurité interne), pour limiter la dissémination de l'agent infectieux en dehors de l'exploitation, afin de prévenir le risque de contamination des animaux, des humains et de l'environnement.

### ■ 2.1. Bio-exclusion

Ces mesures de biosécurité ont pour objectif d'éviter que des agents pathogènes ne pénètrent puis ne contaminent les élevages. Les élevages alternatifs, proposant aux animaux un accès extérieur, ont plus de difficultés à mettre en place des mesures de bio-exclusion strictes. La probabilité d'exposition de ces élevages à certains agents pathogènes circulant dans la faune sauvage comme le virus de la peste porcine africaine par exemple, est beaucoup plus élevée (Anses, 2018b). C'est d'autant plus le cas dans les systèmes très extensifs, notamment le système sylvopastoral largement répandu dans certains pays du sud de l'Europe (par exemple en Espagne), dans lequel les porcs pâturent dans des zones de forêts naturelles (Sørensen *et al.*, 2006). La biosécurité est presque impossible à appliquer lorsque les animaux ont accès à des parcours partagés par différents troupeaux, comme on peut le rencontrer en Sardaigne, en Corse ou dans les forêts publiques en Géorgie ou en Arménie (Bellini *et al.*, 2016).

C'est bien entendu le contact avec la faune sauvage, et principalement les

sangliers, qui pose le plus de problèmes lorsque les porcs sont élevés en plein air. Le contact avec des sangliers peut être une source d'infection, par exemple de brucellose, de peste porcine classique, de peste porcine africaine ou de maladie d'Aujeszky. Le nombre croissant de sangliers sauvages dans certaines régions, notamment en Europe, et leur capacité à coloniser de nouveaux espaces, constituent des menaces pour les élevages plein air. Par ailleurs, les sangliers sont attirés par les truies en chaleur et par l'aliment distribué aux animaux. Ils s'approchent d'autant plus près de la clôture du parc où sont élevés les porcs que la distance entre le parc et la ferme est importante (Wu *et al.*, 2012). Le risque de contact entre ces deux populations est donc plus élevé, d'autant plus dans des zones où la mise en place et l'entretien de clôtures opérationnelles est délicat.

Les porcs peuvent être aussi en contact avec d'autres espèces vectrices de maladies, comme le lièvre par exemple qui peut véhiculer la brucellose. Les porcs élevés en plein air sont inévitablement exposés à certains sérovars de leptospires provenant de diverses espèces sauvages dont le

hérisson, le renard et les rats (Roman *et al.*, 2006). Les rongeurs peuvent être des réservoirs de multiples agents pathogènes pouvant affecter les porcs comme *Erysipelothrix rhusiopathiae* (Leirs *et al.*, 2004), *Brachyspira hyodysenteriae*, *Lawsonia intracellularis* (Roman *et al.*, 2006), plusieurs sérovars de *Salmonella enterica subsp enterica* et de *Yersinia*, des parasites comme *Toxoplasma gondii*, *Trichinella* spp. et *Echinococcus multilocularis* (Leirs *et al.*, 2004). Le contrôle des rats dans les élevages alternatifs est particulièrement compliqué, les lieux de protection ou de nidification étant plus nombreux et la lutte chimique moins aisée qu'en bâtiment fermé. Il a été mis en évidence une corrélation positive entre la présence de rats et le stockage de paille dans les porcheries (Leirs *et al.*, 2004).

Les oiseaux constituent un autre vecteur qu'il est très difficile de contrôler dans les systèmes alternatifs, car cela impliquerait d'empêcher l'accès des parcs aux oiseaux et le contact avec les animaux d'élevage. Les oiseaux peuvent être impliqués par exemple dans la propagation de la gastro-entérite transmissible, de salmonelloses, ou de tuberculoses aviaires (Roman *et al.*, 2006).

Parmi les autres vecteurs, on peut aussi citer certaines tiques, comme *Ornithodoros moubata* et *O. erraticus* qui ont contribué à la transmission du virus de la peste porcine africaine dans les élevages plein air en péninsule ibérique.

Enfin, les animaux élevés en plein air sont plus accessibles pour des visiteurs curieux, ce qui facilite la transmission d'agents zoonotiques (Sørensen *et al.*, 2006) ou encore la distribution de restes d'aliments contaminés par des agents infectieux comme les virus de la peste porcine africaine ou de la peste porcine classique.

La litière utilisée dans les élevages alternatifs représente un autre danger en termes de biosécurité. Plusieurs études ont montré que lorsque les systèmes d'élevage comprennent de la sciure, des copeaux de bois ou de la paille, l'incidence de la tuberculose

causée par *Mycobacterium avium* augmente (Álvarez *et al.*, 2011). La litière peut avoir été exposée à d'autres animaux, et avoir été contaminée (Roman *et al.*, 2006). La litière doit donc être protégée et entreposée de sorte à empêcher les contacts avec des suidés domestiques autres que ceux détenus sur l'exploitation, ou des suidés sauvages. Elle doit en outre être protégée d'éventuelles contaminations par des nuisibles. Il en est de même pour les aliments distribués aux animaux (Bellini *et al.*, 2016).

Afin de réduire les contacts entre la faune sauvage et les porcs domestiques élevés avec un accès extérieur, la mise en place de clôtures est fortement recommandée, voire obligatoire selon les pays. La succession des crises sanitaires, et notamment la diffusion de la peste porcine africaine, pousse les filières porcines et les États à prendre conscience de l'importance de la biosécurité. En France, le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation a signé en 2018 un arrêté relatif aux mesures de biosécurité applicables dans les exploitations détenant des suidés (Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2018). Les mesures les plus importantes pour les élevages alternatifs concernent les clôtures devant interdire d'une part l'intrusion de suidés sauvages au sein de la zone d'élevage et d'autre part, les contacts groins à groins entre les suidés de l'élevage et les suidés sauvages. Ces mesures ne concernent pas seulement les élevages plein air car ce type de contact est aussi possible dans des élevages avec courettes extérieures, ou pour des animaux élevés en bâtiment sur litière avec un ou plusieurs pans de murs ajourés sur l'extérieur. Ces clôtures sont souvent coûteuses et difficiles à mettre en place, mais aussi à entretenir sur le long terme (Bellini *et al.*, 2016). Leur entretien est primordial, notamment lorsqu'il s'agit de systèmes électrifiés. Tout contact entre les fils et le sol diminue l'efficacité de la clôture (fuite de courant vers le sol). Un désherbage autour de la clôture est donc nécessaire mais peut rapidement être fastidieux, notamment dans les élevages biologiques où l'utilisation de désherbants de synthèse est en général interdite, notamment en France.

## ■ 2.2. Bio-compartimentation

Le maintien d'une infection au sein d'une population peut être favorisé dans les élevages alternatifs par la présence de litière augmentant la probabilité de contact des animaux avec leurs déjections. À la différence des élevages en bâtiment sur caillebotis, les types de sol rencontrés dans ces élevages ne permettent pas toujours un drainage correct de l'urine et une évacuation suffisante des matières fécales. Le contact permanent ou répété du porc avec les excréments augmente le risque de contamination (notamment de troubles entériques), entre les porcs d'un même enclos (EFSA, 2005). Le type de sol et de bâtiment a également un impact sur la capacité à décontaminer l'environnement après le passage des animaux. Le nettoyage et la désinfection suivis du vide sanitaire représentent les éléments principaux de la bio-compartimentation. Il va sans dire que ces techniques sont difficilement applicables en élevage plein air et restent compliquées dans les élevages sur litière où il est difficile de retirer l'ensemble des matières organiques. À cela s'ajoute le nombre limité de produits désinfectants utilisables dans les élevages biologiques, notamment en Europe.

## ■ 2.3. Bilan

La biosécurité est probablement le plus grand défi pour l'élevage de porcs alternatif. Au cours des dernières décennies, de grandes maladies infectieuses sont apparues dans les exploitations agricoles conventionnelles. Toutefois, ces exploitations ont la possibilité de les contrôler, au moins à long terme, en mettant en place des mesures strictes de bio-exclusion et de bio-confinement. D'une façon générale, les élevages alternatifs appliquent les mesures de biosécurité de façon moins rigoureuse, notamment les élevages plein air (tableau 2), dans lesquels elles sont plus difficiles à mettre en œuvre, et pour lesquels les investissements de clôtures sont importants. Le développement des élevages de production alternatifs peut représenter une difficulté dans la lutte contre les agents pathogènes, en particulier ceux circulant dans la faune sauvage.

**Tableau 2.** Synthèse des atouts et des limites en matière de biosécurité en fonction du mode d'élevage (d'après les données issues des références bibliographiques citées dans l'article).

	Conventionnel	En bâtiment avec litière	Courettes extérieures	Plein air
<b>Biosécurité générale</b>	+++	++	+	-
<b>Bio-confinement/bio-exclusion</b>				
• Contacts :				
- Faune sauvage	+++	++	+	-
- Nuisibles et vecteurs	+++	++	+	-
- Homme	++	++	+	-
• Litière et aliment	++	-	++	+
<b>Bio-compartmentation</b>	++	+	-	-

+++ : Très favorable ; ++ assez favorable ; + peu favorable ; - défavorable ; ? inconnu.

### 3. Santé animale

La plus grande difficulté à appliquer des mesures de biosécurité et la diversité biologique du milieu dans lequel évoluent les porcs en systèmes alternatifs peuvent augmenter les probabilités d'exposition à des agents infectieux pathogènes. De plus, la conduite des animaux liée à ces systèmes d'élevage peut également être à l'origine de troubles de la santé.

#### ■ 3.1. Mortalités

##### a. Porcelets avant sevrage

La mortalité des porcelets dans les jours qui suivent la naissance concerne tous les élevages de porcs mais plus particulièrement les élevages en systèmes alternatifs. En effet de nombreuses études montrent que la mortalité périnatale est plus importante dans ces types d'élevage. Robledo *et al.* (2007) ont comparé trois systèmes pour les mises bas de truies de race ibérique. Le taux de survie des porcelets nés dans un système où les truies étaient bloquées durant la lactation était nettement meilleur (87,8 %) que ceux obtenus soit en plein air (81,9 %), soit dans une case sur sol plein avec de la paille et un accès extérieur pour les porcelets (80,1 %). Cette mortalité intervient principalement dans les 4 premiers jours de vie du porcelet. Elle est d'autant plus élevée en production biologique que la taille de la portée est

importante et que la truie est grasse et âgée (Rangstrup-Christensen *et al.*, 2018).

