

Prototypage d'un système articulant production porcine et grandes cultures en agriculture biologique

Millet C. ⁽¹⁾, Decruyenaere V. ⁽¹⁾, Wavreille J. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ CRA-W, Département 'productions et filières', 8 rue de Liroux, B-5030 Gembloux

Objectifs

- Développer une porcherie biologique innovante au CRA-W
- Liée au sol (20 ha biologiques)
- Répondant aux attentes sociétales




 Consommateurs
 Législation
 Agriculteurs

Projet BIO-PRO : Fiche projet (09/2013)

Titre proposé	
Prototypage et, le cas échéant, développement d'un système articulant production porcine et grandes cultures en agriculture biologique	
Nom du coordinateur	J. Wavreille
Nom des personnes (de l'unité) impliquées	Virginie Decruyenaere (U7), Catherine Millet (U6)
Unité	U7 : Mode d'élevage, Bien-être et Qualité
Département	D2 : Productions et Filières
Email	j.wavreille@cra.wallonie.be

Programme finançant le projet : Plan BIOPRO, Fonds propres, Autre convention
Plan BIOPRO

Partenariats internes potentiels : autres unités, noms
Unités 7 + 5 – 6 - 8 - 9
Partenaires externes potentiels : institutions, noms
Bioforum, CEB, FPW, équipementiers, opérateurs de la filière (PQA, Detry, Coprosain, les éleveurs, les firmes d'aliments),

Description du projet de recherche (objectifs, méthodologie, principaux résultats attendus)**Contexte**

L'attrait de plus en plus marqué, ces 25 dernières années, des consommateurs pour les produits bio a conduit certains agriculteurs wallons à réorienter leur production.

En Belgique, la production porcine est une spéculation du nord du pays. La production porcine dans le cadre de l'Agriculture biologique (AB) y est peu développée. Toutefois, en AB, la Wallonie occupe une place importante puisque 80% des producteurs belges de porcs bio et des porcs bio sont Wallons.

La Wallonie présente un potentiel de développement pour une production porcine biologique. Encourager cette orientation est une opportunité intéressante pour créer du revenu et de la valeur ajoutée. La production porcine, qu'elle soit bio ou conventionnelle, souffre toutefois d'une image négative qui condamne la plupart des initiatives. Pourtant, en AB, une telle production compléterait d'une manière intéressante des systèmes de grandes cultures en alimentant ces derniers en matière fertilisante alors qu'à l'inverse, les grandes cultures permettraient d'assurer l'autonomie souhaitée au niveau de la production porcine.

L'objectif général, par le biais d'une étude de faisabilité, vise à explorer les pistes de développement de la production porcine bio en Wallonie, en articulation avec les systèmes de grandes cultures, et ce en parfaite adéquation avec les attentes sociétales des citoyens, dont plus particulièrement les voisins proches des fermes qui désirent pratiquer la production porcine, mais également avec les consommateurs attentifs aux produits qu'ils consomment et les éleveurs qui élèvent leurs animaux.

Objectifs opérationnels et contraintes potentielles✓ *objectifs techniques*

Outre l'optimisation de l'articulation 'atelier porcin' et 'grandes cultures', la proposition vise à étudier le logement des porcs pour la production bio au centre de la problématique d'acceptabilité des élevages porcins. Le logement des porcs en agriculture biologique se décline soit en plein air, soit en bâtiment soit dans un système mixte plein air et bâtiment. Le Cra-w a joué, par le passé, un rôle déterminant dans le développement du mode de production plein air. Le développement de la production porcine en AB sera alors étudié en focalisant le regard sur le bâtiment au centre d'une problématique complexe, que ce soit au niveau :

- Des attentes de la société (voisins des exploitations) : absences de nuisance (notamment olfactive), image de l'agriculture, respect de l'environnement. Un travail sur les types de sol et litière en relation avec la diminution des odeurs pourra être réalisé.
- Règlementaire : législation de l'UE et de la Wallonie en matières de bâtiments agricoles, urbanistiques, environnementales, bien-être des animaux, sécurité des travailleurs ; cahiers des charges.
- Des attentes des consommateurs : en termes de qualité de la viande, de coût, de bien-être des animaux, d'images ; d'économie d'énergie; d'empreinte écologique ;
- De la rentabilité, des niveaux d'investissements, des temps de travail et bien-être au travail ; de la vie familiale et de l'intégration dans la société ;
- De la qualification du bien-être animal au travers des types de logement : comportements

naturels, bien-être, santé ;

- Des liens en termes d'autonomie alimentaire de ces exploitations via la possibilité d'utilisation de productions végétales de l'exploitation (fourrages grossiers, céréales, protéagineux, en pur ou en culture associée, autonomie protéique) ;
- Des liens avec la valeur et l'utilisation des matières organiques au sein de l'exploitation.

L'objectif vise à concevoir un modèle de porcherie Bio qui réponde à toutes ces attentes et qui pourra servir de base de réflexion aux candidats à une reconversion au mode biologique. Ce modèle pourrait aboutir à la mise en place d'un outil qui constituera une vitrine de démonstration et de développement et qui pourra également constituer un lieu de formation avec une forte expertise.

✓ *Préciser les liens possibles avec les suivis d'exploitations*

- Le modèle devra se nourrir de données récoltées dans des fermes conventionnelles ou biologiques. Une enquête en relation avec le type de logement, les modes de production, l'alimentation (degré d'autonomie), les utilisations des matières organiques devra être réalisée.

Tâches : contenu, chronologie, moyens humains (compétence*temps), moyens matériels

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inventaire des systèmes existants en articulation avec les zones de grandes cultures												
Inventaire des types de logements et des réglementations existants à ce niveau												
Enquête de terrain (fermes et opérateurs)												
1) Evaluation des types de logement existants, description des systèmes de productions*												
2) Impact du logement sur l'image de la production et sa perception (nuisances, intégration)												
3) Evaluation du taux d'autonomie alimentaire												
4) Evaluation économique des systèmes de productions												
5) Approche des flux de nutriments dans ces systèmes (lien avec le réseau d'exploitations pilotes)												
6) Attentes de la société en termes de production porcine bio (discussion opérateurs – récolte données)												
Prototypage du système à développer, le cas échéant, au CRA-W												

Moyens humains :

Ir Junior U6 :	0,25 ETP	BIO-PRO
Irs Séniors :	0,30 ETP	CRA-W

Délivrables, résultats attendus :

- ✓ *Inventaire des types de logement et caractérisation*
- ✓ *Organisation de «visites» de sites, lien avec l'innovation dans le logement pour une meilleure perception de l'élevage porcin*
- ✓ *Prototype permettant d'articuler production porcine et grandes cultures*

Actions de communication prévue :

- ✓ *Au minimum 2 articles à l'adresse des professionnels*
 - 1 au début : diffusion des acquis (au Cra-w ou ailleurs), état des connaissances, discussion des solutions possibles et conséquences attendues ...*
 - 1 ou 2 à la fin de l'action : état des lieux, résultats, perspectives*
- ✓ *En cours d'action : démonstrations, visites ...*
- ✓ *En fin de projet : articles, conférence, séminaire ...*

Perspectives : développements potentiels au-delà de la convention

Adoption d'un modèle de production porcine accepté, amélioration continue du modèle, établissement de plans types, conseils et informations pour les reconversions

Mots clefs (6 maximum)

Production porcine et autonomie, articulation grandes cultures, innovation, durabilité, acceptation,

Durée du projet :	De : sept/2013 à : sept/2014
--------------------------	-------------------------------------

Budget estimé BIO-PRO

Salaires (+indexation)	15.000
Investissements	
Fonctionnement	3.000
Consommables (analyse sol et MO)	
Déplacements	2.500
Fournitures de bureau et informatique	500
Overheads	
Frais de gestion CRA-W (5% du total du budget CRA-W)	

Acquis principaux (décembre 2013 – décembre 2014)

→ Inventaire des types de logements et des réglementations existants, inventaire des systèmes existants en articulation avec les zones de grandes cultures

L'objectif de cette fiche était d'établir un projet de conversion, à l'agriculture biologique, de 20 ha de cultures et d'une partie de l'élevage porcin du CRA-W, à Gembloux. Le logement est ici considéré au centre de la problématique d'acceptabilité des élevages porcins biologiques. Sur base d'une recherche bibliographique, 3 systèmes de logements ont été analysés : 1) élevage en plein-air (porcs toute l'année à l'extérieur) ; 2) élevage en bâtiment (porcs logés principalement à l'intérieur avec accès à une aire extérieure bétonnée) ; 3) système mixte (combinaison bâtiment & plein-air).

Après une première analyse, il a été décidé de travailler sur la mise au point d'un élevage biologique de porcs en bâtiment avec présence de litière. Ce choix s'explique par le peu de références locales concernant ce système alors que celles relatives à la conduite d'un système plein air sont issues de travaux précédents qui ont conduit aux développements du mode de conduite en Wallonie. Le système « élevage en bâtiment » avec l'objectif défini requiert une très bonne gestion et de bonnes techniques d'élevage (ex. : création de zones distinctes de repos, d'alimentation, de déjections et d'activité pour les porcs). Le bien-être animal a été considéré pour permettre aux animaux d'exprimer le plus possible leur comportement naturel. La présence d'une litière est jugée indispensable. Elle apporte confort et chaleur aux animaux, leur donne la possibilité de réaliser des activités de recherche et de manipulation suffisantes (fouiller, mâcher, renifler, mordre, mâchonner) et limite ainsi l'agressivité entre animaux. Différents modes de gestion et différents type de litières peuvent être envisagés. Une gestion idéale des déjections et de la litière doit également être adoptée afin d'éviter les nuisances olfactives. Le matériau de la litière et la conduite sont des points importants à investiguer selon les stades de production (catégorie d'animaux).

En termes d'alimentation, des rations biologiques ne faisant pas intervenir de soja ont été proposées et adaptées afin de nourrir les porcs aux différents stades d'élevage. Les aliments composant ces rations sont les céréales (triticale, l'orge), des graines de colza, du pois protéagineux, de la farine de luzerne et des levures de bière. Ces différentes rations ont été établies sur base de la littérature et l'expertise de nutritionnistes. Des matières premières « innovantes » à valeur nutritive très intéressante pour les porcs ont également été investiguées (sarrasin, lactosérum, algues,... glands, châtaignes, orties déshydratées, farine de protéines bactériennes,...).

La conversion d'une partie des terres de cultures du CRA-W à l'agriculture biologique impactera les utilisateurs potentiels du domaine expérimental. Une réunion de travail a été organisée pour présenter l'approche aux utilisateurs internes. Plusieurs hypothèses ont été envisagées.

Hypothèse 1 : les cultures contribuent directement à l'autonomie alimentaire de l'atelier porc. Dans ce cas, si on considère une surface disponible de 20 ha et un atelier de 49 truies pour lesquelles la moitié des porcs sont engraisés sur le site, les cultures mises en place (fèverole, triticale, triticale-pois, orge) permettent d'atteindre 30% d'autonomie alimentaire et 100 % d'autonomie de litière. Il faut toutefois 5 ha supplémentaires pour limiter le chargement à 2 UGB/ha ou négocier l'exportation de 20% des effluents vers une autre exploitation biologique.

Cette hypothèse n'inclut pas la prairie temporaire en tête de rotation. Les truies étant des utilisatrices potentielles de ce type de fourrages, leur inclusion dans la rotation pourrait être intéressante.

Hypothèse 2 : les terres converties à l'agriculture biologique servent de support aux approches systèmes et aux essais dédiés à l'agriculture biologiques. Dans ce cadre, l'autonomie alimentaire de l'atelier porc est vue à l'échelle « locale », les céréales et protéagineux peuvent être produits autour de l'exploitation (autonomie de « groupe », plusieurs exploitants associés par exemple) et les engrais de fermes sont valorisés par des cultures destinées à l'alimentation humaine (légumes, pomme de terre, froment panifiables...) dans et à l'extérieur du CRA-W.

Des discussions internes ont eu lieu concernant la conversion à l'agriculture biologique de 12 à 14 ha du domaine de Gembloux. Elles ne sont pas terminées et se poursuivront.

→ Enquête de terrain (fermes et opérateurs) :

- 1) Evaluation des types de logement existants, description des systèmes de productions*
- 2) Impact du logement sur l'image de la production et sa perception (nuisances, intégration)
- 3) Evaluation du taux d'autonomie alimentaire
- 4) Evaluation économique des systèmes de productions
- 5) Approche des flux de nutriments dans ces systèmes (lien avec le réseau d'exploitations pilotes)
- 6) Attentes de la société en termes de production porcine bio (discussion opérateurs – récolte données)

Les moyens alloués à cette fiche (3 mois Ir temps plein) n'ont pas permis de réaliser l'enquête de terrain. Ils ont été mobilisés pour le prototypage du système et les différents points ont été abordés par un travail bibliographique dont la synthèse et le poster sont repris en annexe.

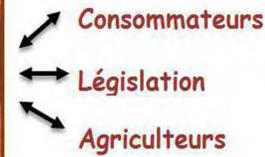
Prototypage d'un système articulant production porcine et grandes cultures en agriculture biologique

Millet C. ⁽¹⁾, Decruyenaere V. ⁽¹⁾, Wavreille J. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ CRA-W, Département 'productions et filières', 8 rue de Liroux, B-5030 Gembloux

Objectifs

- Développer une porcherie biologique innovante au CRA-W
- Liée au sol (20 ha biologiques)
- Répondant aux attentes sociétales



Développement du système et principales innovations

Choix du logement



Bâtiment avec courette extérieure

! VENTILATION ISOLATION du bâtiment !