Les écrasements constituent de loin la première cause de mortalité avant sevrage. La surmortalité par écrasement peut en partie s'expliquer par le fait qu'il est plus difficile de surveiller les mises bas et d'intervenir en toute sécurité lorsqu'une truie est en liberté que lorsqu'elle est bloquée (KilBride *et al.*, 2012). Mais cela ne signifie pas pour autant que l'éleveur doit être plus présent. En effet, en système plein air, les interventions des éleveurs lors de la mise bas peuvent avoir un effet défavorable en augmentant les taux de mortalité avant sevrage, la perturbation des truies non bloquées pouvant être une cause importante d'écrasements (Berger *et al.*, 1997).

Dans une étude réalisée dans 112 élevages en Angleterre, aucune différence en termes de mortalité de porcelets n'a été mise en évidence au cours de la phase de lactation selon le mode d'élevage des truies. Cette absence de différence peut s'expliquer par des causes de mortalité différentes selon les types d'élevage : par écrasement en alternatif et pour des raisons infectieuses en bâtiment (KilBride *et al.*, 2012). Dans cette même étude il a été constaté une réduction du taux de mort-nés dans les systèmes plein air, liée, d'après les auteurs, à une plus grande liberté de mouvements des truies induisant des mises bas plus rapides.

##### b. Période de post-sevrage et d'engraissement, reproduction

En période de post-sevrage d'engraissement, Lahrman *et al.* (2004) ont montré que les taux de mortalité étaient moins élevés en systèmes alternatifs qu'en élevage confiné, mais cela reste à confirmer par d'autres études. Par contre, le taux de mortalités des truies semble plus important sur les truies élevées en plein air, avec moins de Mammites-Métrites-Agalactie (MMA) et de torsions ou de distensions intestinales, mais plus d'infections urogénitales, d'insuffisances cardiaques et de problèmes locomoteurs (Karg & Bilkei, 2002).

#### ■ 3.2. Troubles de la reproduction

Deux études, incluant au total 83 élevages en bâtiment et 138 avec un accès plein air, suggèrent que les truies élevées en plein air présentent moins de MMA que celles élevées en bâtiment (Karg & Bilkei, 2002 ; Leeb *et al.*, 2019). Notons toutefois qu'il est probablement plus difficile pour un éleveur d'observer une MMA sur une truie en liberté élevée en plein air.

Parmi les principaux agents infectieux auxquels les animaux ayant un accès plein air sont plus exposés, il y a bien entendu *Brucella suis* (agent pathogène responsable de troubles de la reproduction), dont la séroprévalence est élevée chez les sangliers, notamment en Europe et qui peut être à l'origine de

troubles de la fertilité, des avortements ou des orchites (inflammation des testicules) sur les verrats (Olsen *et al.*, 2019). Dans une étude réalisée en Croatie, 67 des 1 997 troupeaux testés ont présenté des anticorps contre la brucellose (3,3 %). Parmi eux, seuls deux n'étaient pas conduits en plein air (Cvetnić *et al.*, 2009), les niveaux de séroprévalence étant nettement plus faibles dans les régions où les animaux sont élevés en bâtiment.

Les performances de reproduction (fertilité et prolificité notamment) sont souvent plus faibles en élevage biologique (Brillouet *et al.*, 2010 ; Lindgren *et al.*, 2013), mais cela ne signifie pas forcément que la santé des truies est moins bonne. Les problèmes de reproduction peuvent aussi être liés au système d'élevage. On sait par exemple que des truies élevées en groupe durant la lactation ont plus de risque d'ovuler durant leur lactation (Hultén *et al.*, 1995) avec une diminution de la fertilité après le sevrage.

### ■ 3.3. Maladies respiratoires

Bien que l'élevage en système ouvert semble offrir de nombreux facteurs protecteurs vis-à-vis des maladies respiratoires, notamment en raison d'une meilleure qualité de l'air, les troubles respiratoires même si moins fréquents, ne sont pas totalement absents en système alternatif (Früh *et al.*, 2014). Leeb *et al.* (2019) ont réalisé des comptages d'éternuements et de toux dans 74 élevages biologiques dans huit pays européens. Ils ont mis en évidence qu'il y avait moins de troubles respiratoires quand les animaux sont élevés avec un parcours plein air durant toute leur vie que dans les autres types d'élevage. Mais il est plus difficile de dénombrer les toux et les éternuements en plein air, ce qui peut induire un biais dans ces résultats. Pour limiter ce biais, il est possible d'objectiver et de comparer les lésions du système respiratoire au moment de l'abattage des animaux. D'après une étude réalisée au Danemark, la prévalence réelle des lésions respiratoires serait de 42 % en production porcine conventionnelle contre 16,5 % en production biologique (Bonde *et al.*, 2010). Dans une

autre étude réalisée en Suède, 7,4 % des porcs issus d'élevages conventionnels observés à l'abattoir présentaient des lésions de pleurésie contre seulement 1,8 % des porcs issus d'élevages biologiques (Hansson *et al.*, 2000). Mais il existe des études discordantes, plus récentes, réalisées au Danemark, qui ne mettent pas en évidence de différence significative au niveau des lésions du système respiratoire en fonction du système d'élevage (Alban *et al.*, 2015 ; Kongsted et Sørensen, 2017). Seules les pleurésies sont plus fréquentes dans l'étude d'Alban *et al.* (2015) dans les élevages conventionnels. Au-delà du système d'élevage, c'est surtout un effet élevage qui est mis en évidence dans l'étude de Kongsted & Sørensen (2017), en lien avec une gestion différente des facteurs de risque de pathologie respiratoire, comme par exemple la qualité du confort et de la ventilation, l'hygiène, la conduite d'élevage ou encore l'alimentation (Fablet *et al.*, 2012 ; Maes *et al.*, 1999 ; Stärk *et al.*, 1998 ; Yaeger & Van Alstine, 2019).

### ■ 3.4. Pathologie digestive

La pathologie digestive est une grande dominante en production porcine et concerne aussi les systèmes d'élevage alternatifs, et notamment la production biologique (Leeb *et al.*, 2019). Mais peu d'études comparant les troubles digestifs en fonction des systèmes d'élevage existent. Leeb *et al.* (2019) observent une fréquence plus élevée de diarrhées dans les élevages biologiques lorsque les porcs ne sont pas élevés en plein air. Toutefois, ces résultats sont à relativiser, au regard de la difficulté à observer ce type de symptômes sur des animaux à l'extérieur. Au-delà des désordres digestifs *per se*, aucune différence n'a été mise en évidence au niveau du microbiote fécal, dans une étude réalisée sur des porcs en fin de période d'engraissement, selon que les animaux proviennent d'élevages conventionnels ou biologiques (Gerzova *et al.*, 2015).

Bonde *et al.* (2010) ont observé à l'abattoir plus de lésions d'entérite ou de péritonite en élevage biologique qu'en élevage conventionnel. De leur côté, Guy *et al.* (2002) ont noté des niveaux

moins élevés d'ulcères gastriques dans les élevages en systèmes alternatifs (plein air ou sur paille) que dans les élevages conventionnels. Ces observations restent toutefois à confirmer par d'autres études.

Au-delà du système d'élevage à proprement parler, il existe une grande variabilité d'expression des troubles digestifs entre élevages qui peut s'expliquer par des différences de gestion des facteurs de risque, comme le confort, la conduite d'élevage, l'hygiène ou l'alimentation. En l'absence de certaines matières premières, et notamment les acides aminés de synthèse souvent utiles pour un apport protéique équilibré et dont les proportions impactent la santé digestive des animaux (Chalvon-Demersay *et al.*, 2021), l'alimentation des porcs en élevages biologiques peut être délicat. Cela impose une attention particulière quant au choix des matières premières composant l'aliment distribué aux animaux, afin de prévenir notamment les troubles digestifs. L'hygiène tient une place primordiale dans la gestion des troubles digestifs. D'après Vannucci *et al.* (2019), les entérites nécrotiques induites par *Lawsonia intracellularis* sont plus fréquentes dans des conditions qui facilitent le cycle oro-fécal, comme l'utilisation d'une litière de paille ou d'un sol plein.

### ■ 3.5. Parasitisme

La présence de parasites internes (endoparasites) ainsi que l'intensité des infestations sont fortement influencées par le système d'élevage. Le parasitisme interne reste une préoccupation majeure dans les systèmes alternatifs, notamment ceux avec un accès plein air (Früh *et al.*, 2014). Ces conditions d'élevage sont en effet plus favorables au développement et à la survie des différents stades des parasites dans l'environnement (Salajpal *et al.*, 2013).

Dans une étude réalisée aux Pays-Bas dans neuf élevages conventionnels, 11 élevages biologiques et 16 élevages non biologiques avec un accès plein air, la prévalence des infestations par les helminthes était plus importante quand les animaux étaient élevés à l'extérieur, que l'élevage soit biologique ou non.

Dans cette étude, seuls trois helminthes (*Ascaris suum*, *Oesophagostomum* spp et *Trichuris suis*) et des coccidies ont été identifiés. D'autres espèces comme *Hyostrongylus rubidus*, *Metastrongylus* spp., *Strongyloides ransomi* ou *Stephanurus dendatus* sont moins souvent observées (Carstensen *et al.*, 2002 ; Prunier, 2010b) quel que soit le type d'élevage.

La coccidiose peut être une cause importante de diarrhées chez les porcelets non sevrés de plus de 7 jours d'âge. Elle est en général due à *Cystoisospora suis*. Dans l'étude précédemment mentionnée (Eijck & Borgsteede, 2005), il y avait systématiquement plus d'oocystes présents dans les déjections des truies en système alternatif. Mais il s'agissait d'*Eimeria* spp. dont l'impact sur les animaux reste à évaluer. *C. suis* a été isolé dans des déjections de porcelets, sans différence significative selon le système d'élevage.