Créer des zones d'activité bien distinctes!

Toiture végétalisée?

(Isolant phonique, thermique, impact paysager,...)

Parois en cultures d'algues?

(Production de chaleur et d'un complément alimentaire à haute valeur nutritionnelle)

Présence obligatoire d'une litière

Paille d'orge et de triticales en couche mince et raclage

Nettoyage et vide sanitaire entre bandes

Compostage des litières

Matériau d'avenir: la tourbe de sphaignes (anti-odeurs)

Comment contrer les nuisances olfactives?

Au bâtiment

1) Plaque en polyuréthane

(essences végétales, agents gélifiants)



2) Haies à rangs multiples

3) Elevage sur litière

4) Evacuation régulière du lisier /fumier

(exemple: racleur en V)



Au stockage

1) Stockage anaérobie avec aération séquentielle

2) Couvrir la fosse à lisier

(exemple: matelas de paille flottante)

3) Bio méthanisation

4) Modificateur de pH

A l'épandage

Epandage suivi de l'utilisation d'un injecteur dans les 4 h.



Alimentation

01/01/2015: 100% BIO!

Sources de protéines alternatives au soja?

- Protéagineux
- Oléagineux
- Légumineuses
- Céréales
- Sous-produits
- Châtaignes-glands
- Lin
- Orties déshydratées
- Algues



Qt protéines 1 are d'algues = } En 1 an!
Qt protéines 21 ares soja

Rations sans soja et liaison au sol:

Triticale	Orge	Levures
Graines de colza	Farine de luzerne	Graines de soja extrudées
Pois protéagineux d'hiver	Féverole blanche d'hiver	Aliment minéral vitaminé

Les différentes rations

- ~ Porcs croissance et truies allaitantes
- ~ Porcs finition et truies gestantes
- ~ Porcelets 2^{ème} âge

Assolement des 20 ha:

1) 5 ha féverole	4) 5 ha orge
2) 5 ha triticales	3) 5 ha pois-triticales

Structure du cheptel envisagée et besoins alimentaires

	Nombre de têtes	T consommées/an
Truies reproductrices	49	66
Porcelets vendus à 5 semaines (1er âge)	70	14
Porcelets 2 ^{ème} âge	70	16
Porcs à l'engraissement	210	165
Autres (verrat, jeunes truies,...)	6	5

Autonomie de la future porcherie du CRA-w

Alimentaire: environ 30%
En litière: 100%
En engrais de ferme: 125% (besoin de 25 ha)

Centre wallon de Recherches agronomiques

1. Alimentation des porcs

1.1. Consommations d'aliments aux différents stades	p1
1.2. Matières premières utilisées en alimentation porcine.....	p1
1.3. Matières premières riches en protéines produites en priorité en AB	p2
1.4. Matières premières que l'on peut acheter en AB.....	p2
1.5. Législation.....	p2
1.6. Besoins alimentaires des porcs.....	p4
1.7. Alimentation des truies après mise-bas.....	p5
1.8. Alimentation des porcelets.....	p5
1.9. Réussir son post-sevrage en bio.....	p5
1.10. Minéraux et vitamines.....	p8

2. Alternatives contre l'importation de soja

2.1. Alternatives alimentaires.....	p10
-------------------------------------	-----

<u>2.1.1. Sources de protéines alternatives produites à l'exploitation.....</u>	p15
2.1.1.1. Utilisation du tourteau de colza et du pois dans l'alimentation porcine.....	p16
2.1.1.2. Utilisation du triticale dans l'alimentation des porcs.....	p19
2.1.1.3. Utilisation du sarrasin dans l'alimentation des porcs.....	p22
2.1.1.4. Utilisation du pois, de la féverole et du lupin dans l'alimentation des porcs..	p23
2.1.1.5. Utilisation d'avoine, de luzerne, de trèfle violet déshydraté et de son en alimentation des porcs.....	p25

<u>2.1.2. Recyclage des sous-produits de la production, transformation d'aliments bio....</u>	p25
2.1.2.1. Sous-produits de boulangerie.....	p26
2.1.2.2. Sous-produits issus du nettoyage des semences.....	p27
2.1.2.3. Sous-produits issus de la mouture de grains.....	p27
2.1.2.4. Sous-produits issus de l'industrie d'extraction d'huile.....	p27
2.1.2.5. Sous-produits issus de la production de pommes de terre.....	p28
2.1.2.6. Sous-produits issus de brasserie.....	p28
2.1.2.7. Sous-produits issus de distillerie.....	p28
2.1.2.8. Sous-produits issus de l'exploitation laitière.....	p31
2.1.2.9. Sous-produits issus des fruits et légumes.....	p33
2.1.2.10. Sous-produit de la fabrication de farine de blé.....	p34

<u>2.1.3. Utilisation du gland, des orties déshydratées et du lin en alimentation de porcs bio.....</u>	p35
--	------------

<u>2.1.4. Comment surmonter les problèmes d'assimilation quand l'alimentation protéique de complément est riche en fibres?</u>	p37
2.2. Régimes alimentaires à teneur réduite en protéines.....	p37
2.3. Autres apports originaux de protéines.....	p37
<u>2.3.1. Protéines bactériennes</u>	p37
<u>2.3.2. Protéines d'algues</u>	p38
<u>2.3.3. Autre</u>	p39
<u>3. Rentabilité de la fabrication d'aliments à la ferme</u>	p40

Alimentation bio des porcs biologiques

Pose des questions !

- Equilibre de la ration ?
- Va-t-on parvenir à ne plus dépendre des importations de soja? quel en sera le coût économique ?
- Ne va-t-on pas augmenter les rejets azotés du fait de l'utilisation de protéines moins équilibrées en aa ?
- Les animaux ne seront-ils pas moins performants ?
- N'existera-t-il pas de conséquences négatives sur le comportement des animaux ?

1. Alimentation des porcs

1.1. Consommations d'aliments aux différents stades (s23)

Fonction de la prolificité des truies, et des performances de croissance des animaux.

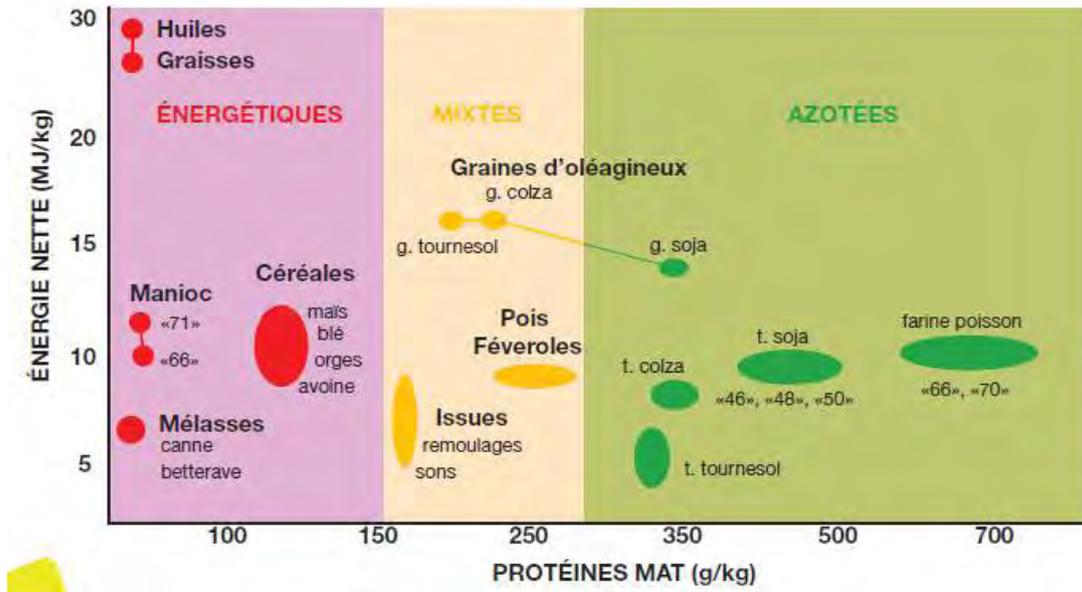
CONSOMMATION ANNUELLE D'ALIMENT POUR UNE TRUIE ET SA SUITE (KG)				
Animal	Consommation/animal	Nombre	Calcul	Quantité consommée/an (kg/an)
Truie	1300 kg/an	1	1300 x 1	1300
Verrat	1200 kg/an	1 pour 10 truies	1200 x 0,1	120
Porcelet	40 kg	18 par truie	40 x 18	720
Charcutier	300 kg	18 par truie	300 x 18	5400

1.2. Matières premières utilisées en alimentation porcine (s23)

- Céréales (énergie) → 60% → 50% des besoins en protéines mais que 25% de la lysine
- Protéagineux, graines d'oléagineux, légumineuses (protéines) → 35% → 2 kg de protéagineux = 1 kg de tourteau de soja et 1 kg de céréales
- Minéraux, vitamines (plantes en sève, choux, racines, tubercules,... non cuits (chaleur détruit les vitamines)) → 5%

Chez le porc, plus de la moitié de la protéine est apportée par les céréales.

**CLASSEMENT DE QUELQUES MATIÈRES PREMIÈRES
SELON LEURS APPORTS ÉNERGÉTIQUE ET AZOTÉ**



1.3. Matières premières riches en protéines produites en priorité en AB

L'alimentation représente 70 à 80 % du coût de production en bio (contre 65 % en conventionnel) :

- Mélanges céréales-protéagineux (triticale-avoine-pois par exemple)
- Protéagineux (pois, féverole)
- Graines d'oléagineux (colza)
- Légumineuses (trèfle, luzerne)

1.4. Matières premières que l'on peut acheter en AB

- Tourteau de soja certifié AB non-limité → 46% MAT
- Levures de bières non limitées → 46,5% MAT

1.5. Législation

		Conditions	Possibilités
Aliment AB	Origine végétale	Sans restriction	Sans restriction
	Origine animale	Uniquement ceux de la liste Annexe V-2 du règlementation RCE 889/2008 (lait, babeurre, lactosérum...)	Sans restriction
Aliment hors AB	Matières premières conventionnelles (origine végétale ou animale)	Uniquement si les aliments sont présents à l'annexe V du règlementation RCE 889/2008	Pourcentage maximum par période de 12 mois : 5% en 2011 (calcul en % de MS).
	1ère année de conversion	Fourrage et protéagineux autoproduits	Jusqu'à 20%
		Fourrage / céréales achetés	C1 acheté considéré comme du conventionnel
	2ème année de conversion	Autoproduit	Jusqu'à 100%
		Acheté	Jusqu'à 30%
	Minéraux	Uniquement si listé annexe V-3 RCE 889/2008	Sans restriction
Additifs nutritionnels	Uniquement si listé annexe VI RCE 889/2008	Sans restriction	
Généralités	Fourrages grossiers (frais, secs ou ensilés)	Doivent être ajoutés à la ration journalière	Obligatoire pas de pourcentage minimal
	Aliments achetés	Doivent respecter le RCE 889/2008	Vérifier le pourcentage d'aliments non bio sur 12 mois ou sur la durée de vie

- **Minimum 20%** des aliments distribués aux porcs doit provenir de l'exploitation, ou si cela n'est pas possible, doit provenir de la même région (= territoire belge + Luxembourg + régions de France, d'Allemagne et des Pays-Bas) en coopération avec d'autres fermes bio ou autre dans le bio.
- A titre dérogatoire, dans le cas d'indisponibilité en aliments bio, **5% de matière sèche de la ration/an et 25% de la ration/jour** peut provenir de l'agriculture conventionnelle, mais à partir du 01/01/2015, 100% de l'alimentation utilisée devra être bio.
- Si l'éleveur achète des produits non bio, il doit s'assurer que les **productions sont bien non OGM** (légalement, l'étiquette pour les produits alimentaires et aliments pour animaux doit mentionner la présence d'OGM s'il contient plus de 0,9% d'OGM → produit OGM contrôlé).
- **Des fourrages grossiers, frais, secs ou ensilés** sont ajoutés à la ration journalière des porcs → distribution de fibres (santé, bien-être, \$ ☺). Si ce n'est pas le cas, les porcs doivent avoir accès à un parcours enherbé ;

Selon plusieurs recherches sur le sujet, l'apport élevé de fibres en gestation peut favoriser la prise alimentaire en lactation de 6 à 15 % tout en améliorant le poids de sevrage de 5 à 7 %. Les truies sur le régime élevé en fibres multiplieraient le nombre de repas quotidiens, réduisant ainsi l'effet thermique de l'aliment. Cette adaptation serait liée à une modification du comportement alimentaire en gestation car l'aliment fibreux était consommé plus lentement et avec plus de pauses. La truie reproduirait ce comportement en lactation.

- ➔ Interdiction d'utiliser des hormones de croissances ou stimulant de productions, des antibiotiques, des substances pour maîtriser la reproduction (induction, synchronisation des chaleurs), des OGM ou produits dérivés.

1.6. Besoins alimentaires des porcs (s23)

A chaque stade physiologique, des besoins alimentaires spécifiques :

- Porcelets 1^{er} âge : sous la mère jusqu'à 14 jours après sevrage.
- Porcelets 2^e âge : jusqu'à 25-30 kg.
- Croissance : jusqu'à 60-70 kg.
- Finition : jusqu'à 115-120 kg.
- Gestation : du sevrage jusqu'à 2 à 3 jours après la mise bas.
- Lactation : de 2 à 3 jours après la mise bas jusqu'au sevrage.

En production biologique, il est possible en fonction de la taille des élevages, des équipements, du tonnage d'aliment parfois faible, de limiter le nombre d'aliments à 3, même si cela n'est pas parfait :

- 1 aliment porcelet 2^e âge.
- 1 aliment porc croissance et lactation.
- 1 aliment porc finition et gestante.

L'idéal est bien sûr de disposer d'un aliment pour chaque stade afin de maîtriser la conduite alimentaire.

A noter : avec la distribution d'aliments grossiers, le pâturage au printemps et en automne (quand l'herbe peut couvrir une partie des besoins), il est possible de diminuer les quantités d'aliment complet de 1/4 à 1/3 maximum pour les truies et les charcutiers. On a souvent tendance à surestimer les apports nutritifs assurés par les aliments grossiers et l'herbe.

S25

CARACTÉRISTIQUES SOUHAITABLES DES PRINCIPAUX ALIMENTS SELON LE STADE PHYSIOLOGIQUE

Stade	Energie nette MJ/kg	Lysine dig. g/kg	Lysine totale g/kg	Matière azotée totale %	Cellulose brute %
Porcelets 1 ^{er} âge	9,5 à 10,5	11,5 à 12,5	13 à 14	18 à 20	3 à 4
Porcelets 2 ^e âge	9 à 10,5	10 à 11	11 à 12	17 à 19	3 à 4
Croissance	9 à 10,5	7 à 8	8 à 9	15 à 17	4 à 6
Finition	8,5 à 9,5	6 à 7	7 à 8	14 à 16	4 à 6
Gestation	8 à 9,5	5 à 6	6 à 7	13 à 15	5 à 8
Lactation	+ de 9	7 à 8	8 à 9	15 à 16	4 à 6

Pour équilibrer l'aliment, ne pas chercher à maximiser l'énergie.

S1

Les quantités consommées

	Truie allaitante	Porc charcutier et truie gestante	Porcelet après sevrage
Énergie (Kcal)	3000 à 3300	3000 à 3200	3300 à 3600
Protéines brutes (MAT)	14 à 17	15 à 17	17 à 19
Lysine (g/kg)	0,6 à 0,95	0,8	1,15 à 1,2

1.7. Alimentation des truies après mise-bas (s1)

Phase importante pour assurer une bonne production laitière. De plus, les sevrages tardifs en bio (42 jours contre 21 en conventionnel) peuvent induire une forte perte de poids nuisible à une bonne reprise du cycle ovarien.

1ère semaine après MB : augmenter la ration de 500g / jour

2ème semaine : augmenter d'1 kg par jour jusqu'à une consommation journalière de 8 à 9 kg selon la valeur alimentaire de l'aliment.

Une truie en lactation pourra consommer 4 à 9 kg d'aliment (céréales + protéagineux) pour couvrir ses besoins. Cette consommation peut diminuer à 3 kg lorsqu'elle est gestante.

Le poids de naissance recherché des porcelets est de 1,3 à 1,7 kg afin de garantir une bonne vitalité des animaux et limiter les mortalités.

L'alimentation en fibre est importante pour assurer un bon transit intestinal. Ne pas hésiter à distribuer en libre service de la paille ou du foin de bonne qualité. Un apport régulier incite la truie à en consommer davantage améliorant ainsi son comportement « calme ».

1.8. Alimentation des porcelets (s1)

Tous les porcelets sont nourris au lait maternel de préférence à d'autres laits naturels, pendant une période **minimale de 40 jours**. Les lactoreplaceurs sont interdits.

Aliment de lactation : bonne qualité, digestibilité de l'énergie et des protéines.

Dès 3 semaines, le porcelet commence à digérer l'amidon et les protéines végétales.

Pour développer le fonctionnement de cette nouvelle flore enzymatique, il faut distribuer l'aliment :

- dès 2 semaines après leur naissance soit une consommation de 2 à 4 kg d'aliment jusqu'au sevrage
- au moins une fois par jour pour les stimuler et avoir toujours de l'aliment propre
- dans un coin réservé, abrité des intempéries et inaccessible par la truie
- avec un point d'eau à proximité. Celui-ci doit rester propre

Même jeune, le porcelet consomme du fourrage ou de l'herbe, ce qui permet à sa flore intestinale de s'installer progressivement.

Les porcelets ont besoin de fer. Il n'y aura pas d'apport spécifique pour les systèmes avec mise-bas en plein air contrairement au système avec naissance sur paille. Dans ce cas, faire un apport de tourbe dans le coin porcelet. L'ortie, riche en fer sera, quant à elle, peu consommée en frais par le porcelet nouveau-né. Elle sera plutôt distribuée en décoction.

1.9. Réussir son post-sevrage en bio (s1)

La mortalité peut être importante à ce stade. Pour limiter les mortalités, il est possible de :

- sevrer assez tard : minimum 42 jours permettant au porcelet de mieux digérer les amidons et protéines végétales. Sevrer à plus de 50 jours pénalise la truie surtout si les porcelets n'ont pas suffisamment d'aliment
- apporter de l'aliment tôt : voir paragraphe précédent
- aliment disponible pour tous les porcelets en même temps, ce qui se traduit par une longueur d'auge de 6 cm / porcelet minimum
- point d'eau : minimum 1 pour 10 à 12 porcelets. Ces points d'eau doivent rester propres.

- nettoyer et désinfecter le local avant leur arrivée
- surface recommandée minimum 1 m²/porcelet. La réglementation bio exige 0,8 m² à l'intérieur et une aire d'exercice ouverte de 0,6m² / porcelet de moins de 50 kg
- chauffer le bâtiment si nécessaire et avoir au minimum un endroit au chaud : sans courant d'air, avec une bonne épaisseur de paille en litière et possibilité de créer un toit plus bas afin de conserver la chaleur émise par les animaux.

En cas de troubles digestifs (diarrhées, ...), diminuer la concentration azotée de l'aliment via la suppression des protéagineux pendant quelques jours. L'aliment sera alors distribué à volonté pour ne pas pénaliser l'animal.

Exemples de ration pour le porcelet (du sevrage à 50 kg)

	1	2	3
Triticale	45 %	45 %	28 %
Orge	10 %	10 %	30 %
Tourteau de colza	-	-	-
Graines de soja	15 %	15 %	15 %
Pois	15 %	15 %	10 %
Farine luzerne	-	-	-
Levures	10 %	10 %	12 %
Minéral	5 %	5 %	5 %

Exemples de ration pour le porc charcutier finition et / ou la truie gestante :

	1	2	3
Triticale	50 %	-	40 %
Orge	-	70 %	30 %
Avoine	20 %	-	-
Graines de soja	15 %	15 %	15 %
Pois	-	-	-
Farine luzerne	12 %	12 %	12 %
Levures	-	-	-
Minéral	3 %	3 %	3 %

Tableau 1. Profil de composition en acides aminés de la "protéine idéale" pour le porc en croissance (ARC 1981).

Acide aminés indispensables	Teneurs en acides aminés % "Protéine idéale" (1)	Rapport acides aminés/lysine (référence 100)	
		Organisme entier	Lait de truie (4)
Lysine	7,0	100	100
Thréonine	4,2	60	55
Tryptophane	1,0	15	nd
Méthionine + Cystine	3,5	50	50
Isoleucine	3,8	55	55
Leucine	7,0	100	115
Valine	4,9	70	80
Histidine	2,3	33	35
Phénylalanine + Tyrosine	6,7	96	107
Arginine	(6,7) (2)	(96)	65
Σ AAI (3)	47,1		

(1) Composition moyenne en acides aminés des protéines de l'organisme entier au cours de la croissance du porc.

(2) Selon OSLAGE et SCHULZ (1977), cités par HENRY (1981).

(3) Somme des AA indispensables et semi-indispensables (cystine, tyrosine).

(4) A partir de la composition moyenne en acides aminés du lait de truie (DUEE et JUNG 1973, cités par DUEE et HENRY 1986) ; nd : non dosé.

Affinement du concept de protéine idéale pour le porc en croissance (INRA, 1993)

Tableau 3. Rapports recommandés entre les besoins en acides aminés indispensables chez le porc en croissance (par référence à la lysine : 100).

Lysine	100
Thréonine (1)	60-65
Tryptophane	18
Méthionine + Cystine	60
Méthionine (2)	30
Isoleucine	60
Leucine	72
Valine	70
Histidine	26
Phénylalanine + Tyrosine	100
Arginine (3)	45
Source : I.N.R.A. (1984)	

(1) Au moins 60 % du besoin en lysine, d'après les acquisitions récentes.

(2) Sur la base d'au moins 50 % de méthionine dans l'apport total d'acides aminés sulfurés, comme semblent l'indiquer les résultats récents.

(3) A partir du besoin défini par SOUTHERN et BAKER (1983).

Atteindre le contenu diététique exigé d'aa essentiels est très difficile dans l'agriculture biologique. La plupart des cultures communes qui sont riches en protéines et sont produites sur la ferme sont les légumineuses à grains, mais leur composition en acides aminés ne correspond généralement pas à la demande de haute performance des porcs.

Actuellement, ce manque est souvent compensé par l'aide d'aliments achetés dans le commerce, qui sont riches en aa essentielles. Sur la base de ce scénario, il est nécessaire d'identifier d'autres sources de protéines pour l'élevage biologique.

1.10. Minéraux et vitamines

Le phosphore et calcium : La base de l'alimentation repose sur des céréales. Ces dernières sont souvent riches en phosphore et pauvre en calcium. Pour équilibrer le rapport calcium/phosphore, il est intéressant d'apporter du carbonate de calcium ou du lithothamne à hauteur de 2 % de la ration.

Le sélénium : Il a un effet sur la qualité de la viande mais aussi sur la vitalité des porcelets à la naissance (porcelets « mous ») et les muscles (cardiaque, membres..).

La complémentation peut se faire grâce à des plantes comme la consoude (les minéraux sont alors très digestibles), du minéral.

Les vitamines A et E sont apportées par l'herbe fraîche. En cas de distribution de sélénium sous forme minérale, apporter aussi de la vitamine E pour permettre l'assimilation du sélénium.

Les vitamines A et E sont apportées par l'herbe fraîche, **la vitamine D** par le soleil. Les vitamines sont conservées 1 à 2 mois dans le foie des animaux. Donc, si les porcs sont en plein air et ont de l'herbe à leur disposition, l'apport en vitamines n'est pas nécessaire.

Les vitamines de synthèse sont autorisées en bio à condition qu'elles soient identiques à celles provenant de produits agricoles. Elles seront distribuées en cure et de façon raisonnée : période de carence, animaux sensibles...

2. Alternatives contre l'importation de soja

Le soja présente des avantages sur le plan nutritionnel, par la qualité et la concentration de sa protéine, mais d'une part il doit être extrudé ou trituré et, d'autre part, son aire d'adaptation agroclimatique est limitée.

Plusieurs hypothèses ont été testées afin d'explorer différentes voies de reconquête de l'autonomie protéique :

- amélioration de la compétitivité des matières premières face au soja
- amélioration de leur qualité nutritionnelle
- développement de systèmes d'élevage

En production porcine, l'élevage sans soja est plus compliqué. Pour les aliments « gestantes » et « engraissement », « finition », il semble possible de s'affranchir du soja car les besoins en protéines sont plus faibles.

Pour les aliments « croissance », « nourrice » et « 2^{ème} âge », la substitution du soja par d'autres sources de protéines est plus complexe.