Les helminthes représentent une problématique très importante dans les élevages alternatifs. Dans l'étude néerlandaise précédemment rapportée (Eijck & Borgsteede, 2005), il n'y avait pas de différence entre les niveaux d'infestation par *Oesophagostomum* spp. entre les systèmes d'élevage. Environ 25 % des élevages présentaient des *Oesophagostomes*, confirmant les observations d'autres études (Carstensen *et al.*, 2002 ; Prunier, 2010b). Concernant *Trichuris suis*, le niveau d'infestation était nettement supérieur (37 %) dans les élevages plein air par rapport aux élevages conventionnels (11 %). *T. suis* était le deuxième endoparasite le plus souvent mis en évidence, loin derrière *Ascaris suum* isolé dans 60 % des élevages alternatifs, contre seulement 11 % des élevages conventionnels (Eijck et Borgsteede, 2005). Lors de sa migration larvaire, *A. suum* traverse le foie, ce qui entraîne la formation de taches blanches (*milk spots*) facilement observables à l'abattoir si la migration s'est produite dans le mois précédent l'abattage des animaux. De nombreuses études ont comparé les niveaux de prévalence de foies présentant des « *milk spots* » selon le système d'élevage. Dans quasiment toutes les études la fréquence de foies atteints est plus élevée quand

les porcs proviennent de systèmes d'élevage avec un accès plein air (Alban *et al.*, 2015 ; Kongsted & Sørensen, 2017). Une étude britannique a en outre montré que la présence de litière sur sol plein (de la paille par exemple) représentait un facteur de risque (Odds ratio (OR) = 1,5 [1,26 ; 1,85]<sub>95%</sub>) d'une prévalence élevée de « *milk spots* » (Sanchez-Vazquez *et al.*, 2010).

Le contrôle des parasitoses est fondé sur la rupture du cycle de vie du parasite, ce qui est compliqué dans les élevages alternatifs de par la nature de l'environnement. Lindgren *et al.* (2019) ont mis en évidence des œufs d'*A. suum* et de *T. suis* dans respectivement 79 et 57 % des 28 prélèvements de sol effectués dans des élevages biologiques en Suède. Les élevages hébergeant des porcs en plein air depuis longtemps semblent plus infestés, en lien probablement avec la résistance des œufs, notamment d'*A. suum* qui peuvent rester viables jusqu'à 10 ans dans l'environnement (Roepstorff & Nansen, 1994).

Les principaux ectoparasites (externes) chez le porc sont la gale (*Sarcoptes scabiei* var. *suis*) et les poux (*Haematopinus suis*), même si des puces ou des tiques peuvent aussi être détectées, notamment chez les porcs ayant accès à des pâturages extensifs ou aux bois (Salajpal *et al.*, 2013). Dans une enquête réalisée dans 110 élevages allemands de tout type, respectivement 2,5 et 19,1 % des truies observées étaient infestées par *Haematopinus suis* et *Sarcoptes scabiei* var. *suis* (Damriyasa *et al.*, 2004). Les auteurs ont observé que les truies logées sur paille en maternité avaient significativement plus de risque d'être infestées par *S. scabiei* (OR = 15,0 [2,9 ; 77,6]<sub>95%</sub>) que les truies non logées sur paille. Pour *H. suis*, c'est l'accès des truies au plein air qui constituait un important facteur de risque (OR = 12,7 [4,0 ; 40,7]<sub>95%</sub>).

### ■ 3.6. Pathologie cutanée

Au-delà des lésions induites par les bagarres (griffures, blessures) ou des parasitoses, les troubles cutanés sur les porcs élevés en production biologique semblent rares (Brillouet *et al.*, 2010). Toutefois, dans l'étude de Kongsted

& Sørensen (2017) réalisée à l'abattoir, les porcs ayant un accès plein air présentaient trois fois plus de lésions cutanées que les porcs issus d'élevage conventionnels. Cependant il n'y a pas de différenciation dans cette étude du type de lésions, constituées principalement de blessures, dermatites, eczéma et piqûres d'insectes. Il paraît toutefois probable que certaines lésions, comme les coups de soleil, soient plus importantes sur les animaux élevés à l'extérieur (Kongsted & Sørensen, 2017).

### ■ 3.7. Troubles locomoteurs

Les troubles locomoteurs, objectivés en premier lieu par la présence de boiteries sur les animaux, sont des affections souvent observées en élevages, y compris en production biologique (Früh *et al.*, 2014). Elles touchent tous les stades, à savoir les porcelets en maternité, en post-sevrage, en engraissement, ainsi que les reproducteurs. Concernant ces derniers, plusieurs études montrent que les truies élevées dans des systèmes alternatifs présentent des taux de boiteries moins importants. Dans l'étude de Knage-Rasmussen *et al.* (2014), 24,4 % des truies conventionnelles présentaient une boiterie, contre seulement 5,4 % des truies biologiques, avec toutefois un effet saison (plus de boiteries en été et en automne). La qualité du sol semble avoir une importance. Leeb *et al.* (2019) ont observé moins de boiteries lorsque les truies ne sont pas élevées en bâtiment, en lien, d'après les auteurs, avec un revêtement plus souple, une exposition moindre au fumier et une activité accrue. En effet, un sol sur caillebotis béton est un facteur de risque important de boiterie par rapport à un sol sur paille (OR = 9,9 [4,4 ; 34,5]<sub>95%</sub>) (Cador *et al.*, 2014).

Des observations menées à l'abattoir montrent que les arthrites (inflammation aiguë ou chronique touchant une ou plusieurs articulations) seraient plus fréquentes lorsque les animaux sont élevés en plein air (Alban *et al.*, 2015 ; Kongsted & Sørensen, 2017). Une des explications serait la difficulté de traiter les animaux malades dans ces systèmes d'élevage. Dans une étude réalisée à l'abattoir, la fréquence d'arthrites était plus élevée sur les porcs biologiques

que non biologiques (respectivement 1,5 % et 0,4 %) (Hansson *et al.*, 2000). Une moins bonne gestion d'*Erysipelothrix rhusiopathiae* dans les élevages biologiques (bactérie responsable du rouget, pouvant être à l'origine d'arthrites et pouvant séjourner dans le sol des enclos) et un plus faible taux de vaccination des animaux sont parmi les hypothèses explicatives avancées par les auteurs. Il existe probablement d'autres facteurs intrinsèques à l'élevage plein air non identifiés.

### ■ 3.8. Anémie et supplémentation en fer

Le porcelet naît naturellement avec peu de réserves en fer. En élevage conventionnel, pour pallier ce manque, l'administration de fer par voie intra-musculaire ou par voie orale est quasi systématique. Or elle est rarement réalisée en élevage plein air ou biologique. Il est souvent convenu que les porcelets nés en plein air ingèrent suffisamment de fer du sol et n'ont pas besoin de supplémentation (Kleinbeck & McGlone, 1999). Il faut sans doute nuancer et dire que le risque d'anémie est faible dans les élevages plein air où le sol apporte du fer dans sa composition intrinsèque (Brillouet *et al.*, 2010). En effet plusieurs études montrent que la supplémentation en fer pourrait tout de même être utile, voire indispensable sur des animaux nés en plein air. Szabo et Bilkei (2002) ont montré que les porcelets nés en plein air ayant reçu une injection de fer à 3 jours d'âge avaient une hémoglobémie plus élevée au sevrage, un taux de morbidité et de mortalité avant sevrage plus faible et un poids de sevrage plus important que les animaux non supplémentés. Plus récemment, Heidebüchel *et al.* (2019) ont montré qu'un second apport en fer vers 2 semaines d'âge pouvait même être utile sur des porcelets biologiques sevrés vers 42 jours d'âge, pour assurer un apport en fer suffisant et de meilleures croissances des porcelets jusqu'au sevrage.

### ■ 3.9. Immunité

Des différences semblent exister sur le plan immunitaire selon que les animaux sont élevés en plein air ou non.

En effet, Kleinbeck *et al.* (1999) ont montré que les porcs élevés à l'extérieur présentaient d'une part une numération leucocytaire, des niveaux de lymphocytes et une réponse des cellules Natural Killer plus faibles, et d'autre part des niveaux de neutrophiles plus élevés que les porcs n'ayant pas accès à l'extérieur. Millet *et al.* (2005) ont quant à eux montré des différences en termes de vitesse de réponse immunitaire suite à des injections de thyroglobuline bovine selon que les porcs sont élevés en bâtiment ou avec un accès plein air. Les IgG et IgM augmentent moins vite suite à l'injection pour les animaux avec un accès plein air en raison, d'après les auteurs, des différences de pressions d'infection, des différences environnementales et des niveaux de stress.

L'exposition à certains composés toxiques peut affecter négativement les capacités de défenses immunitaires des animaux. Certaines mycotoxines, comme le déoxynivalénol ou les fumonisines par exemple, ont un impact négatif sur le système immunitaire des porcs, avec une susceptibilité accrue aux maladies infectieuses et une diminution de l'efficacité des vaccins. Or les élevages biologiques ne pouvant pas utiliser de produits fongicides dans leurs cultures, des niveaux plus élevés de mycotoxines pourraient être présents dans les céréales. C'est notamment ce qui a été montré dans une étude française, avec des niveaux de contamination plus importants par le déoxynivalénol dans le blé biologique que dans le blé conventionnel (Malmauret *et al.*, 2002). En outre, la fourniture de paille induit également un risque d'exposition aux mycotoxines, celles produites par *Fusarium* en particulier (EFSA, 2005).

### ■ 3.10. Traitements et prévention

L'intégrité et l'efficacité du système immunitaire sont d'autant plus importantes à considérer en production biologique que les possibilités de traitement en cas d'infections sont limitées. L'utilisation de traitements allopathiques de synthèse, et notamment des antibiotiques et des anthelminthiques, est autorisée mais seulement

de façon limitée. À cela s'ajoute que les éleveurs en production biologique seraient moins susceptibles d'appeler un vétérinaire pour traiter des problèmes de santé que leurs homologues conventionnels (Sutherland *et al.*, 2013). La difficulté pratique de traiter les animaux en liberté en plein air pourrait par ailleurs expliquer, au moins partiellement, les prévalences plus élevées de nombreuses lésions observées dans les élevages en plein air, qu'ils soient biologiques ou non, comparativement aux élevages conventionnels (Alban *et al.*, 2015 ; Kongsted & Sørensen, 2017).