Exemples de ration diminuant la part de soja (s19) :

	Truies gestantes	Nourrices	Porcelets 2^{ème} âge	Porcs croissance	Porcs finition
<i>Pois</i>	14 %	25 %	24 %	25 %	15 %

<i>Féverole</i>	21 %	7 %	5 %	5 %	15 %
<i>Luzerne déshydraté</i>		5 %			10 %
<i>Soja</i>		5 %	2 %	3 %	
<i>Triticale</i>	58 %	47 %	44 %	60 %	35 %
<i>Orge</i>		5 %	10 %		15 %
<i>Avoine</i>					5 %
<i>Complément</i>	7 %	6 %	15 %	7 %	5 %

Formulation aliment croissance (s19)

Composition en matières premières				
Soja conventionnel (tourteau ou graine)	-	10 %		
Protéines de P de T conventionnelles	-		5 %	
Triticale	NL	55 %	62 %	32 %
Orge	NL		10 %	15 %
Graine colza	Maxi 5 %			5 %
Graine tournesol	Maxi 5 %			
Pois	Maxi 30 %	15 %		15 %
Féverole colorée	Maxi 15 %	12 %	15 %	15 %
Lupin	Maxi 5 %	5 %		
Levures	Maxi 10 %		5 %	10 %
Farine de luzerne	Maxi 5 %			5 %
Aliment minéral	-	3 %	3 %	3 %
Caractéristiques nutritionnelles				
EN (MJ / kg)	9 à 9,8	9,51	9,68	9,47
MAT (%)	15 à 17	15,8	15,5	17,0
Lys dig / EN	0,8 à 0,9	0,86	0,80	0,82
Met dig / Lys dig	30 %	22 %	28 %	22 %
M + C dig / Lys dig	60 %	50 %	57 %	47 %
Thr dig / Lys dig	65 %	59 %	68 %	60 %
Try dig / Lys dig	19 %	18 %	18 %	16 %

Formulation aliment finition (s19)

Composition en matières premières				
Soja conventionnel (tourteau ou graine)	-	5 %		
Protéines de P de T conventionnelles	-		3 %	
Triticale	NL	48 %	50 %	43 %
Orge	NL	10 %	10 %	10 %
Graine colza	Maxi 5 %			5 %
Graine tournesol	Maxi 5 %			
Pois	Maxi 30 %	14 %	14 %	14 %
Féverole colorée	Maxi 15 %	15 %	15 %	15 %
Lupin	Maxi 5 %			
Levures	Maxi 10 %			5 %
Farine de luzerne	Maxi 5 %	5 %	5 %	5 %
Aliment minéral	-	3 %	3 %	3 %
Caractéristiques nutritionnelles				
EN (MJ / kg)	9 à 9,6	9,19	9,33	9,58
MAT (%)	14 à 16	14,7	14,4	14,8
Lys dig / EN	0,7 à 0,8	0,73	0,75	0,71
Met dig / Lys dig	30 %	23 %	24 %	23 %
M + C dig / Lys dig	60 %	54 %	53 %	51 %
Thr dig / Lys dig	65 %	61 %	63 %	60 %
Try dig / Lys dig	19 %	17 %	17 %	17 %

2.1. Alternatives alimentaires (s10)

Tableau 1. Composition des ingrédients de remplacement et proportions maximales conseillées dans une ration pour porcs

Ingrédient	M.S. (%)	Rapport à la matière sèche			Proportion maximale** conseillée (% de la ration totale)		Valeur relative (pa comparaisor avec ...)
		ÉD kcal/kg	Protéine (%)	Lysine %	Croissance/ Finition	Truies allaitantes/ Truies taries	
Aliments énergétiques							Maïs
Avoine	89	3112	12,9	0,45	20	20	85-95
Avoine à grain nu	86	4047	19,9	0,55	95	95	100-115
Betteraves - Pulpe séchée	91	3148	9,5	0,57	10	10	90-100
Blé - Gru blanc	89	3445	17,9	0,64	60	60	110-130
Blé - Gru rouge	88	3392	18,2	0,80	25	25	120-125
Blé - Son	89	2719	17,6	0,72	5	15	110-120
Blé roux vitreux de printemps	88	3864	16,0	0,43	57	57	100-110
Blé tendre blanc d'hiver	89	3820	13,3	0,37	57	57	100-105
Chocolat	97	5025	4,9	0,07	30	?	85-95
Déchets de boulangerie séchés	91	4330	11,9	0,30	40	10	100-110
Drêches de brasserie séchées	92	2283	28,8	1,17	10	10	110-120

Lactosérum déshydraté	96	3474	12,6	0,94	10	10	130-140
Lactosérum liquide	7	3571	12,9	1,17	30	?	140-150
Lin	90	3400	37,3	1,38	5	5	150-155
Luzerne, farine de	92	1989	18,5	0,80	5	D/60	80-90
Maïs	89	3961	9,3	0,29	77	77	100
Maïs - Farine de gluten	90	4694	66,9	1,13	5	5	150-160
Maïs - Gros gluten	90	3322	23,9	0,70	25	5/90	110-130
Maïs-Grosse semoule	90	3728	11,4	0,42	77	77	100-110
Maïs de distillerie - Grains séchés avec solubles	93	3441	29,8	0,67	20	40	120-125
Maïs de distillerie - Solubles séchés	92	3614	29,0	0,89	20	?	135-145
Maïs-grain humide	72	3961	9,3	0,29	78	78	80-90
Orge	89	3427	12,7	0,46	80	80	95-100
Pommes de terre - Croustilles de rebut	90	5833	7,2	0,34	25/10	25	125-150
Seigle	88	3716	13,4	0,43	40/77	D/25	100-105
Soya,	100	8750	0,0	0,00	2	3	190-210

Soya,	100	8750	0,0	0,00	2	3	190-210
huile de							
Suif	100	8000	0,0	0,00	3	3	175-200
Sucrose	99	3833	0,0	0,00	33	?	85-95
Triticale	90	3689	13,9	0,43	77	25	95-105
Aliments protéiques							Tourteau de soya
Canola, tourteau de	90	3206	39,6	2,31	12	12	75-85
Drêches de brasserie séchées	92	2283	28,8	1,17	10	10	40-50
Féveroles	87	3730	29,2	1,86	20	10	65-75
Haricots blancs de rebut	84	3600	26,4	1,45	12	12	55-65
Lait écrémé en poudre	96	4146	36,0	2,98	10	10	100-110
Lait entier en poudre	88	5667	27,5	2,50	10	10	100-105
Lin	90	3400	37,3	1,38	5	5	60-65
Lupins blancs doux	89	3876	39,2	1,73	20	20	70-80
Maïs - Farine de gluten	90	4694	66,9	1,13	5	5	55-70
Maïs - Gros gluten	90	3322	23,9	0,70	25	5/90	45-55
Maïs de distillerie - Solubles séchés	92	3614	29,0	0,89	20	?	55-60

Mais de distillerie – Grains séchés avec solubles	93	3441	29,8	0,67	20	40	45-55
Pois	89	3860	25.6	1.69	20/35	15	65-75
Poisson (menhaden), farine de	92	4098	67,7	5,23	5	5	160-170
Soya – Tourteau à 44 %	89	3921	49.2	3.18	25	25	100
Soya – Tourteau à 48 %	90	4094	52.8	3.36	25	25	100-105
Soya torréfié	90	4600	39.1	2.47	10	25	90-100
Viande, farine de	94	2867	57.4	3.27	5	5	120-130

D = déconseillé.

? = recommandation impossible en raison du manque de données.

** = la proportion maximale peut être utilisée.

Ingrédient	Facteurs influant sur la proportion
Avoine	Teneur élevée en fibre; peu énergétique.
Avoine à grain nu	Pauvre en lysine; appétente; teneur protéique variable; coûteuse.
Betteraves – Pulpe séchée	Riche en fibre, digestibilité médiocre; effet laxatif.
Blé roux vitreux de printemps	Moins riche en énergie que le maïs; comparable au maïs quant à la digestibilité et à l'appétibilité; plus riche en protéine, mais même teneur en lysine que le maïs; pulvérulent et peu appétent quand il est moulu trop finement.
Blé – Grus blanc et rouge	Comparativement au maïs, plus riches en protéine et en lysine; aussi énergétiques; digestes, appétents.
Blé, son de	Teneur protéique variable; riche en fibre, pauvre en énergie, digestibilité médiocre; effet laxatif.
Blé tendre blanc d'hiver	Plus riche en énergie que le maïs; comparable au maïs quant à la digestibilité, l'appétibilité et la teneur protéique; pulvérulent et peu appétent quand il est moulu trop finement.
Canola, tourteau de	Teneur en fibre plus élevée que le tourteau de soya; moins appétent pour les jeunes porcs; facteurs anti-nutritionnels.

Chocolat	Teneur en éléments nutritifs variable selon le produit; très énergétique; pauvre en protéine.
Déchets de boulangerie séchés	Teneur en éléments nutritifs variable selon la proportion de pain, de gâteaux, de pâtes ou de tartes qu'ils contiennent; très énergétiques; comparables au maïs quant aux teneurs en protéine et en lysine; peuvent être relativement salés.
Drêches de brasserie séchées	Teneur élevée en fibre; peu digestes; pauvres en lysine; source de vitamines B.
Féveroles	Teneur élevée en fibre; facteur anti-nutritionnel; pauvres en vitamines.
Haricots blancs de rebut	Facteurs anti-nutritionnels — nécessité d'un traitement thermique; peu appétents.
Lactosérum déshydraté ou liquide	Protéine de bonne qualité; le produit déshydraté peut coûter cher; le fait d'alimenter les porcs avec du lactosérum liquide multiplie le volume de lisier par deux ou trois.
Lait en poudre écrémé ou entier	Protéine de grande qualité; très appétent; très digeste; teneur élevée en lysine; coûteux.
Lin	Riche en acides gras oméga-3 et en lignanes.
Lupins blancs doux	Teneur élevée en fibre; facteurs anti-nutritionnels.
Luzerne, farine de	Forte teneur en fibre; peu énergétique; bonne source de carotène et de vitamines B; peu digeste; peu appétente pour les porcelets.
Maïs	Très énergétique; pauvre en lysine; très digeste; appétent.
Maïs – Farine de gluten	Pauvre en lysine; faible teneur en fibre; teneur en éléments nutritifs variable.
Maïs – Gros gluten	Pauvre en lysine; riche en fibre; peu énergétique; teneur en éléments nutritifs variable; peu appétent; aliment d'encombrement.
Maïs – Grosse semoule	Plus riche en fibre et en protéine que le maïs; peut contenir plus d'énergie si on n'en a pas extrait l'huile.
Maïs de distillerie – Grains séchés avec solubles	Haute teneur en fibre et en gras; faible teneur en lysine; aliment d'encombrement; source de vitamines B.
Maïs de distillerie – Solubles séchés	Excellente source de vitamines B; acides aminés mieux équilibrés que dans les autres produits de distillerie; c'est le produit de distillerie le mieux indiqué pour les porcs.
Maïs-grain humide	Haute teneur en humidité (28 % contre 15 % pour le maïs-grain sec); pauvre en lysine; la ration doit être équilibrée sur la base de la matière sèche.
Orge	Contient plus de fibre et est moins digeste que le maïs.

Pois	Facteurs anti-nutritionnels en faibles proportions; teneur protéique variable; équilibre des acides aminés; faible teneur en méthionine.
Poisson, farine de	Teneur protéique variable selon la source; riche en lysine, méthionine, calcium et phosphore; en forte proportion dans la ration, peut donner à la viande de porc un goût de poisson.
Pommes de terre - Croustilles de rebut	Riches en énergie; teneur en huile végétale (absorbée pendant la cuisson) très élevée.
Seigle	Comparable au blé par la teneur en éléments nutritifs; sensible à la contamination par l'ergot; facteurs anti-nutritionnels; pulvérulent et inappétent quand il est moulu trop finement.
Soya, huile de	Très énergétique; utile pour limiter la pulvéulence d'un aliment; rancit si on ne la stabilise pas avec un antioxydant.
Soya, tourteau de	Avec enveloppes (44 %) ou sans (48 %); associé au maïs, donne un bon équilibre des acides aminés; appétent.
Soya torréfié	Par rapport aux tourteaux de soya, plus riche en énergie mais moins riche en protéine; peut donner un arrière-goût désagréable à la viande de porc quand la proportion dans la ration est élevée.
Sucrose	Très appétent; très digeste; accroît la prise alimentaire chez l'animal.
Suif	La qualité peut varier; très énergétique; utile pour limiter la pulvéulence; rancit quand on ne le stabilise pas avec un antioxydant.
Triticale	Haute teneur en protéine et en lysine comparativement au maïs; ample variation de la teneur en éléments nutritifs d'une variété à l'autre; certaines variétés contiennent des facteurs anti-nutritionnels et sont peu appétentes.
Viande, farine de	Riche en lysine, calcium et phosphore; qualité et quantité de protéine variables; la protéine est moins digeste et assimilable que celle du tourteau de soya.

Autres :

Denrées et produits.	U. F.	M. Az. (gr) au kilo.
Cucurbitacées	0,10	4
Fourrage vert	0,10 à 0,15	15 à 20
Choux, carottes, raves	0,13	4
Lait écrémés	0,14	35
Eaux grasses	0,20 à 0,25	30 à 50

Pomme de terre	0,24	15
Marc de pommes	0,20 à 0,25	30 à 50
Topinambours	0,23	8
Lait entier	0,27	35
Tourteau non décortiqué	0,40	172
Farine de foin	0,44	60
Drèches de brasserie sèche	0,61	137
Pulpe de betterave sèche	0,67	25
Germes de malt	0,67	114
Son de blé	0,67	98
Son de seigle et d'orge	0,67	108
Sarrasin	0,75	55
Seigle	0,75	108
Sorgho, millet et avoine	0,86	77
Gluten de maïs	0,90	184
Légumineuses en farine	0,92	206
Orge	1,00	70
Blé	1,05	90
Farine de caroubes	1,05	32
Maïs	1,07	66
Tourteaux	1,00 à 1,40	150 à 495
Lait en poudre	1,40	350
Riz cargo	1,43	55

2.1.1. Sources de protéines alternatives produites à l'exploitation

Les nouvelles contraintes de lien au sol, d'absence d'OGM et d'acides aminés de synthèse rendent quasi obligatoire la production de protéagineux à proximité des élevages biologiques. En ce qui concerne le système de culture des protéines bio, il faudra augmenter la production de légumineuses à graines (freins : ravageurs, maladies, enherbement en protéagineux, limites climatiques,...).

Il faudra utiliser des variétés adaptées génétiquement à des contextes pédo-climatiques variés, pour augmenter les performances agronomiques et la valeur alimentaire de ces productions.

Bien diversifier les rotations ! + associer des espèces = levier agronomique pour améliorer la productivité des protéagineux.

(s23)

LIMITES D'INCORPORATION DE DIFFÉRENTES SOURCES DE PROTÉINES (%)

% de la ration	Porcelet	Porc charcutier	Truie gestante	Truie allaitante
Pois	30	nl	nl	nl
Féverole blanche	15	20	15	15
Féverole colorée	15	15	10	10
Lupin blanc	5	10	10	10
Farine de luzerne	-	5	7	7
Graine de colza	7	5	5	5
Graine de tournesol	7	4	8	8
Graine de soja traitée	15	10	10	10
Tourteau de colza	15	18	10	10
Tourteau de tournesol métré	-	5	10	5
Tourteau de soja	nl	nl	nl	nl



10 % de tourteau de soja sont remplacés par :
10 % de levure + 5 % de graine de colza + 5 % de luzerne.