### ■ 3.11. Bilan

L'accès à l'extérieur surexpose les animaux aux maladies véhiculées par la faune sauvage, en particulier par le sanglier, et à des agents pathogènes qui sont presque impossibles à contrôler dans ces conditions. Contrairement au système d'élevage conventionnel où il est possible pour la plupart des agents infectieux d'assainir l'environnement, cette démarche est beaucoup plus compliquée dans les systèmes sur paille et presque impossible à l'extérieur. Cela explique, au moins en partie, pourquoi le parasitisme est si difficile à gérer dans ces systèmes d'élevage (tableau 3). Par ailleurs, la difficulté pratique de traiter les animaux malades en plein air est un autre problème, qui contribue notamment à l'augmentation de la pression d'infection dans les parcs. Toutefois, la densité plus faible des animaux dans ce type d'élevage permet de limiter cette potentielle augmentation de la pression d'infection. Les porcs élevés dans ces systèmes d'élevage semblent être moins sensibles aux maladies respiratoires, en raison d'une exposition plus faible aux facteurs de risque liés à la claustration. Le confort apporté aux animaux, en particulier aux reproducteurs, contribue à limiter les troubles locomoteurs de porcelets dans les jours suivants les mises bas constitue un véritable défi pour les élevages alternatifs. Ces points faibles ne sont cependant pas inévitables ; avec des plans de déparasitage appropriés et la mise en place de mesures de biosécurité adaptées, les élevages alternatifs sont à même

**Tableau 3.** Synthèse des atouts et des limites en matière de santé animale en fonction du mode d'élevage (d'après les données issues des références bibliographiques citées dans l'article).

	Conventionnel	En bâtiment avec litière	Courettes extérieures	Plein air
<b>Mortalités</b>				
• Truies				
• Porcelets non sevrés	+++	?	?	-
- Morts nés	-	+++	+++	+++
- Écrasements	+++	-	-	-
- Causes infectieuses	-	+++	+++	+++
- Prédation	+++	+++	-	-
• Porcs en croissance	-	?	+++	+++
<b>Troubles de la reproduction</b>				
• Brucellose	+++	+++	-	-
• Métrite-Mammite-Agalaxie	-	?	++	++
<b>Pathologie respiratoire</b>	-	?	+++	+++
<b>Pathologie digestive</b>				
• En général	+/-	+/-	+/-	+/-
• Ulcères gastro-œsophagiens	-	+++	+++	+++
<b>Troubles locomoteurs</b>				
• Truies	-	+++	+++	+++
• Ostéochondrose	+/-	+/-	+/-	+/-
• Arthrites	+++	?	-	-
<b>Pathologie cutanée</b>	+++	?	-	-
<b>Parasitisme</b>				
• Interne	+++	+	-	-
• Externe	+++	-	-	-

+++ : Très favorable ; ++ assez favorable ; + peu favorable ; - défavorable ; ? inconnu.

d'élever leurs animaux dans de bonnes conditions sanitaires.

## 4. Santé publique vétérinaire

Les zoonoses d'origine alimentaire sont des maladies infectieuses d'importances sanitaire et économique majeures. Les porcs représentent un réservoir de nombreux agents pathogènes bactériens, parasitaires ou viraux (Salajpal *et al.*, 2013). La présence d'agents pathogènes zoonotiques, de leurs réservoirs ou de leurs vecteurs à proximité ou dans l'environnement direct des porcs, peut être à l'origine de niveaux de prévalence élevés de

ces agents infectieux dans les élevages alternatifs.

### ■ 4.1. Contaminations bactériennes

La campylobactériose est la zoonose la plus fréquemment signalée en Europe en 2018. Le porc ne constitue toutefois pas la principale source de contamination pour les hommes. Les toxi-infections humaines sont principalement causées par *Campylobacter jejuni* alors que *C. coli* est l'espèce plus fréquente chez le porc. Il n'y aurait pas de différence significative de portage de *C. coli* selon que les animaux sont issus ou pas d'un élevage biologique (Kempf *et al.*, 2017). Par contre, en ce qui concerne *Listeria monocytogenes*,

une étude finlandaise a montré que la prévalence de la bactérie était significativement plus élevée pour les porcs en élevages biologiques que pour les porcs en élevages conventionnels (Hellström *et al.*, 2010). Les auteurs expliquent que *L. monocytogenes* étant une bactérie commune dans l'environnement, les parcours extérieurs peuvent être une source de contamination. À noter toutefois que la différence entre porcs en élevages biologiques et porcs en élevages conventionnels disparaît lorsque l'analyse porte sur la contamination des carcasses des animaux. La contamination de la viande de porc par *L. monocytogenes* est principalement une problématique d'abattoir. Les niveaux de contamination de la viande de porc par *L. monocytogenes* sont globalement

faibles et à l'origine de peu de zoonoses alimentaires, à la différence de *Yersinia enterocolitica*. Plusieurs études ont montré que la prévalence de *Y. enterocolitica* dans les exploitations conventionnelles était plus élevée que dans les exploitations alternatives. Le système d'élevage biologique était l'un des facteurs de protection les plus importants pour la contamination par *Y. enterocolitica* dans l'étude de Virtanen *et al.* (2011). Mais d'autres études donnent des résultats sensiblement différents : la paille utilisée comme litière pour les porcs charcutiers représenterait un facteur de risque de séropositivité vis-à-vis de *Y. enterocolitica* (Skjerve, 1998).

La salmonellose est la deuxième cause la plus fréquente de toxi-infection alimentaire bactérienne chez l'homme. La viande de porcs était responsable de 5,4 % des cas de toxi-infection alimentaire par *Salmonella* spp. en 2018 en Europe (ECDC, 2019). De nombreuses mesures au niveau des élevages peuvent réduire la prévalence de *Salmonella* spp. et par conséquent les risques de contamination croisée des carcasses à l'abattoir. Mais au regard de la complexité de l'épidémiologie des salmonelles, il n'est pas toujours simple de définir la part du système d'élevage dans la maîtrise de la bactérie, et les résultats sont parfois contradictoires. Par exemple Zheng *et al.* (2007) n'ont pas mis en évidence de différence entre les niveaux de séropositivité obtenus sur jus de viande, entre les élevages danois biologiques, conventionnels, ou non biologiques mais disposant d'un accès extérieur pour les animaux. Mais la plupart des études tendent au contraire à montrer que les systèmes alternatifs biologiques et/ou plein air, représentent un facteur de risque d'infection par *Salmonella* spp. (Gebreyes *et al.*, 2008).

Le type de sol semble avoir une grande importance, le contact permanent et répété du porc avec des excréments augmentant le risque de contamination oro-fécale et d'infections par les salmonelles (EFSA, 2005). Jensen *et al.* (2006) ont montré que les salmonelles pouvaient persister dans l'environnement et notamment dans les parcs plein air. *Salmonella* a pu être iso-

lée dans des échantillons de sol jusqu'à 5 semaines après le départ d'animaux contaminés. L'introduction de porcs indemnes dans ces parcs a conduit à la contamination d'une partie d'entre eux. Les bauges dans lesquels les animaux s'étaient peut-être aussi représenter une source de contamination des porcs en plein air et de persistance de la bactérie dans l'environnement. Enfin les oiseaux contribuent aussi à la persistance de la bactérie dans les parcs plein air, comme l'ont montré De Lucia *et al.* (2018) dans une étude où à la fois des fientes d'oiseaux, des fèces de porcs et des échantillons environnementaux (sols, flaques d'eau et matériels agricoles) ont été analysés. Il est intéressant de noter que des prélèvements environnementaux étaient positifs, y compris dans un parc qui n'avait pas été occupé par des porcs depuis plus de deux ans.

#### ■ 4.2. Contaminations parasitaires

Les changements de méthodes d'élevage vers des systèmes fermés ont permis la quasi élimination du risque *Taenia solium*, *Trichinella spiralis* et *Toxoplasma gondii* dans la viande des porcs issus d'élevages conventionnels.

L'amélioration des pratiques d'élevage, l'inspection des viandes, l'éducation des consommateurs et les soins médicaux ont notamment permis de réduire de façon très importante l'incidence et l'impact sanitaire de la trichinellose chez l'homme. Toutefois, la viande de porcs reste la cause de nombreux foyers, principalement en Europe de l'Est et en Argentine, où l'élevage traditionnel de « basse-cour » est encore très présent (Murrell, 2016). De nombreuses espèces de mammifères sont sensibles à *T. spiralis*, comme par exemple le renard, le rat, les petits rongeurs ou encore le sanglier. Les porcs s'infestent principalement par voie buccale, par ingestion de larves se trouvant dans des muscles d'animaux parasités. Il paraît donc inévitable que les porcs ayant un accès à l'extérieur soient plus exposés au risque d'infection par *T. spiralis* en étant plus fréquemment et intensément au contact avec les réservoirs. Ce risque semble toutefois faible vu les niveaux de prévalence ou de

séroprévalence estimés dans de nombreuses études (Gebreyes *et al.*, 2008 ; Ribicich *et al.*, 2009 ; Salajpal *et al.*, 2013 ; Van der Giessen *et al.*, 2007). Mais les prévalences de *T. spiralis* y sont significativement plus élevées dans les élevages où les porcs avaient eu un accès à un parcours plein air (Van der Giessen *et al.*, 2007 ; Gebreyes *et al.*, 2008).

*T. gondii* est un protozoaire très répandu qui affecte les animaux et les humains. L'une des principales voies d'infection humaine est la consommation de viande crue ou insuffisamment cuite, issue de certaines espèces animales, dont le porc. Le porc peut être infecté par *T. gondii* par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés par des oocystes sporulés, par la consommation de kystes contenus dans les tissus d'animaux infectés tels que les rongeurs, les oiseaux et d'autres porcs, ou de manière congénitale. Comme pour *T. spiralis*, de nombreuses études montrent d'une part que la prévalence de *T. gondii* chez les porcs en élevages confinés est faible, et d'autre part que l'accès à un parcours plein air constitue un facteur de risque important pour ces animaux. Dans une étude réalisée aux Pays-Bas (Van der Giessen *et al.*, 2007), le risque de détection des anticorps de *T. gondii* dans un élevage avec un parcours plein air était près de 16 fois plus élevé que dans un élevage en bâtiment, analyse confirmée plus récemment par une étude française dans laquelle les porcs élevés en plein air avaient 3,6 fois plus de risque d'être séropositifs (Djokic *et al.*, 2016). L'accès aux installations extérieures peut favoriser le contact avec des chats et/ou des rongeurs, augmentant la probabilité d'ingestion d'oocystes et de kystes tissulaires par les porcs.

#### ■ 4.3. Virus de l'hépatite E

La fréquence des cas sporadiques d'hépatite E chez l'Homme a augmenté ces dernières années dans les pays développés. La consommation de produits à base de foies de porcs crus ou insuffisamment cuits a été identifiée comme une source importante d'infections humaines. Or les niveaux de séroprévalence dans les élevages de porcs peuvent être très élevés. Une

étude a récemment montré que la séro-prévalence en Corse était de 85,4 % sur les porcs domestiques qui sont élevés majoritairement dans des conditions extensives (Charrier *et al.*, 2018). Il a en outre été montré que les porcs élevés en liberté ou dans des parcs clôturés, présentaient des niveaux de séroprévalence beaucoup plus élevés que les porcs élevés en conditions confinées intensives (OR = 10,1 [2,6 ; 38,8]<sub>95 %</sub>). Dans une étude néerlandaise, la séroprévalence dans les élevages biologiques était significativement plus élevée (89 %) que dans les élevages conventionnels (76 %) (Rutjes *et al.*, 2014). Cette différence pourrait être due aux conditions de logement permettant une plus grande exposition des animaux au fumier, augmentant ainsi les possibilités de transmission du virus (Rutjes *et al.*, 2014).

#### ■ 4.4. Antibiotiques et antibiorésistance

La consommation de médicaments de synthèse est plus faible dans les systèmes d'élevage en plein air (Edwards, 2005). Dans les élevages biologiques notamment, l'utilisation de médicaments dont les antibiotiques est limitée et constitue une des exigences des cahiers des charges. Par exemple au Danemark l'utilisation d'antibiotiques était, en 2016, 10 fois plus faible en post-sevrage et en engraissement dans

les élevages biologiques que dans les élevages conventionnels (Kruse *et al.*, 2019). De plus, selon le cahier des charges de l'Agriculture Biologique européen, le délai d'attente entre la dernière administration d'un médicament allopathique et l'abattage de l'animal traité est doublé par rapport au délai d'attente légal. Le risque de persistance de résidus de ces traitements dans les produits issus de ces animaux est donc extrêmement faible. Dans une étude néerlandaise, aucun résidu d'antibiotique n'a été détecté dans des échantillons de reins et de viande prélevés à l'abattoir sur des porcs issus d'élevages biologiques (Hoogenboom *et al.*, 2008). En outre, quasiment toutes les études montrent que la prévalence de bactéries résistantes aux antibiotiques est inférieure dans les élevages biologiques, en lien probable avec une moindre utilisation des anti-infectieux de synthèse (Hoogenboom *et al.*, 2008 ; Tamang *et al.*, 2015).

#### ■ 4.5. Bilan

Même si la moindre utilisation des traitements allopathiques chimiques, et notamment des antibiotiques, permet de limiter le risque de contamination humaine par des résidus ou d'antibiorésistance à travers la consommation de viande de porcs issus d'élevages alternatifs, la prévalence plus élevée de plusieurs agents pathogènes

zoonotiques dans ces élevages représente un risque à la fois pour le consommateur, mais aussi pour l'image des filières alternatives (tableau 4). À l'exception de *Yersinia enterocolitica*, qui semble être moins répandue dans les élevages biologiques, l'accès à un parcours plein air est un facteur de risque pour les porcs d'être infectés par des agents pathogènes zoonotiques d'origine alimentaire. La difficulté d'assainir l'environnement, en particulier le sol à l'extérieur, augmente le risque de contamination des porcs élevés en plein air par ces agents pathogènes. En outre, les porcs élevés en plein air sont plus facilement en contact avec des vecteurs ou des réservoirs de ces agents infectieux, tels que les oiseaux, les rats, les renards ou les sangliers.

## Conclusion

Il est difficile de définir un système d'élevage alternatif unique, tellement ils sont variés, allant de l'élevage sur paille jusqu'à l'élevage sylvopastoral, en passant par l'élevage biologique ou l'élevage plein air. Ils ont tous en commun de se différencier de l'élevage conventionnel, en claustration sur caillebotis, et de bénéficier d'une image sociétale très positive. Ces élevages présentent de réels atouts en termes de maîtrise du bien-être animal, mais aussi de la pathologie respiratoire, des troubles locomoteurs et de

**Tableau 4.** Synthèse des atouts et des limites en matière de santé publique vétérinaire en fonction du mode d'élevage (d'après les données issues des références bibliographiques citées dans l'article).

	Conventionnel	En bâtiments avec litières	Courettes extérieures	Plein air
<i>Campylobacter coli</i>	++	++	++	++
<i>Listeria monocytogenes</i>	+++	?	-	-
<i>Yersinia enterocolitica</i>	+++	+	+++	+++
<i>Salmonella</i>	+++	+	-	-
<i>Trichinella spiralis</i>	+++	?	-	-
<i>Toxoplasma gondii</i>	+++	?	-	-
Virus de l'hépatite E	+++	?	-	-

+++ : Très favorable ; ++ assez favorable ; + peu favorable ; - défavorable ; ? inconnu.

l'antibiorésistance. Mais ils doivent aussi relever des défis majeurs. La maîtrise de la biosécurité est sans nul doute le plus important, et un des plus difficiles, pour éviter les contaminations des élevages, qui ont un impact sur la santé des animaux mais aussi sur la sécurité sanitaire des viandes produites. Des efforts

sont aussi à faire paradoxalement sur le bien-être des animaux, alors que le consommateur plébiscite ces systèmes notamment pour cette raison.

Tous ces éléments sont à réfléchir dans leur ensemble, et malgré la richesse de la littérature, peu d'études

abordent l'élevage alternatif dans sa globalité. Pour assurer la durabilité de ces élevages, il est encore nécessaire de produire des connaissances pour mieux cerner leurs atouts et leurs limites, le respect des bonnes pratiques et le savoir-faire des éleveurs étant bien-entendu au cœur de la réussite de ces élevages.

## Références

- Agence Bio (2021a). *L'agriculture Bio dans l'Union Européenne*. 146p. [https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2022/01/Carnet\\_UE-2021.pdf](https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2022/01/Carnet_UE-2021.pdf)
- Agence Bio (2021b). Les chiffres 2020 du secteur bio. <https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2021/07/AGENCE-BIO-JUILLET2021-V08-interactif.pdf>
- Agence Bio (2022). Les chiffres 2021 du secteur bio. <https://www.agencebio.org/wp-content/uploads/2022/06/DP-final-AGENCE-BIO-10-juin-2022.pdf>
- Alban, L., Petersen, J., & Busch, M. (2015). A comparison between lesions found during meat inspection of finishing pigs raised under organic/free-range conditions and conventional, indoor conditions. *Porcine Health Management*, 1(1), 4. <https://doi.org/10.1186/2055-5660-1-4>
- Álvarez, J. A., Castellanos, E., Romero, B., Aranaz, A., Bezos, J., Rodríguez, S., Mateos, A., Domínguez, L., & De Juan, L. (2011). Epidemiological investigation of *Mycobacterium avium* subsp. *hominissuis* outbreak in swine. *Epidemiology and Infection*, 139(1), 143-148. <https://doi.org/10.1017/S0950268810001779>
- Anses (2018a). Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à « Évaluation des mesures de prévention et de gestion mises en place afin de prévenir et maîtriser le risque de diffusion de la PPA sur le territoire national français ». <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2018SA0210.pdf>
- Anses (2018b). Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif au « Bien-être animal : Contexte, définition et évaluation ». <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2016SA0288.pdf>
- Anses (2021). Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux « dispositifs de protection des parcours de porcins en plein air vis-à-vis des risques sanitaires ». <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2018SA0210.pdf> <https://www.anses.fr/fr/system/files/SABA2020SA0026Ra.pdf>
- Arey, D. S. (1993). The Effect of Bedding on the Behaviour and Welfare of Pigs. *Animal Welfare*, 2(3), 235-246. <https://doi.org/10.1017/S096272860001589x>
- Bellini, S., Rutili, D., & Guberti, V. (2016). Preventive measures aimed at minimizing the risk of African swine fever virus spread in pig farming systems. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 58(1). <https://doi.org/10.1186/s13028-016-0264-x>
- Berger, F., Dagom, J., Denmat, M. L., Quillien, J. P., Vaudelet, J., & Signoret, J. P. (1997). Perinatal losses in outdoor pig breeding. A survey of factors influencing piglet mortality. *Annales de zootechnie*, 46(4), 321-329. <https://doi.org/10.1051/animres:19970403>
- Bonde, M., Toft, N., Thomsen, P., & Sørensen, J. (2010). Evaluation of sensitivity and specificity of routine meat inspection of Danish slaughter pigs using Latent Class Analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, 94(3-4), 165-169. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.01.009>
- Boulestreau-Boulay, A. (2012). *Élever des porcs sur litière Comprendre les fonctionnements, améliorer les résultats*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01461143>
- Brillouet, A., Calvar, C., Maupertuis, F., Prunier, A., & Gueguen K. (2010). Santé et bien-être des porcs biologiques en Europe : État des connaissances. In : Prévention de la santé des porcs en élevages biologiques - Résultats du programme de recherche COREPIG, Rennes, France, 9-31. [https://www.bio-bretagne-ibb.fr/wp-content/uploads/Corepig-Actes\\_2010.pdf](https://www.bio-bretagne-ibb.fr/wp-content/uploads/Corepig-Actes_2010.pdf)
- Cador, C., Pol, F., Hamoniaux, M., Dorenlor, V., Eveno, E., Guyomarç'h, C., & Rose, N. L. (2014). Risk factors associated with leg disorders of gestating sows in different group-housing systems: A cross-sectional study in 108 farrow-to-finish farms in France. *Preventive Veterinary Medicine*, 116(1-2), 102-110. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.05.004>
- Carstensen, L., Vaarst, M., & Roepstorff, A. (2002). Helminth infections in Danish organic swine herds. *Veterinary Parasitology*, 106(3), 253-264. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(02\)00080-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(02)00080-8)
- Chalvon-Demersay, T., Luise, D., Floc'H, N. L., Tesseraud, S., Lambert, W. E., Bosi, P., Trevisi, P., Beaumont, M., & Corrent, E. (2021). Functional Amino Acids in Pigs and Chickens: Implication for Gut Health. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.663727>
- Charrier, F., Rossi, S., Jori, F., Maestrini, O., Richomme, C., Casabianca, F., Ducrot, C., Jouve, J., Pavo, N., & Potier, M. L. (2018). Aujeszky's Disease and Hepatitis E Viruses Transmission between Domestic Pigs and Wild Boars in Corsica: Evaluating the Importance of Wild/Domestic Interactions and the Efficacy of Management Measures. *Frontiers in Veterinary Science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00001>
- Courboulay, V., Delarue, E., & Eugene, A. (2008). Évaluation du bien-être des porcs : comparaison d'élevages sur litière ou sur caillebotis. In : *Journée de la recherche porcine*, 243-250. Paris, France.
- Cvetnić, Z., Spicic, S., Tonci, J., Benic, M., Albert, D., Thiebaud, M., & Garin-Bastuji, B. (2009). Brucella suis infection in domestic pigs and wild boar in Croatia. *Revue Scientifique Et Technique De L'Office International Des Epizooties*, 28(3), 1057-1067. <https://doi.org/10.20506/rst.28.3.1947>
- Damriyasa, I. M., Failing, K., Volmer, R., Zahner, H., & Bauer, C. (2004). Prevalence, risk factors and economic importance of infestations with *Sarcoptes scabiei* and *Haematopinus suis* in sows of pig breeding farms in Hesse, Germany. *Medical and Veterinary Entomology*, 18(4), 361-367. <https://doi.org/10.1111/j.0269-283x.2004.00520.x>
- De Lucia, A., Rabie, A., Smith, R. D., Davies, R., Ostanello, F., Ajayi, D., Petrovska, L., & Martelli, F. (2018). Role of wild birds and environmental contamination in the epidemiology of Salmonella infection in an outdoor pig farm. *Veterinary Microbiology*, 227, 148-154. <https://doi.org/10.1016/j.jvetmic.2018.11.003>
- D'Eath, R. B., & Turner, S. P. (2009). The natural behavior of the pig. In *The welfare of Pig*, 13-45. Marchant-Forde, Jeremy N. (Ed.). 13-45. Springer, USA.
- Delsart, M., Pol, F., Dufour, B., Rose, N., & Fablet, C. (2022). L'élevage de porcs en systèmes alternatifs : atouts et défis en termes de bien-être animal, biosécurité, santé animale et sécurité sanitaire. In : *Journée de la recherche porcine*, 327-338. Paris, France. <https://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2022/santeanimale/s04.pdf>
- Dippel, S., Leeb, C., Bochicchio, D., Bonde, M., Dietze, K., Gunnarsson, S., Lindgren, K., Sundrum, A., Wiberg, S., Winckler, C., & Prunier, A. (2013). Health and welfare of organic pigs in Europe assessed with animal-based parameters. *Organic Agriculture*, 4(2), 149-161. <https://doi.org/10.1007/s13165-013-0041-3>
- Djokic, V., Blaga, R., Aubert, D., Durand, B., Perret, C., Geers, R., Ducry, T., Vallée, I., Djakovic, O. D., Mzabi, A., Villena, I., & Boireau, P. (2016). *Toxoplasma gondii* infection in pork produced in France. *Parasitology*, 143(5), 557-567. <https://doi.org/10.1017/S0031182015001870>
- Dourmad, J.Y., Salaün, Y., Lebret, B., & Riquet, J. (2018). Diversité des productions porcines en France. *Innovations Agronomiques*, 68, 151-170. <https://hal.science/hal-01905534>