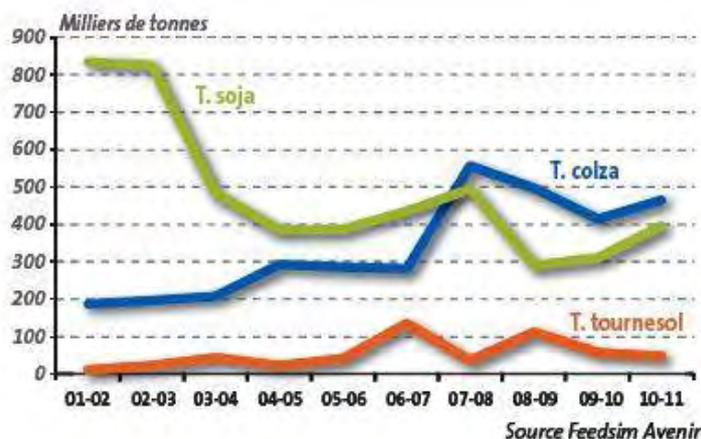
2.1.1.1. Utilisation du tourteau de colza et du pois dans l'alimentation porcine (s4)

Principaux concurrents du soja, le pois et le colza voient leur niveau d'incorporation dans les aliments varier en fonction de leur compétitivité face à cette matière première.

La disponibilité de ces matières premières à un prix permettant de concurrencer le soja est une condition sine qua non de la reconquête de l'autonomie protéique des filières animales européennes. Ainsi, il conviendrait de favoriser les initiatives permettant aux éleveurs produisant leur aliment à la ferme de disposer aussi facilement de tourteau de colza que de tourteau de soja (en quantité, qualité et de manière régulière tout au long de l'année).

On suggère l'utilisation de **tourteau de colza** pour remplacer le soja, mais on se demande jusqu'à quel taux d'incorporation il est possible d'aller sans nuire aux animaux.

Dans l'aliment pour porcs, le tourteau de colza s'est imposé face au soja



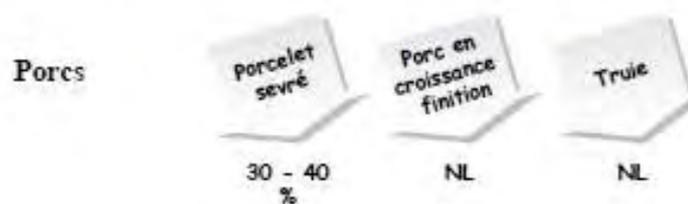
(s4)

Tableau 4 - Exemples de formulations sans soja rendues possibles par un élargissement des limites d'incorporation en pois et/ou tourteau de colza

Matières premières	Niveaux d'incorporation	
Blé	52 %	53 %
Pois	45 %	35 %
Tourteau de colza	-	9 %
Autres	3.3 %	2 %
Lysine	0.08 %	0.05 %
Méthionine	0.08 %	0.03 %

Une baisse de plus de 50 % des quantités de soja utilisées serait possible par le recours au pois. Une combinaison pois – colza permet même de réduire la place du soja à moins de 5 % de la ration. Au-delà du coût d'approvisionnement, la compétitivité d'une matière première passe aussi par la question du coût du stockage (investissement) et plus largement par un raisonnement global de sa place dans l'exploitation agricole (complexification du travail...).

Taux maximum d'utilisation du pois dans des régimes équilibrés en acides aminés



Face à une faible disponibilité du pois sur le marché (recul de la production en 2001/2002) et à un prix relativement élevé du fait d'un débouché en alimentation humaine à l'export, ses incorporations dans les formules porcs ont reculé fortement sur cette période au profit du soja. Les mélanges céréales–pois présentent des avantages sur le plan du désherbage en bio. Le pois ne nécessite pas de traitement technologique complexe.

Le pois est un ingrédient qui a un potentiel considérable en alimentation porcine. Mais sa production est à la baisse en Europe car les cultures dépendant fortement des conditions climatiques très variables chez nous.

Les variétés jaunes sont cultivées tout comme les vertes, les deux ayant approximativement le même profil nutritionnel. Par contre, il existe des différences importantes dans le contenu nutritif, la digestibilité et le niveau d'énergie nette des différentes variétés (Leterme et al., 2008). Ces différences viennent surtout de la grosseur du pois et de l'épaisseur de son écale. Le pois se caractérise par un niveau de protéine de même qu'un niveau d'amidon relativement élevé. Le contenu de matière grasse est quant à lui plutôt faible. Les parois cellulaires sont responsables d'une bonne proportion de la fibre, bien que les niveaux de cellulose et de lignine soient malgré tout assez faibles. Du côté minéral, comme la plupart des céréales, le

pois se caractérise par un faible niveau de calcium. Le niveau de phosphore est de son côté assez élevé, mais très peu disponible étant fortement lié à l'acide phytique.

La Belgique est le premier importateur de pois français (5 à 6000 tonnes/mois = 10 000 ha de pois), mais la recherche d'autonomie protéique en porc va stimuler la production de pois protéagineux en Wallonie. Très bien pour diversifier les rotations. En tête de rotation.

COMPOSITION NUTRITIVE DU POIS (BASE 90 % MS)

Nutriments	Moyenne
Matière sèche, %	90
Protéine brute, %	23
Gras, %	1,4
Fibre brute, %	5,5
Cendre, %	3,3
Ca, %	0,11
P, %	0,39
P disponible, %	0,15
Na, %	0,04
Amidon, %	46,0
lysine totale, %	1,67
Méthionine totale, %	0,28

POURCENTAGE DES ACIDES AMINÉS RELATIF À LA PROTÉINE DU TOURTEAU DE SOYA ET DU POIS (LABORATOIRE ALIMENTS BRETON INC.)

	MET	CYS	M+C	LYS	THR	TRP	ARG	ILE	LEU	VAL
Tourteau soya	1,36	1,52	2,87	6,16	3,89	1,36	7,35	4,51	7,58	4,78
Pois	1,22	0,96	2,17	7,26	3,65	0,83	10,04	4,78	7,83	4,57

Le pois est très riche en lysine mais pauvre en acides aminés soufrés (méthionine, cystéine) et en tryptophane. La digestibilité des acides aminés du pois est bonne mais moins bonne que celle du soja (83% pour la lysine et 80% pour la méthionine).

Le pois se distingue également par une excellente valeur énergétique. Alors que sur une base d'énergie digestible, sa valeur soit près de celle du maïs (3 490 kcal/kg sur base 90 % MS, soit 99 % de la valeur du maïs), sur une base d'énergie nette, sa valeur est moindre mais tout de même appréciable (2 435 kcal/kg sur base 90 % MS, soit 88 % de la valeur du maïs).

Comme la plupart des légumineuses, le pois peut contenir certains facteurs anti-nutritionnels tels que des inhibiteurs de protéase, des tannins, des alcaloïdes, des lectines et de l'acide phytique. Dans le cas des inhibiteurs de protéases, en plus de réduire la digestibilité iléale des acides aminés (Grosjean (2000), ils peuvent causer l'hypertrophie du pancréas et en bout de ligne affecter les performances de croissance. Dans le cas du pois cependant, les niveaux de base d'inhibiteurs de trypsine sont relativement faibles (< 4 TIU/mg) et ne devraient pas en théorie être une préoccupation (Sauer et Jaikaran, 1994), sauf pour certaines variétés d'hiver, peu cultivées en général, qui peuvent contenir des niveaux supérieurs (> 6 TIU/mg) (Gatel, 1994). Les tannins sont quant à eux des composés phénoliques qui peuvent également réduire la digestibilité de la protéine et entraîner un goût amer. De hauts niveaux de tannins peuvent être retrouvés en forte quantité dans les pois de couleur brune, mais peu dans les variétés de couleur verte et jaune traditionnellement cultivées (Hickling, 2003).

Les traitements technologiques appliqués au pois se limitent généralement à la mouture. Il a été démontré à ce sujet qu'une granulométrie plus fine du pois améliorait l'efficacité alimentaire et le gain journalier chez le porcelet en post-sevrage (Albar et al., 2000). Cet effet serait en partie attribuable à une meilleure digestibilité de la protéine (Hess et al., 1997). De plus, il a été démontré que certains traitements thermiques tels que l'extrusion améliorent la digestibilité de la protéine et de l'énergie du pois chez le porc en croissance (Stein et Bohlke, 2007), en plus d'en réduire probablement les niveaux de facteurs anti-trypsiques. Par contre, ces traitements thermiques augmentent de façon considérable le coût de cet ingrédient.

Chez le porcelet, il a été démontré qu'il est possible d'utiliser de 20 à 40 % de pois sans effets négatifs sur les performances (Kehoe et al., 1995; Grosjean et al., 1997; Stein et al., 2004). D'autres (Jaikaran et al., 2001) ont cependant remarqué une réduction de la prise alimentaire, du gain quotidien et de l'efficacité alimentaire avec l'utilisation de 30 % de pois cru chez des porcelets d'environ 7 à 20 kg de poids vif. Lorsque le pois était traité de façon thermique par extrusion, le niveau de 30 % de pois permettait d'obtenir d'aussi bonnes performances que le niveau de 15 %. Par précaution, un niveau maximum d'environ 10 à 15 % semble donc être à recommander chez le porcelet (Hickling, 2003). En ce qui concerne le porc en croissance, ce dernier semble bien tolérer de hauts niveaux de pois. Généralement, des niveaux de 20 à 40 % sont utilisés en fonction de la valeur relative du pois, mais certains avancent par précaution un maximum de 30 % d'inclusion (Hickling, 2003). Un grand nombre d'études ont démontré qu'il était possible d'utiliser une proportion élevée de pois sans effets sur les performances de croissance et d'efficacité alimentaire (Castell et Ciplef, 1993; Robertson et al., 2000; Stein et al., 2006; Leaflet, 2008). Plus près de nous, un essai a été réalisé au Québec en 2005 (Lévesque et al., 2005) dans lequel on a mesuré l'effet d'un niveau de 25 % de pois sur les performances de croissance des porcs. Ces résultats n'ont démontré aucun effet du pois sur les performances de croissance, mais son utilisation a permis de réduire de façon significative la conversion alimentaire. Chez la truie, un essai a démontré que l'incorporation de pois à raison de 240 et 160 kg/t en lactation et en gestation respectivement permettait d'obtenir des performances reproductives équivalentes à un aliment à base de tourteau de soya (Gatel, 1988). D'autres ont même observé une augmentation du poids de la portée avec l'utilisation de 10 % de pois chez des truies en lactation (Landblom et al., 2001).

Sur le plan économique, le pois peut donc aisément se substituer en partie au maïs et au tourteau de soya lorsque son prix le permet. Le Tableau 15 présente le prix cible du pois dans un aliment pour porc en croissance permettant d'obtenir une économie d'environ 4 \$/t en fonction du prix du maïs et du tourteau de soya. On note

2.1.1.2. Utilisation du triticales dans l'alimentation des porcs (s5)

Le triticales, moins riche en protéines que le blé ou l'orge (du même ordre de grandeur en comparant plusieurs sources), mais plus riche en **lysine** et en **cystine** permettrait de réduire le recours au soja dans les aliments composés pour porcs de près de 100 000 tonnes (pour une utilisation de plus de un million de tonnes de triticales en substitution d'une quantité quasi équivalente d'orge).

Famille : Céréales

Type de matière première :

- Energétique
 Azotée
 Cellulosique

Caractéristiques

Le triticale constitue la céréale de choix pour la formulation des aliments pour porcs biologiques. Comme le blé, il représente avant tout une source énergétique, grâce à sa richesse en amidon.

Le triticale est aussi légèrement plus riche en matière azotée que le blé et surtout plus riche en de nombreux acides aminés digestibles : la lysine bien sûr, mais aussi la méthionine, la cystine et la thréonine.

L'incorporation de triticale à des taux élevés dans les aliments des porcs biologiques facilite donc l'équilibre en acides aminés de la ration.

Analyses à réaliser en priorité :

- Matière sèche
 Matière azotée
 Cellulose brute
 Matières grasses

Composition chimique et valeur nutritionnelle *

	Triticale	Blé tendre
Matière sèche, %	86.0	86.0
Matière azotée totale, g/kg	98	95
Matière minérale, g/kg	17	14
Matière grasse, g/kg	13	14
Cellulose brute, g/kg	29	27
Amidon, g/ kg	597	596
Phosphore, g/kg	3.3	3.0
Acides aminés digestibles :		
Lysine, g/kg	3.2	2.3
Méthionine, g/kg	1.6	1.4
Méthionine + Cystine, g/kg	3.9	3.6
Thréonine, g/kg	2.7	2.4
Tryptophane, g/kg	1.1	1.1
Energie Digestible (ED), kcal	3312	3326
Energie Nette (EN), MJ	10.5	10.6

* Les valeurs sont issues de la base de données des matières premières biologiques régionales des Chambres d'agriculture des Pays de la Loire.