- Ducreux, E., Aloui, B., Robin, P., Dourmad J. Y., Courboulay, V., & Meunier-Salaün M. C. (2002). Les porcs affichent leurs préférences vis-à-vis du type de sol en fonction de la température ambiante. In : *Journées de la Recherche Porcine*, 211-216. Paris, France.
- Edwards, S. (2005). Product quality attributes associated with outdoor pig production. *Livestock Production Science*, 94(1-2), 5-14. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.028>
- Edwards, S., Smith, W. H., Fordyce, C. B., & MacMenemy, F. (1994). An analysis of the causes of piglet mortality in a breeding herd kept outdoors. *Veterinary Record*, 135(14), 324-327. <https://doi.org/10.1136/vr.135.14.324>
- Eijck, I., & Borgsteede, F. H. (2005). A Survey of Gastrointestinal Pig Parasites on Free-range, Organic and Conventional Pig Farms in The Netherlands. *Veterinary Research Communications*, 29(5), 407-414. <https://doi.org/10.1007/s11259-005-1201-z>
- EFSA (2005). Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related to welfare of weaners and rearing pigs: effects of different space allowances and floor. (2005). *EFSA Journal*, 3(10), 268. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2005.268>
- ECDC (2019). The European Union One Health 2018 Zoonoses Report. (2019). *EFSA Journal*, 17(12). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5926>
- Fablet, C., Dorenlor, V., Eono, F., Eveno, E., Jolly, J. P., Portier, F., Bidan, F., Madec, F., & Rose, N. L. (2012). Noninfectious factors associated with pneumonia and pleuritis in slaughtered pigs from 143 farrow-to-finish pig farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 104(3-4), 271-280. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.11.012>
- Farm Animal Welfare Council (2009). Farm Animal Welfare in Great Britain : Past, Present and Future. Farm Animal Welfare Council, London,
- FNAB (2018). Élever des porcs en Bio. [http://www.produire-bio.fr/wp-content/uploads/2018/09/FNAB\\_2018\\_porcs\\_bio\\_WEB\\_page\\_a\\_page.pdf](http://www.produire-bio.fr/wp-content/uploads/2018/09/FNAB_2018_porcs_bio_WEB_page_a_page.pdf)
- Früh, B., Bochicchio, D., Edwards, S., Hegelund, L., Leeb, C., Sundrum, A., Werne, S., Wiberg, S., & Prunier, A. (2014). Description of organic pig production in Europe. *Organic agriculture*, 4(2), 83-92. <https://doi.org/10.1007/s13165-013-0056-9>
- Gade, P. B. (2002). Welfare of animal production in intensive and organic systems with special reference to Danish organic pig production. *Meat Science*, 62(3), 353-358. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00123-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00123-7)
- Gebreyes, W. A., Bahnson, P. B., Funk, J. A., McKean, J. D., & Patchanee, P. (2008). Seroprevalence of *Trichinella*, *Toxoplasma*, and *Salmonella* in Antimicrobial-Free and Conventional Swine Production Systems. *Foodborne Pathogens and Disease*, 5(2), 199-203. <https://doi.org/10.1089/fpd.2007.0071>
- Gerzova, L., Babak, V., Sedlar, K., Faldynova, M., Videnska, P., Cejkova, D., Nygaard Jensen, A., Denis, M., Kerouanton, A., Ricci, A., Cibin, V., Österberg, J., & Rychlik, I. (2015). Characterization of antibiotic resistance gene abundance and microbiota composition in feces of organic and conventional pigs from four EU countries. *PLoS One*, 10. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4517930/>
- Great Britain Ministry of Agriculture Fisheries Food (1982). Pig environment. Great Britain, Northumberland: MAFF, 42p.
- Guy, J., Rowlinson, P., Chadwick, J. P., & Ellis, M. (2002). Health conditions of two genotypes of growing-finishing pig in three different housing systems : implications for welfare. *Livestock Production Science*, 75(3), 233-243. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00327-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00327-X)
- Hansson, I., Hamilton, C. M., Ekman, T., & Forslund, K. (2000). Carcass Quality in Certified Organic Production Compared with Conventional Livestock Production. *Journal of Veterinary Medicine Series B-infectious Diseases and Veterinary Public Health*, 47(2), 111-120. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0450.2000.00313.x>
- Heidbüchel, K., Raabe, J., Baldinger, L., Hagmüller, W., & Bussemas, R. (2019). One Iron Injection Is Not Enough—Iron Status and Growth of Suckling Piglets on an Organic Farm. *Animals*, 9(9), 651. <https://doi.org/10.3390/ani9090651>
- Hellström, S., Laukkanen, R., Siekkinen, K., Ranta, J., Maijala, R., & Korkeala, H. (2010). *Listeria* monocytogenes Contamination in Pork Can Originate from Farms. *Journal of Food Protection*, 73(4), 641-648. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-73.4.641>
- Hemsworth, P. H. (2003). Human-animal interactions in livestock production. *Applied Animal Behaviour Science*, 81(3), 185-198. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00280-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00280-0)
- Honeyman, M. S. (2005). Extensive bedded indoor and outdoor pig production systems in USA : current trends and effects on animal care and product quality. *Livestock Production Science*, 94(12), 1524. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.029>
- Hoogenboom, L., Bokhorst, J., Northolt, M. D., Van De Vijver, L., Broex, N., Mevius, D., Meijs, J., & Van Der Roest, J. (2008). Contaminants and microorganisms in Dutch organic food products : a comparison with conventional products. *Food Additives & Contaminants : Part A*, 25(10), 1195-1207. <https://doi.org/10.1080/02652030802014930>
- Hötzel, M., Filho, L. M., Irgang, R., & Filho, L. A. (2010). Short-term behavioural effects of weaning age in outdoor-reared piglets. *Animal*, 4(1), 102-107. <https://doi.org/10.1017/S1751731109990875>
- Hötzel, M. J., F. L. C. P. M., Wolf, F., & Costa, O. A. D. (2004). Behaviour of sows and piglets reared in intensive outdoor or indoor systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 86(12), 2739. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2003.11.014>
- Hultén, F., Dalin, A., Lundeheim, N., & Einarsson, S. (1995). Ovulation frequency among sows group-housed during late lactation. *Animal Reproduction Science*, 39(3), 223-233. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(95\)01386-e](https://doi.org/10.1016/0378-4320(95)01386-e)
- IFIP (2022). Porc par les chiffres, la filière porcine en France, dans l'UE et dans le monde, édition 2021-2022. IFIP-Institut du porc, Paris, France, 38 p.
- Jensen, A. B., Dalsgaard, A., Stockmarr, A., Nielsen, E. M., & Baggesen, D. L. (2006). Survival and Transmission of *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium in an Outdoor Organic Pig Farming Environment. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(3), 1833-1842. <https://doi.org/10.1128/aem.72.3.1833-1842.2006>
- Johnson, A., Morrow-Tesch, J., & McGlone, J. J. (2001). Behavior and performance of lactating sows and piglets reared indoors or outdoors. *Journal of Animal Science*, 79(10), 2571. <https://doi.org/10.2527/2001.79102571x>
- Karg, H., & Bilkei, G. (2002). Causes of sow mortality in Hungarian indoor and outdoor pig production units. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 115, 366-368.
- Kempf, I., Kerouanton, A., Bougeard, S., Nagard, B., Rose, V., Mourand, G., Osterberg, J., Denis, M., & Bengtsson, B. (2017). *Campylobacter coli* in Organic and Conventional Pig Production in France and Sweden : Prevalence and Antimicrobial Resistance. *Frontiers in Microbiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00955>
- Kilbride, A. L., Mendl, M., Statham, P. T. E., Held, S. D. E., Harris, M. P., Cooper, S., & Green, L. E. (2012). A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112 commercial pig farms in England. *Preventive Veterinary Medicine*, 104(34), 281-291. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.11.011>
- Kittawornrat, A., & Zimmerman, J. J. (2011). Toward a better understanding of pig behavior and pig welfare. *Animal Health Research Reviews*, 12(1), 2532. <https://doi.org/10.1017/S1466252310000174>
- Kleinbeck, S. N., & McGlone, J. J. (1999). Intensive indoor versus outdoor swine production systems : genotype and supplemental iron effects on blood hemoglobin and selected immune measures in young pigs. *Journal of Animal Science*, 77(9), 2384. <https://doi.org/10.2527/1999.7792384x>
- Knage-Rasmussen, K. M., Houe, H., Rousing, T., & Sørensen, J. T. (2014). Herd- and sow-related risk factors for lameness in organic and conventional sow herds. *Animal*, 8(1), 121-127. <https://doi.org/10.1017/S17517311130001900>
- Kongsted, H., & Sørensen, J. T. (2017). Lesions found at routine meat inspection on finishing pigs are associated with production system. *Veterinary Journal*, 223, 2126. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2017.04.016>
- Kruse, A. B., Kristensen, C. S., Lavlund, U., & Stege, H. (2019). Antimicrobial prescription data in Danish national database validated against treatment records in organic pig farms and analysed for associations with lesions found at slaughter. *BMC Veterinary Research*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1913-x>
- Lahrmann, H. K., Bremermann, N., Kaufmann, O., & Dahms, S. (2004). Health, growing performance and meat quality of pigs in indoor and outdoor housing - a controlled field trial. *DTW. Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.*, 111, 205-208. PMID: 15233340
- Leeb, C., Rudolph, G., Bochicchio, D., Edwards, S., Früh, B., Holinger, M., Holmes, D. G., Illmann, G., Knop, D., Prunier, A., Rousing, T., Winckler, C., & Dippel, S. (2019). Effects of