	Caractéristiques chimiques						Acides aminés digestibles							
	MS	MAT	MMT	MG	CB	AMI	EDc	ENc	P	LYS	MET	M+C	THR	TRY
	%	g	g	g	g	g	Kcal	MJ	g	g	g	g	g	g
triticale	100	110	22	15	27	686	3720	11,9	4	3,7	1,8	4,4	3,1	1,2
blé	100	121	18	17	26	698	3810	12,1	3,7	2,9	1,8	4,3	3,1	1,3
orge	100	116	26	21	52	602	3540	11	4	3,3	1,7	3,9	3	1,1
maïs	100	94	14	43	25	742	3920	12,8	3	2,2	1,8	3,9	2,9	0,5
seigle	100	103	21	14	22	616	3600	11,3	3,4	2,9	1,3	3,3	2,5	0,7

La composition chimique du Triticale, et notamment ses caractéristiques azotées, varie de façon importante selon l'origine génétique, les conditions culturales et la productivité. En ce qui concerne les variétés INRA, il apparaît que pour un rendement équivalent, la teneur en MAT du Triticale est la même que celle du Blé. Par contre, la composition en acides aminés des protéines du Triticale est plus proche de celle du seigle que celle du Blé : ainsi, à teneur en MAT identique, le Triticale est plus riche en lysine que le Blé. Cette supériorité, signalée par de très nombreux auteurs, serait de l'ordre de 15 % pour les variétés INRA (LAROCHE, 1981).

Sur le plan énergétique, les données disponibles dans la bibliographie sont assez convergentes, bien que concernant du matériel végétal d'origine parfois très différente. Le Triticale présente dans l'ensemble une teneur en énergie digestible voisine mais un peu plus faible que celle du Blé (CORNEJO et al., 1973 ; SHIMADA et al., 1974 ; VERMOREL et BERNARD, 1979 ; Mc KENZIE et al., 1980 ; BOURDON et PEREZ, 1982).

En ce qui concerne par contre l'utilisation du Triticale par le porcelet ou le porc à l'engrais, on constate une certaine divergence entre les différents résultats expérimentaux publiés. Certains auteurs signalent des baisses de performance plus ou moins importantes lorsque le maïs de la ration est substitué de façon croissante par du Triticale (ERICKSON et al., 1979 ; NISHIMUTA et al., 1980). Une éventuelle contamination par l'ergot ou l'existence de facteurs antitryptiques dans le grain sont évoqués pour expliquer la baisse de consommation observée dans ces essais avec les régimes riches en Triticale. Par contre Mc KENZIE et al. (1980), réalisant des essais de substitution de Blé par du Triticale, n'observent pas d'effet dépressif du Triticale chez le porcelet ni chez le porc en croissance-finition dans deux essais sur trois. SHIMADA et al. (1974) ont montré quant à eux que la lysine restait le premier facteur limitant de rations à base de Triticale, mais ils n'ont pas observé d'effet dépressif du Triticale sur des porcelets sevrés par rapport au maïs dans une autre expérience (SHIMADA et al. 1974).

Limites maximales d'incorporation dans la ration

Porcelets	Porcs en croissance ou Truies allaitantes	Porcs en finition ou Truies gestantes
Non limité	Non Limité	40 %

Pour les porcelets, les porcs en croissance et les truies allaitantes, la priorité est donnée aux céréales riches en énergie car les besoins énergétiques sont importants à ces trois stades physiologiques. Donc, en théorie, le blé ou le triticale ne sont pas limités dans ces rations. En pratique, leur taux ne dépasse guère 50 % de la ration totale car il faut laisser de la place pour les matières premières riches en protéines et/ou pour incorporer de l'orge afin d'améliorer le confort digestif des animaux.

Pour les porcs en finition et les truies gestantes, le blé et le triticale seront souvent limités à 40 % compte tenu de leur richesse énergétique. En effet, il faudra laisser de la place pour d'autres céréales plus riches en cellulose comme l'orge, voire l'avoine, afin d'assurer un apport en fibres plus important, qui est nécessaire pour ces deux catégories d'animaux.

Exemples de formules 100 % AB à base de triticale

	Porcelets	Porcs en croissance ou Truies allaitantes	Porcs en finition ou Truies gestantes
Triticale	45 %	50 %	40 %
Orge	10 %	10 %	30 %
Graine de soja	15 %	15 %	15 %
Pois	15 %	16 %	-
Farine de luzerne	-	-	12 %
Levures	10 %	5 %	-
Aliment Minéral	5 %	4 %	3 %
Energie Nette	9.58 MJ	9.74 MJ	9.00 MJ

Nous avons étudié, dans deux essais successifs, l'utilisation du Triticale par le porcelet sevré (10 à 25 kg) alimenté à volonté et par le porc charcutier (25 à 100 kg) alimenté en rationné. Dans les deux cas le Triticale était mis en comparaison avec du blé dans des régimes mono-céréale-tourteau de soja présentant le même équilibre Lysine/Énergie Digestible. La plus grande richesse en lysine du Triticale a permis, au niveau de la formulation, une petite économie de tourteau de soja.

Les conclusions pratiques auxquelles nous conduisent ces résultats sont les suivantes :

- chez le porcelet sevré, l'utilisation du Triticale ne pose aucun problème particulier : il est très bien accepté et assure, au moins, le même niveau de performance que le blé.
- chez le porc charcutier, les résultats obtenus avec les deux céréales sont très voisins si l'on regroupe les deux sexes. Cependant, la légère baisse de croissance enregistrée avec le Triticale chez les mâles castrés mérite d'être confirmée avant de savoir si l'on peut recommander sans limite l'emploi de cette nouvelle céréale dans les aliments pour porcs à l'engrais.

2.1.1.3. Utilisation du sarrasin dans l'alimentation des porcs (s3)

Parmi les non-ruminants, les porcs sont les animaux qui peuvent le mieux utiliser le sarrasin (sarrasin commun ou les cultivars de sarrasin Mancan, Tempest et Tokyo qui ont un meilleur niveau d'appétence que le sarrasin de Tartarie qui contient moins de protéines brutes, moins d'acides aminés essentiels, plus de fibres difficiles à digérer et une moins bonne digestibilité dans l'ensemble, ou les (Thacker et al., 1983)).

Dans une étude où le sarrasin était la seule composante de la ration (Farrell, 1978), les porcs se sont développés aussi bien que sur une diète à 12% de protéines faite à base de blé uniquement. L'ajout de seulement 10% de tourteau de tounesol au sarrasin a permis d'obtenir le même taux de gain et de conversion alimentaire que ceux obtenu avec une moulée commerciale.

La composition chimique du grain de sarrasin diffère de celles des céréales. Le sarrasin est plus riche en protéines que ces dernières mais sa teneur en fibre est intermédiaire entre celle des grains couverts (avoine) et celle des grains nus (orge et blé).

La qualité des protéines du sarrasin est l'une des meilleures du règne végétal (Pomeranz et Robbins, 1972).

Le sarrasin est une excellente source de l'acide aminé lysine, et le seul grain non-carencé de ce point de vue (Lyman *et al.*, 1956). Il contient en moyenne 6,1% de lysine, soit plus que l'avoine qui est la céréale en contenant le plus. Le sarrasin est aussi riche en arginine mais plus pauvre que les céréales en proline et en acide glutamique. Le seul acide aminé qui soit insuffisant (mais pas plus que pour les autres céréales) par rapport à la qualité des protéines de l'oeuf, valeur référence habituelle, est l'isoleucine. Les acides aminés qui contiennent du soufre seraient aussi insuffisants selon Thacker *et al.* (1983). L'importance du contenu en protéines des différentes parties du sarrasin est la même que pour les céréales, c'est-à-dire, en ordre décroissant: farine brune, farine claire et son.

Tableau 2 - Comparaison de quelques acides aminés essentiels du sarrasin, du sarrasin de tartarie, de l'avoine et du blé

	Sarrasin	S. de Tartarie	Avoine	Blé
Protéine brute (%)	12,6-15,4	10,2-12,2	9,8	12,0
Acides aminés (% des protéines)				
Arginine	8,5-11,6	8,4	7,1	4,4
Isoleucine	2,8-4,0	3,4	3,6	2,4
Leucine	6,1-6,66	5,9	8,1	6,4
Lysine	4,6-7,0	5,2	3,8-4,2	2,4
Méthionine	1,8-3,0	0,9	2,9	1,4
Threonine	2,9-4,1	3,0	3,4	1,9
Valine	4,8-6,3	5,0	5,4	5,4

Le tableau suivant donne les écarts possibles dans le contenu minéral du grain entier. Le sarrasin est particulièrement riche en magnésium.

Tableau 3 - Contenu en minéraux du sarrasin sur une base de matière sèche

	(%)		(ppm)
Calcium	0,05-0,10	Fer	51-635
Phosphore	0,22-0,44	Manganèse	19-43
Potassium	0,45-0,58	Cuivre	7,7-13,3
Magnésium	0,20-0,23	Zinc	19-26
Sodium	0,003-0,017	Molybdène	0,69-1,12
		Sélénium	95-399

Malgré sa bonne qualité de protéines, le sarrasin ne donne pas toujours les performances escomptées de cette qualité en production animale. Cela s'explique par le fait que l'on retrouve plus de lysine dans le son du sarrasin que dans les autres parties du grain. Comme le son est aussi la partie la moins facilement digérée, la lysine qui s'y trouve est plus ou moins disponible selon la capacité des différentes espèces animales à digérer les fibres du sarrasin.

La conversion alimentaire du sarrasin peut être améliorée en le mélangeant à des céréales, ce qui évite de supplémenter les rations en protéines. Il semble donc qu'il peut être même avantageux d'inclure le sarrasin dans l'alimentation des animaux en autant que celui-ci ne constitue pas la totalité de la ration de concentrés.

Il existe beaucoup de variations entre les individus quant à la capacité de digérer les fibres du sarrasin. De plus, l'appétence du sarrasin seul n'est pas bonne, certains porcs refusant carrément de toucher à leur ration pendant quelques heures.

De meilleurs résultats sont obtenus en production porcine lorsque le sarrasin constitue 50% de la ration avec du blé ou de l'orge. La digestibilité du mélange blé-sarrasin est légèrement supérieure à celle du mélange sarrasin-orge.

Tableau 4 - Comparaison de la valeur alimentaire du sarrasin, de l'orge et du blé pour les porcs

	Sarrasin	Orge	Blé
Digestibilité de l'énergie (%)	65,4	71,1	80,2
Digestibilité des protéines brutes (%)	72,7	65,5	81,6
Digestibilité de la matière sèche (%)	73,7		

Le sarrasin comme fourrage :

Tableau 6 - Valeur alimentaire du sarrasin récolté en vert

Matière sèche (%)	21,7	Extrait non azoté	46,1-65,5
Protéines brutes (%)	8,1-16,9	Calcium (%)	0,96
Lipides (%)	4,0	Phosphore (%)	0,32
Minéraux (%)	10,5	Carotène (%)	0,32
Cellulose (%)	17,4-22,5	Protéines digestibles (%)	
Glucides solubles (%)	12,0	Sucres (%)	1,9

2.1.1.4. Utilisation du pois, de la féverole et du lupin dans l'alimentation des porcs (s21)

La féverole et le lupin, éventuellement combinés (parfois aussi avec le pois), sont de bonnes alternatives au soja, faciles à utiliser pour tous les types d'animaux particulièrement en bio. Ils ne nécessitent pas de traitement technologique complexe. Le lupin est plus spécifiquement adapté aux ruminants alors que **la féverole** est utilisable pour tous les types d'animaux.

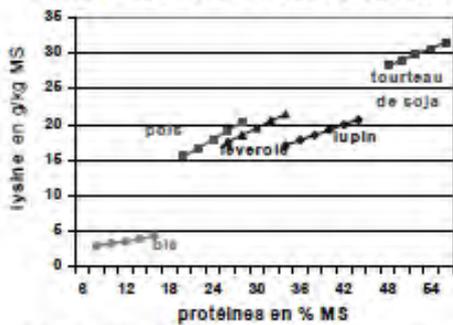
La **féverole**, dans l'alimentation du porc, consiste en des graines riches en protéines et en amidon, à granulation améliorant la digestibilité de l'azote et de l'énergie. Cependant, sa teneur en cellulose est élevée, et des tanins sont présents dans les variétés colorées.

Le **lupin blanc doux** dans l'alimentation du porc, est riche en MAT (38 à 42 % MS), et en lipides (8 à 12% MS), et la teneur en alcaloïdes est inférieure à 200 ppm. Par contre, ses désavantages concernent une teneur élevée en fibre (14% MS), la présence d'alpha-galactosides, une carence en acide folique et une forte concentration en Mn (!, pour le lupin, travailler en énergie nette du fait de l'importante perte de gaz).

Les **féveroles d'hiver** présentent des avantages sur le plan du désherbage en bio ; a contrario, le **lupin** est limité par sa sensibilité aux sols calcaires et par le risque de dissémination d'antracnose via les semences en bio.