- three husbandry systems on health, welfare and productivity of organic pigs. *Animal*, 13(9), 20252033. <https://doi.org/10.1017/s1751731119000041>
- Leirs, H., Lodal, J., & Knorr, M. (2004). Factors correlated with the presence of rodents on outdoor pig farms in Denmark and suggestions for management strategies. *Journal of life science*, 52(2), 145161. [https://doi.org/10.1016/s1573-5214\(04\)80010-1](https://doi.org/10.1016/s1573-5214(04)80010-1)
- Lindgren, Y. F., Lundeheim, N., Boqvist, S., & Magnusson, U. (2013). Reproductive performance in pigs reared under organic conditions compared with conventionally reared pigs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55(1). <https://doi.org/10.1186/1751-0147-55-33>
- Lindgren, K., Bochicchio, D., Hegelund, L., Leeb, C., Mejer, H., Roepstorff, A., & Sundrum, A. (2014). Animal health and welfare in production systems for organic fattening pigs. *Organic agriculture*, 4(2), 135147. <https://doi.org/10.1007/s13165-014-0069-z>
- Lindgren, K., Gunnarsson, S., Höglund, J., Lindahl, C., & Roepstorff, A. (2019). Nematode parasite eggs in pasture soils and pigs on organic farms in Sweden. *Organic agriculture*, 10(3), 289300. <https://doi.org/10.1007/s13165-019-00273-3>
- Luković, Z., Škorput, D., & Karolyi, D. (2017). Pig welfare at different production systems. In: Institute for Animal Husbandry, Belgrade-Zemun, Serbia (Eds), 17<sup>th</sup> International Symposium Modern Trends in Livestock Production, 169-177. Belgrade, Serbia. [https://www.researchgate.net/profile/Dubravko-Skorput/publication/320558374\\_PIG\\_WELFARE\\_AT\\_DIFFERENT\\_PRODUCTION\\_SYSTEMS/links/59edac710f7e9bfdeb71c5e9/PIG-WELFARE-AT-DIFFERENT-PRODUCTION-SYSTEMS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Dubravko-Skorput/publication/320558374_PIG_WELFARE_AT_DIFFERENT_PRODUCTION_SYSTEMS/links/59edac710f7e9bfdeb71c5e9/PIG-WELFARE-AT-DIFFERENT-PRODUCTION-SYSTEMS.pdf)
- Maes, D., Deluyker, H., Verdonck, M., Castryck, F., Miry, C., Vrijens, B., & De Kruif, A. (1999). Risk Indicators for the Seroprevalence of Mycoplasma hyopneumoniae, Porcine Influenza Viruses and Aujeszky's Disease Virus in Slaughter Pigs from Fattening Pig Herds. *Journal of Veterinary Medicine Series B-infectious Diseases and Veterinary Public Health*, 46(5), 341352. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.1999.tb01239.x>
- Malmauret, L., Parent-Massin, D., Hardy, J., & Verger, P. (2002). Contaminants in organic and conventional foodstuffs in France. *Food additives and contaminants*, 19(6), 524532. <https://doi.org/10.1080/02652030210123878>
- Millet, S., Cox, E., Buyse, J., Goddeeris, B., & Janssens, G. (2005). Immunocompetence of fattening pigs fed organic versus conventional diets in organic versus conventional housing. *Veterinary Journal*, 169(2), 293299. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2004.03.012>
- Ministère de l'agriculture et de l'alimentation (2018). Arrêté du 16 octobre 2018 relatif aux mesures de biosécurité applicables dans les exploitations détenant des suidés dans le cadre de la prévention de la peste porcine africaine et des autres dangers sanitaires réglementés. <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037501487>
- Mormède, P., Foury, A., & Meunier-Salaün, M. (2006). Bien-être du porc : le point de vue de l'animal, approches biologiques et comportementales. *Bulletin De L Academie Veterinaire De France*, 159(3), 191204. <https://doi.org/10.4267/2042/47833>
- Murrell, K. D. (2016). The dynamics of Trichinella spiralis epidemiology : Out to pasture ? *Veterinary Parasitology*, 231, 9296. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.03.020>
- Olsen, S. C., Boggiatto, P., Nol, P., & Samartino, L. (2019). Brucellosis. In: Jeffrey J. Zimmerman, Locke A. Karriker, Alejandro Ramirez, Kent J. Schwartz, Grégory W. Stevenson and Jianqiang Zhang, Eds. (Eds), Disease of swine, 11<sup>th</sup> Ed., 778-791. John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, USA.
- Pandolfi, F., Kyriazakis, I., Stoddart, K., Wainwright, N. R., & Edwards, S. (2017). The "Real Welfare" scheme : Identification of risk and protective factors for welfare outcomes in commercial pig farms in the UK. *Preventive Veterinary Medicine*, 146, 3443. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2017.07.008>
- Prunier, A. (2010a). Caractéristiques des élevages enquêtés dans le projet Corepig. In Prévention de la santé des porcs en élevages biologiques - Résultats du programme de recherche COREPIG, Rennes, France, 33-44. [https://www.bio-bretagne-ibb.fr/wp-content/uploads/Corepig\\_Actes\\_2010.pdf](https://www.bio-bretagne-ibb.fr/wp-content/uploads/Corepig_Actes_2010.pdf)
- Prunier, A. (2010b). Évaluation de la situation du parasitisme dans les élevages porcins biologiques. In Prévention de la santé des porcs en élevages biologiques - Résultats du programme de recherche COREPIG, Rennes, France, 45-54. [https://www.bio-bretagne-ibb.fr/wp-content/uploads/Corepig\\_Actes\\_2010.pdf](https://www.bio-bretagne-ibb.fr/wp-content/uploads/Corepig_Actes_2010.pdf)
- Prunier, A., Heinonen, M., & Quesnel, H. (2010). High physiological demands in intensively raised pigs : impact on health and welfare. *Animal*, 4(6), 886898. <https://doi.org/10.1017/s175173111000008x>
- Prunier, A., Lubac, S., Mejer, H., Roepstorff, A., & Edwards, S. (2014). Health, welfare and production problems in organic suckling piglets. *Organic agriculture*, 4(2), 107121. <https://doi.org/10.1007/s13165-013-0052-0>
- Rangstrup-Christensen, L., Krogh, M., Pedersen, L. J., & Sørensen, J. (2018). Sow level risk factors for early piglet mortality and crushing in organic outdoor production. *Animal*, 12(4), 810818. <https://doi.org/10.1017/s1751731117002178>
- Ribicich, M., Gamble, H., Bolpe, J., Sommerfelt, I., Cardillo, N. M., Scialfa, E., Gimenez, R., Pasqualetti, M., Pascual, G., Franco, A. A., & Rosa, A. R. (2009). Evaluation of the risk of transmission of Trichinella in pork production systems in Argentina. *Veterinary Parasitology*, 159(34), 350353. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.10.072>
- Robledo, J., Vargas J. D., González, F., & Prieto, L. (2007). Animal welfare and production in the Iberian Pig. In : 6th International Symposium on the Mediterranean Pig, Nanni Costa L., Zambonelli P., Russo V. (Eds). Bologna, Italy, 146-152.
- Roepstorff, A., & Nansen, P. (1994). Epidemiology and control of helminth infections in pigs under intensive and non-intensive production systems. *Veterinary Parasitology*, 54(13), 6985. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(94\)90084-1](https://doi.org/10.1016/0304-4017(94)90084-1)
- Roman, A. V., Lukesova, D., Novak, P., & Zizlavsky, M. (2006). Biosecurity in pig breeding herds. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 39, 119-124. [https://www.agricultura.cz/pdf\\_files/vol\\_39\\_2\\_pdf/8\\_Roman.pdf](https://www.agricultura.cz/pdf_files/vol_39_2_pdf/8_Roman.pdf)
- Rutjes, S. A., Bouwknegt, M., Van Der Giessen, J., De Roda Husman, A. M., & Reusken, C. (2014). Seroprevalence of Hepatitis E Virus in Pigs from Different Farming Systems in The Netherlands. *Journal of Food Protection*, 77(4), 640642. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-13-302>
- Salajpal, K., Karolyi, D., & Luković, Z. (2013). Sanitary aspects of outdoor farming systems. In: 8th International Symposium on the Mediterranean Pig. *Acta agriculturae Slovenica*, Ljubljana, Slovenia, 109-117.
- Sanchez-Vazquez, M. J., Smith, R. D., Kang, S., Lewis, F., Nielen, M., Gunn, G. J., & Edwards, S. (2010). Identification of factors influencing the occurrence of milk spot livers in slaughtered pigs : A novel approach to understanding Ascaris suum epidemiology in British farmed pigs. *Veterinary Parasitology*, 173(34), 271279. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.06.029>
- Scott, K., Binnendijk, G., Edwards, S., Guy, J., Kiezebrink, M., & Vermeer, H. M. (2009). Preliminary evaluation of a prototype welfare monitoring system for sows and piglets (Welfare Quality® project). *Animal Welfare*, 18(4), 441449. <https://doi.org/10.1017/s0962728600000853>
- Skjerve, E. (1998). Control of Yersinia enterocolitica in pigs at herd level. *International Journal of Food Microbiology*, 45(3), 195203. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(98\)00162-7](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(98)00162-7)
- Sørensen, J., Edwards, S., Noordhuizen, J., & Gunnarsson, S. (2006). Sistemas de producción animal en el mundo industrializado. *Revue Scientifique Et Technique De L'Office International Des Epizooties*, 25(2), 493503. <https://doi.org/10.20506/rst.25.2.1674>
- Stärk, K. D., Pfeiffer, D. U., & Morris, R. V. (1998). Risk factors for respiratory diseases in New Zealand pig herds. *New Zealand Veterinary Journal*, 46(1), 310. <https://doi.org/10.1080/00480169.1998.36043>
- Sutherland, M. A., Webster, J. R., & Sutherland, I. (2013). Animal Health and Welfare Issues Facing Organic Production Systems. *Animals*, 3(4), 10211035. <https://doi.org/10.3390/ani3041021>
- Szabo, P., & Bilkei, G. (2002). Short Communication. Iron Deficiency in Outdoor Pig Production. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 49(7), 390391. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2002.00448.x>
- Tamang, M. D., Gurung, M., Nam, H., Moon, D., Kim, S. W., Jang, G., Jung, D., Jung, S. Y., Park, Y. B., & Lim, S. (2015). Prevalence and characterization of Salmonella in pigs from conventional and organic farms and first report of S. serovar 1,4,[5],12:i:- from Korea. *Veterinary Microbiology*, 178(12), 119124. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.05.005>
- Temple, D., Courboulay, V., Manteca, X., Velarde, A., & Dalmau, A. (2012). The welfare of growing pigs in five different production systems : assessment of feeding and housing. *Animal*, 6(4), 656667. <https://doi.org/10.1017/s1751731111001868>
- Van de Weerd, H. A., Docking, C. M., Day, J. C., Breuer, K., & Edwards, S. (2006). Effects of species-relevant