Il convient de rappeler que toutes ces cultures de la famille des légumineuses sont autonomes sur le plan de l'azote grâce à la fixation symbiotique. Toutefois, en azote, le solde n'est pas ou très peu excédentaire pour alimenter les cultures suivantes, du fait de l'importance des exports d'azote par les graines. Sur ce plan, **le mélange céréales-pois semble présenter la meilleure optimisation du cycle de l'azote.**

Graines riches en lysine : - compense le déficit des céréales



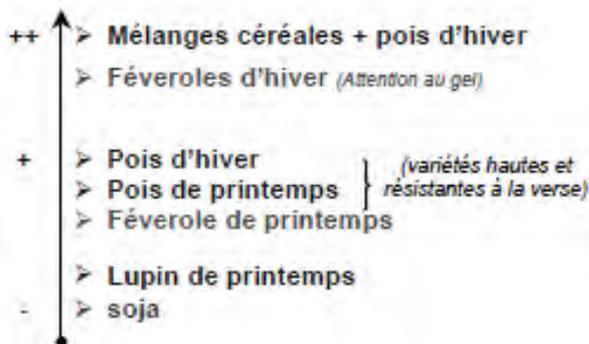
- **Corrélations très étroites**, constantes pour chaque espèce
- **protéine de pois : concentration record en lysine** ; réduit les rejets azotés des élevages

Adaptation aux différents types d'animaux

	Porcs	Volailles Bio (base herbe + maïs)	Ruminants (base herbe + maïs)
Pois et féverole blanche	****	+++	++
Féverole colorée	++	++	++
Lupin blanc		+	+++
Soja non OGM			
• Graines extrudées ⁽¹⁾	++	+++	
- Tourteau	+++	****	****

⁽¹⁾ : Contrairement aux 3 autres, la graine crue de soja n'est pas digestible → trituration (sans solvants !) ou extrusion

Facilité de désherbage en bio

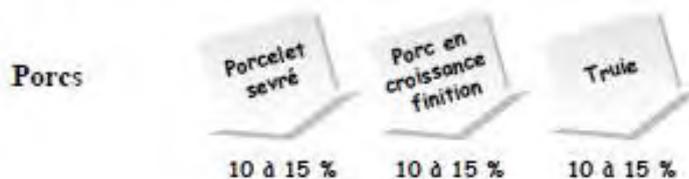


Adaptation aux systèmes de culture bio

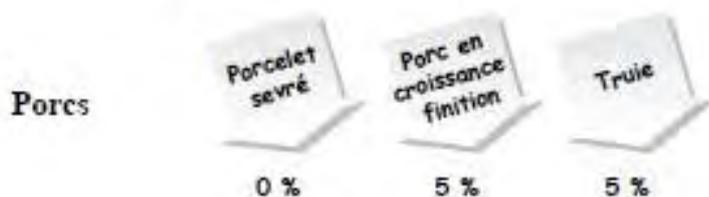
	•Avantages	•Inconvénients
•Association céréales-pois	•désherbage •gestion de l'azote •maladies - ravageurs ?	•tri des grains
•Féverole	•faune auxiliaire ? •facilité désherbage (féverole hiver)	•bruches •rouille
•Lupin	•autonomie / phosphore ?	•risque antracnose •désherbage
•Soja		•irrigation •extrusion •désherbage

(s 21)

Taux maximum d'utilisation de féverole dans des régimes équilibrés en acides aminés



Taux maximum d'utilisation de lupin blanc doux dans des régimes équilibrés en acides aminés



2.1.1.5. Utilisation d'avoine, de luzerne, de trèfle violet déshydraté et de son en alimentation des porcs

L'utilisation de l'avoine, la luzerne et le trèfle violet déshydraté est limitée par la cellulose qu'ils contiennent et donc l'encombrement qu'ils induisent. L'avoine est aussi connue pour augmenter la nervosité des truies ; pour pallier à cela, on limite l'incorporation à 10-15%.

Les fourrages : Le porc peut ingérer jusqu'à 2 kg MS de fourrage / jour.

10 à 20 % de ses besoins peuvent être couverts pour les fourrages (frais, ensilés, séchés) à condition de distribuer des fourrages riches en légumineuses (trèfles, luzerne,...). Les fourrages diminuent la sensation de faim de l'animal et donc développent le calme ce qui permet de diminuer l'écrasement des porcelets par les truies. Sur les porcs charcutiers, l'engraissement sera plus long et avec souvent des carcasses plus grasses. A noter que le porc peut « brouter » l'herbe si celle-ci est abondante et de bonne qualité (jeune, appétente).

2.1.2. Recyclage des sous-produits de la production, transformation d'aliments bio

Avantages de l'utilisation de la transformation des sous-produits comme aliments pour animaux:

- conservation des ressources naturelles
- respectueux de l'environnement
- utilisation de matériau localement recyclable
- réduction des efforts logistiques
- aliments à prix relativement raisonnable
- pas de concurrence avec la nourriture humaine
- contribution à l'entretien des cycles des nutriments intacts

L'information doit être disponible quant à :

- composition chimique
- état hygiénique
- facteurs antinutritionnels
- facteurs et méthode de conservation
- appétence
- digestibilité
- disponibilité doit être constante
- contribution financière totale (y compris les coûts de conditionnement, conservation, techniques et équipements dans les fermes, etc)

2.1.2.1.Sous-produits de boulangerie

Les sous-produits tels que le pain rassis, des gâteaux de fantaisie, biscuits et gaufres varient largement dans leur composition en nutriments. À moins que leur contenu en sucres et sel soient trop élevés, ils sont une source d'aliments hautement nutritifs pour les porcs, une fois résolus les problèmes de collecte. Le pain rassis est une source d'énergie précieuse pour les porcs, mais avec 66% de matière sèche, sa durée de vie est limitée à quelques jours.

- farine de pain : sous-produit de la fabrication du pain et de la transformation des céréales pour l'alimentation humaine. Elle peut regrouper une combinaison de différents sous-produits de la boulangerie (pain et farine), des pâtes alimentaires (spaghetti), des biscuiteries, des céréales et des croustilles.
- farine de biscuit : résidus de biscuiterie

Les deux peuvent différer passablement pour ce qui est de la composition chimique.

On constate que la farine de pain se distingue par son contenu plus élevé en protéine alors que la farine de biscuit est, quant à elle, plus riche en matières grasses. Ce niveau élevé de matière grasse peut limiter la durée d'entreposage de ce sous-produit en raison des risques d'oxydation. Dans les deux cas, un niveau de sodium élevé caractérise ces ingrédients nécessitant ainsi un ajustement du niveau de sel ajouté aux aliments. Le phosphore présent dans ces sous-produits serait relativement disponible avec un taux d'environ 72 % (Feedstuffs, 2008). Au niveau de la digestibilité des acides aminés, peu de données existent à ce sujet. Par contre, il est possible de croire que la digestibilité de la lysine ait pu être en partie détériorée dans ce type de produits en raison de la formation de réactions de Maillard produites lors du séchage.

Les sous-produits humides (pain rassis, pommes de terre, d'autres sous-produits végétaux ou de brasserie) sont principalement éliminés à l'heure actuelle → coûts trop élevés et perte d'éléments nutritifs (ex. : compostage de pommes de terre biologiques = perte de protéines et d'énergie métabolisable). En outre, des pommes de terre pour des porcs en croissance-engraissement entraînent de faible niveau de digestibilité des nutriments.

Malheureusement, il ne ressort pas énormément de pains bios rassis. Il y a énormément de gaspillage de pain rassis provenant des boulangeries conventionnelles et des supermarchés, mais ceux-là ne peuvent être valorisés en élevage bio.

COMPOSITION NUTRITIVE DE LA FARINE DE PAIN ET DE LA FARINE DE BISCUIT (BASE TEL QUEL)

Nutriments	Farine de pain ¹	Farine de biscuit ²
Matière sèche, %	88	90,72
Protéine brute, %	12,7	10,41
Gras (hydrolyse), %	7,5	12,17
Fibre ADF, %	2,7	4,42
Cendre, %	3,05	2,90
Ca, %	0,10	0,11
P, %	0,18	0,20
Na, %	0,78	0,77
Lysine totale, %	0,35	0,24

VALEUR ÉNERGÉTIQUE DE LA FARINE DE PAIN ET DE BISCUIT (BASE 100 % MS)

Valeur d'énergie ³	Farine de pain ¹	Farine de biscuit ²
Énergie digestible	3 975	4 180
Énergie métabolisable	3 840	4 030
Énergie nette	2 945	3 095

En raison de leur très bonne appétence, les farines de pain et de biscuit peuvent être utilisées à des taux relativement élevés dans les aliments d'engraissement, soit de 25 à 35 % en fonction de la régularité du produit. Ce sont également des ingrédients intéressants à utiliser dans les aliments destinés aux porcelets en raison de leur contenu important en amidon cuit et en sucres simples. Un élément pouvant limiter leur incorporation en forte quantité est leur faible capacité d'écoulement.

Les farines de pain et de biscuit peuvent donc se substituer en partie au maïs en fonction de leur prix d'achat. Le Tableau 9 présente les prix cibles de la farine de pain et de biscuit permettant une économie de 4 \$/t d'aliment pour porc en croissance en fonction du prix du maïs.

2.1.2.2.Sous-produits issus du nettoyage des semences

Grains de céréales ou d'autres espèces trop petits, cassés ou résidus peuvent être utilisés pour nourrir les porcs après nettoyage.

Les sous-produits à haute teneur en fibres tels que les sons, tourteaux de tournesol et les germes de malt, sont plus adaptés à l'alimentation des ruminants plutôt que des porcs.

2.1.2.3.Sous-produits issus de la mouture de grains

Les sons de blés sont trop riches en fibres que pour être valorisés dans l'alimentation des porcelets ou des porcs en finition (diminution de l'énergie et des MA disponibles) mais pas de problème quant à leur utilisation pour les truies adultes qui digèrent mieux les aliments riches en fibres.

2.1.2.4.Sous-produits issus de l'industrie d'extraction d'huile

Tourteaux et expellers peuvent être utilisés, tandis que les extraits d'huile ne sont pas permis pour les porcs biologiques. L'utilisation de tourteaux de graines de colza dans l'alimentation du porc dépend du contenu en glucosinolates. Ceux issus de graines de tournesol doivent être produits à partir de graines décortiquées ou semi-décortiquées, sinon la teneur en fibres est trop élevé pour l'alimentation du porc.

Les tourteaux de graines de citrouille sont très riches en protéines [plus de 50% de la matière sèche (DM)] et peuvent être utilisés comme une bonne source de protéines.

2.1.2.5.Sous-produits issus de la production de pommes de terre

Le jus de la pomme de terre récupéré par un processus de séparation et de purification physique (thermo-coagulation) se caractérise par une teneur élevée en **protéine** (78%) et une richesse en **acides aminés** essentiels hautement digestibles (lysine, méthionine, thréonine et tryptophane).

Ces qualités nutritionnelles sont fortement appréciées pour la formulation d'aliments destinés aux jeunes animaux, porcelets principalement.

Ne pas donner plus de 2 à 4 kg cuites par jour selon le stade physiologique. 1 kg de pomme de terre équivaut à 1 kg d'aliment mais avec plus d'encombrement.

2.1.2.6.Sous-produits issus de brasserie

- Les tiges de malt peuvent être utilisées pour l'engraissement des porcs mais dans de très petites quantités suite à la mauvaise digestibilité de la matière organique et du contenu élevé en fibres
- Les drêches de brasserie fraîches contiennent environ 75% d'eau (durée de vie courte ou doivent être ensilées). Elles contiennent environ 26% MS de protéines brutes, mais elles sont de mauvaise qualité. Par conséquent, les drêches de brasserie séchées ne sont pas appropriées à l'engraissement ou aux régimes de lactation, mais peuvent être utilisées chez les truies en gestation
- La levure de bière contient une grande quantité de protéines brutes, d'acides aminés essentiels et minéraux, néanmoins il a été recommandé de limiter le niveau d'intégration à environ 5 % dans les régimes de porcs. En production de porcs bio, seules les souches de levure sans modification génétique peuvent être utilisées comme aliments

2.1.2.7.Sous-produits issus de distillerie

Drêches de distillerie de maïs avec solubles : le maïs broyé est traité à l'aide d'enzymes permettant de dégrader l'amidon en sucres qui sont ensuite fermentés par des levures spécifiques, en éthanol. L'étape suivante consiste à séparer l'éthanol de la drêche lors du processus de distillation. Par la suite, la drêche entière est centrifugée et la partie plus légère est évaporée afin de produire ce que l'on appelle le sirop ou les solubles. L'autre partie est quant à elle séchée pour produire les drêches sèches (90 % MS). À la toute fin, le sirop est incorporé à la drêche, ce qui permet de produire la drêche de distillerie avec solubles. De façon générale, une tonne de maïs va permettre de produire 1/3 de CO₂, 1/3 d'éthanol et 1/3 de drêche de maïs avec solubles.

Le maïs étant constitué d'environ 64 % d'amidon sur base tel quel, lorsque la presque totalité de cet amidon est fermentée en éthanol, on se trouve donc à tripler de façon approximative les composantes nutritionnelles du maïs dans le produit restant que sont les drêches. On se retrouve donc avec un produit enrichi en protéine, en fibre, en gras et en minéraux.

ANALYSE TYPIQUE DE DRÈCHES RETROUVÉES AU QUÉBEC (BASE 100 % MS)

Nutriments	Moyenne
Matière sèche, %	88,5
Protéine brute, %	30,3
Gras, %	14,6
Fibre brute, %	7,6
Cendre, %	6,4
Ca, %	0,03
P, %	0,91
Na, %	0,25
Lysine totale, %	0,88

Les drèches de maïs peuvent être considérées entre autres comme une source de protéine bien que son profil en acides aminés ne soit pas très bien équilibré en regard des besoins du porc. On constate le faible niveau de lysine des drèches de maïs en relation avec son taux de protéine relativement élevé avec comme conséquence une augmentation des niveaux de protéine brute des aliments et des rejets azotés dans le lisier lorsqu'une forte proportion de drèches est utilisée. D'un autre côté, les drèches de maïs sont assez bien pourvues en acides aminés soufrés (méthionine et cystine).