environmental enrichment on the behaviour and productivity of finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 99(34), 230247. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.10.014>

Van der Giessen, J., Fonville, M., Bouwknegt, M., Langelaar, M., & Vollema, A. R. (2007). Seroprevalence of *Trichinella spiralis* and *Toxoplasma gondii* in pigs from different housing systems in The Netherlands. *Veterinary Parasitology*, 148(34), 371374. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.06.009>

Van der Meulen, J., Koopmans, S., Dekker, R., & Hoogendoorn, A. W. (2010). Increasing weaning age of piglets from 4 to 7 weeks reduces stress, increases post-weaning feed intake but does not improve intestinal functionality. *Animal*, 4(10), 16531661. <https://doi.org/10.1017/s1751731110001011>

Van der Mheen, H., & Vermeer, H. (2005). Outdoor pig farming in the Netherlands. In: Organic pig production in free range systems, Albert Sundrum and Friedrich Weißmann (Eds), Landbauforschung Völkrode Sonderheft, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig, Germany, 41-43.

Vannucci, F.A., Gebhart, C.J., & McOrist, S. (2019). Bacterial Diseases - Proliferative Enteropathy. In : Disease of swine, 11th ed. Jeffrey J. Zimmerman, Locke A. Kariker, Alejandro Ramirez, Kent J. Schwartz, Grégory W. Stevenson and Jianqiang Zhang (Eds), 898-911. John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, USA.

Velazco, O. R. B., Sanz, S. G., Barber, F., & García, A. (2013). Comparison of extensive and intensive pig production systems in Uruguay in terms of ethologic, physiologic and meat quality parameters. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 42(7), 521529. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982013000700009>

Verdon, M., Morrison, R. J., & Rault, J. (2019). Group lactation from 7 or 14 days of age reduces piglet aggression at weaning compared to farrowing crate housing. *Animal*, 13(10), 23272335. <https://doi.org/10.1017/s1751731119000478>

Virtanen, S., Salonen, L. K., Laukkanen, R., Hakkinen, M., & Korkeala, H. (2011). Factors related to the prevalence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* on pig farms. *Epidemiology and Infection*, 139(12), 19191927. <https://doi.org/10.1017/s0950268810003018>

Welfare Quality Consortium (2009). Welfare Quality® assessment protocol for pigs (sows and piglets, growing and finishing pigs). Welfare Quality® Consortium, Lelystad, The Netherlands, 123p.

Wu, N., Abril, C. R., Thomann, A., Grosclaude, E., Doherr, M. G., Boujon, P., & Ryser-Degiorgis, M. (2012). Risk factors for contacts between wild boar and outdoor pigs in Switzerland and investigations on potential *Brucella suis* spill-over. *BMC Veterinary Research*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-116>

Yaeger, M. J., & Van Alstine, M. G. (2019). Respiratory System In: Disease of swine, 11<sup>th</sup> Jeffrey J. Zimmerman, Locke A. Kariker, Alejandro Ramirez, Kent J. Schwartz, Grégory W. Stevenson and Jianqiang Zhang (Eds), 393-407. John Wiley & Sons, Inc.: Hoboken, USA.

Zheng, D., Bonde, M., & Sørensen, J. T. (2007). Associations between the proportion of *Salmonella* seropositive slaughter pigs and the presence of herd level risk factors for introduction and transmission of *Salmonella* in 34 Danish organic, outdoor (non-organic) and indoor finishing-pig farms. *Livestock Science*, 106(23), 189199. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.08.003>

## Résumé

En production porcine, le système en bâtiment fermé avec un sol en caillebotis est largement dominant actuellement. Toutefois, ce type d'élevage fait l'objet de controverse, une part croissante des citoyens exprimant par exemple le souhait d'un accès à l'extérieur pour les animaux d'élevage afin d'améliorer leur bien-être. Dans ce contexte se développent des systèmes d'élevages alternatifs au système d'élevage dominant. Parmi ces élevages alternatifs on trouve des élevages dans lesquels les animaux sont élevés sur litière et des élevages proposant à leurs animaux un accès plein air. S'ils sont plébiscités par les citoyens, ces élevages alternatifs ne sont toutefois pas sans présenter de points critiques. Pour cette synthèse un point a été réalisé sur les connaissances actuelles concernant le bien-être, la biosécurité, la santé des animaux et la santé publique vétérinaire dans les élevages alternatifs. D'une façon générale, ces élevages donnent aux animaux la possibilité d'exprimer une gamme de comportements plus large qu'en bâtiment et les animaux élevés dans ces élevages semblent moins sensibles aux maladies respiratoires. Toutefois, la gestion de l'alimentation, de l'abreuvement, des températures et des prédateurs est souvent plus délicate en élevages de type plein air. De plus, les mesures de biosécurité semblent plus difficiles à appliquer et observer que dans les élevages conventionnels, notamment dans les élevages plein air. La gestion des écrasements de porcelets en maternité est également un véritable défi, au même titre que la gestion du parasitisme. En outre, la prévalence plus élevée de nombreux agents pathogènes zoonotiques dans ces élevages peut représenter un risque pour la santé humaine.

## Abstract

### **Pig farming in alternative systems: strengths and challenges in terms of animal welfare, biosecurity, animal health and safety**

In pig production, the conventional indoor system with a slatted floor currently dominates. However, this production system is becoming less socially acceptable, with a growing number of citizens expressing a desire for outdoor access for livestock to improve their welfare. In this context, alternative production systems are gaining ground. Although they are popular with consumers and citizens, these alternative systems have points of potential criticism. Here, we reviewed the international scientific literature on animal welfare, biosecurity, animal health and pork safety in alternative pig-production systems. In general, alternative farms give pigs the opportunity to express a wider ethogram (i.e. set of behaviors) than pigs on conventional farms, and pigs in these farming systems seem to have fewer respiratory diseases. However, management of feeding, watering, temperatures and predators is often more complicated in these outdoor systems. In addition, biosecurity measures seem to be more difficult to apply and observe than those on conventional farms, especially in free-range systems. Both parasitism and piglet crushing (in farrowing units) remain a real challenge. Furthermore, the higher prevalence of many zoonotic pathogens on these farms may represent a risk to human health.

DELSART, M., POL, F., DUFOUR, B., ROSE, N., FABLET, C. (2023). L'élevage porcin en systèmes alternatifs : atouts et défis en termes de bien-être animal, biosécurité, santé animale et sécurité sanitaire. *INRAE Productions Animales*, 36(3), 7675.

<https://doi.org/10.20870/productions-animales.2023.36.3.7675>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY 4.0).

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>

La citation comme l'utilisation de tout ou partie du contenu de cet article doit obligatoirement mentionner les auteurs, l'année de publication, le titre, le nom de la revue, le volume, les pages et le DOI en respectant les informations figurant ci-dessus.