POURCENTAGE DES ACIDES AMINÉS RELATIF À LA PROTÉINE DU TOURTEAU DE SOYA ET DES DRÈCHES DE DISTILLERIE DE MAÏS AVEC SOLUBLES (LABORATOIRE ALIMENTS BRETON, 2008)

	MET	CYS	M+C	LYS	THR	TRP	ARG	ILE	LEU	VAL
Tourteau de soya	1,36	1,52	2,87	6,16	3,89	1,36	7,35	4,51	7,58	4,78
DDGS	1,87	1,83	3,70	3,01	3,82	0,82	4,47	3,71	11,22	4,93

Les drèches de maïs se distinguent également par la bonne digestibilité de son phosphore. Alors que la digestibilité du phosphore du maïs est plutôt faible (environ 20 à 25 %), celle des drèches est plutôt élevée mais très variable selon les références (55 à 90 %) (Whitney et al., 2001; Widyaratne et Zijlstra, 2007; Pedersen et al., 2007; Widmer et al., 2007). La raison de cette meilleure digestibilité est expliquée par le fait que les liaisons chimiques qui liaient le phosphore à la molécule de phytate dans le maïs ont pu être hydrolysées lors du processus de fermentation. Cette meilleure digestibilité du phosphore fait en sorte que le recours au phosphate bicalcique peut être réduit dans les aliments. À un taux d'inclusion de 125 kg/t, les drèches de maïs peuvent représenter environ 30 % de l'apport en phosphore digestible. Ceci représente d'ailleurs un élément important de sa rentabilité.

En ce qui concerne la valeur énergétique des drèches de maïs avec solubles, il semble que sur une base d'énergie digestible, sa valeur serait très proche de celle du maïs (3 639 à 4 292 kcal/kg MS; moyenne de 3 980 kcal/kg MS) (Hastad et al., 2003; Stein et al., 2005; Pedersen et al., 2007; Widyaratne et al., 2007). Il existe tout de même une certaine disparité selon les références qui peut en partie être expliquée par la composition chimique des drèches utilisées lors de l'évaluation. Sur une base d'énergie métabolisable, la valeur des drèches serait légèrement plus faible que celle du maïs, soit environ 97 % de cette valeur (3 378 à 3 897 kcal/kg MS; moyenne de 3 645 kcal/kg MS) (Hastad et al., 2003; Boyd et al., 2004; Stein et al., 2005; Pedersen et al., 2007). Le tout se complique lorsqu'on parle de la valeur d'énergie nette des drèches de maïs, l'énergie nette étant un système d'expression de l'énergie plus précis que les deux autres mentionnés précédemment. Si on se base sur les équations développées par Noblet (2003), la valeur d'énergie nette des drèches se trouve alors à être d'environ 75 % de celle du maïs. Par contre, en se basant sur les résultats de croissance relevés dans la littérature, on peut suspecter que cette valeur serait quelque peu sous-estimée.

Les taux d'incorporation maximums des drèches de maïs peuvent être relativement importants dans les aliments porcins (Tableau 4). Ces recommandations considèrent l'utilisation de drèches de bonne qualité exemptes de mycotoxines (vomitoxine et zéaralénone). En effet, puisque les mycotoxines du maïs sont multipliées par environ deux à trois fois dans le sous-produit que sont les drèches, ceci peut représenter un facteur limitant son incorporation, surtout pour les animaux de reproduction. La palatabilité des drèches de maïs semble également limiter son incorporation en forte quantité et de fortes variations dans les taux d'incorporation utilisés est à éviter. Hastad et al. (2004, 2005) ont observé une réduction significative de la prise alimentaire chez des porcs recevant un aliment contenant de 10 à 30 % de drèches de maïs. Les résultats restent malgré tout assez variables quant aux effets des drèches de maïs sur les performances de croissance des porcs. Une explication possible de ces variations pourrait être attribuée à la source de drèches utilisée et à la valorisation nutritive qui en était faite. Certains ont donc observé qu'avec une augmentation des niveaux de drèches utilisés (plus de 10-15 %), il y avait une réduction de la prise alimentaire et du gain journalier (Linneen, S.K. et al., 2008; Benz et al., 2007; Whitney et al., 2006; Fu et al., 2004; Boyd et al., 2004) avec peu ou pas d'effet sur l'efficacité alimentaire. D'un autre côté, Cook et al., (2005) ont démontré que les drèches de maïs pouvaient être utilisées à 10, 20 ou 30 % d'inclusion sans aucun effet sur le gain journalier mais que l'efficacité alimentaire était détériorée à plus de 10 % de drèches. D'autres n'ont observé aucune différence de performance avec l'utilisation de drèches à des niveaux allant jusqu'à 30 % d'inclusion (Widmer et al., 2008; DeDecker et al., 2005). Enfin, certains ont même observé une amélioration du gain journalier et de l'efficacité alimentaire sans effet sur la prise alimentaire avec l'utilisation de niveaux de drèches variant de 5 à 25 % (Campbell, 2006).

TAUX MAXIMUMS D'UTILISATION DES DRÈCHES DE MAÏS AVEC SOLUBLES CHEZ LE PORC

Phase de production	Utilisation maximum (%)
Porcelet 2 ^e âge	5*
Porc à l'engrais	20**
Truie en gestation	50**
Truie en lactation	20**

Les drèches de maïs auraient également un effet positif sur la santé intestinale et pourraient même permettre de réduire l'incidence et la sévérité des lésions causées par l'iléite (*Lawsonia intracellularis*) en raison de son contenu élevé en fibre insoluble (Withney et al., 2006). Par contre, ces effets demeurent inconsistants et n'ont pu être démontrés dans d'autres études.

Un des critères pouvant limiter l'inclusion des drèches de maïs dans les aliments d'engraissement est leur effet possible sur la qualité de la carcasse. Certaines études ont en effet démontré que des niveaux croissants de drèches de 0 à 30 % n'avaient pas affecté la qualité du muscle ou le taux de maigre mais réduisaient le rendement de carcasse (Withney et al., 2001; Cook et al., 2005; Benz et al., 2007; Linneen et al., 2008). De fortes quantités de drèches (>20 %) vont également affecter de façon négative la qualité du gras de la carcasse. En effet, la forte proportion d'huile insaturée présente dans les drèches peut faire en sorte de rendre le gras de la carcasse plus mou et plus huileux réduisant ainsi la fermeté des flancs (Shurson et Spieh, 2002).

Bien que ce soit moins documenté, il peut être ajouté que les drèches de maïs peuvent également être utilisées sans problème dans les aliments pour les truies et porcelets lorsque le niveau de mycotoxine le permet. Chez le porcelet, Withney et Shurson (2003) ont démontré qu'il était possible d'utiliser jusqu'à 25 % de drèches de maïs sans effet sur le gain quotidien ou l'efficacité alimentaire. D'un autre côté, Linneen et al. (2006) ont quant à eux remarqué que l'utilisation de 10 % de drèches de maïs chez le porcelet avait tendance à faire réduire le gain quotidien. Chez la truie, on a observé que l'utilisation de 50 % de drèches en gestation et de 15-20 % en lactation n'affectait en rien les performances reproductives des truies après deux cycles mais pouvait réduire le niveau d'ingestion en lactation (Hill et al., 2005; Wilson et al., 2003).

Sur le plan économique, les drèches de maïs peuvent représenter un ingrédient intéressant permettant d'abaisser les coûts d'alimentation. Au Tableau 5, on peut voir le prix cible des drèches de maïs permettant d'apporter une économie d'environ 4 \$/t, soit environ 1 \$/porc, dans un aliment pour porc en croissance en fonction du prix du maïs et du tourteau de soya. Dans cet exemple, on suppose une valeur énergétique des drèches proche de celle du maïs. Évidemment, le prix d'intérêt des drèches va varier en fonction de sa composition nutritive. En raison de son niveau élevé de phosphore disponible, le coût du phosphate bicalcique va également influencer le prix d'intérêt des drèches de maïs.

2.1.2.8. Sous-produits issus de l'exploitation laitière

Ce type de sous-produits sont de grande valeur pour les porcs en raison de leur qualité élevée en protéines mais nécessitent beaucoup de précautions au niveau de l'hygiène. En outre, ils sont plus coûteux (transport, conservation) et leur durée de vie est plus courte. Leur production doit être locale par rapport à l'élevage de porcs.

La poudre de lait ou le lactosérum sont les meilleurs substituts au soja. Ce sont des sources de protéines équilibrées mais peu disponibles (valorisés par les laiteries). De plus, ils se conservent mal, leur distribution est parfois problématique et le lactosérum présente une grande variabilité quant à sa teneur en protéines.

Le lactosérum est le résidu liquide obtenu après l'égouttage du caillé lors de la fabrication du fromage. De façon générale, 1 litre de lait contiendra 130 grammes de matière sèche qui permettra de produire environ 64 g de fromage et 66 g de lactosérum.

10 à 12 litres de lactosérum équivalent à 1 kg d'aliment. Limiter la quantité (maximum 10 à 12 litres pour les adultes) pour éviter les problèmes de diarrhée et de qualité de la viande.

La liqueur de lactosérum est quant à elle un sous-produit du lactosérum duquel une fraction de la protéine et du lactose a été extraite par ultrafiltration et par cristallisation respectivement. En moyenne, le niveau de matière sèche du lactosérum oscille entre 4 et 6 % tandis que celui de la liqueur de lactosérum peut être dans certains cas d'environ 30 % lorsqu'il a été partiellement séché.

L'analyse typique du lactosérum et de la liqueur de lactosérum est présentée au Tableau 19. Le lactosérum est essentiellement constitué de sucre simple (lactose), de protéine et de minéraux. Il dispose d'un niveau de protéine modéré mais d'une qualité exceptionnelle. En effet, son profil est très bien pourvu en acides aminés essentiels et la qualité de sa protéine est même supérieure à celle du tourteau de soya (Tableau 20). Sa protéine est dotée d'un très haut niveau de lysine, de thréonine et d'isoleucine. Son taux de méthionine est par contre limité. Ces acides aminés ont en plus une excellente digestibilité avec des taux de 89 % pour la lysine et de 85 % pour la thréonine (Sauvant et al., 2004). Le lactosérum est également composé d'un fort pourcentage de sucres simples sous forme de lactose, ce qui en fera une source d'énergie très digestible. Il dispose également d'un important niveau de minéraux (calcium, phosphore et sodium) d'une excellente digestibilité. La valeur énergétique du lactosérum est légèrement plus faible que celle du maïs avec un niveau de 2 490 kcal d'énergie nette/kg (base 87 % de MS) (Noblet, et al., 2003). En ce qui concerne la liqueur de lactosérum, son taux de protéine est deux fois moins élevé que celui du lactosérum et la qualité de sa protéine en matière d'acides aminés essentiels semble également réduite. La liqueur est également moins bien pourvue en lactose et plus concentrée en phosphore et en calcium. Ceci fera en sorte que sa valeur énergétique sera réduite à une valeur d'environ 2 285 kcal d'énergie nette / kg (base 87 % de MS). Un bon système de contrôle de la qualité fera systématiquement l'analyse de la matière sèche, de la protéine, des minéraux et du pH. Il peut en effet exister des variations importantes dans les niveaux nutritifs de ces deux sous-produits notamment au niveau de la matière sèche. À titre d'exemple, un lactosérum à 4 % de matière sèche aura un contenu nutritif plus faible d'environ 35 % que celui à 6 % de matière sèche. Une analyse périodique est donc essentielle à l'utilisation de ces sous-produits.

COMPOSITION NUTRITIVE DU LACTOSÉRUM ET DE LA LIQUEUR DE LACTOSÉRUM (BASE 87 % DE MS)

Nutriments	Lactosérum ₁	Liqueur de lactosérum ₂
Matière sèche, %	87	87
Protéine brute, %	11,1	4,80
Gras (hydrolyse), %	0,65	0,07
Fibre ADF, %	0	0
Cendre, %	9,0	12,15
Ca, %	0,80	0,93
P, %	0,73	1,46
Na, %	1,20	1,20
Lactose, %	75	48
lysine totale, %	1,02	0,30

(s1)

Exemple de ration pour l'engraissement avec du lactosérum et produits diversifiés :

Porc de 2 mois	Lactosérum : 3 litres Pommes de terre (cuites) : 1,5 kg Céréales farine : 0,5 kg
Porc de 6 mois	Lactosérum : 5 litres Betteraves : 10 kg Céréales farine : 2 kg

POURCENTAGE DES ACIDES AMINÉS RELATIF À LA PROTÉINE DU TOURTEAU DE SOYA ET DU LACTOSÉRUM (LABORATOIRE ALIMENTS BRETON, 2008)

	MET	CYS	M+C	LYS	THR	TRP	ARG	ILE	LEU	VAL
Tourteau soya	1,36	1,52	2,87	6,16	3,89	1,36	7,35	4,51	7,58	4,78
Lactosérum	1,67	2,50	4,17	9,17	6,67	1,67	3,33	7,50	10,00	5,83

De façon pratique, ces sous-produits peuvent être utilisés dans des machines à soupe ou encore distribués en libre choix directement dans le système d'abreuvement. À ce moment, il n'est pas nécessaire d'ajouter une source d'eau supplémentaire. Par contre, il est fortement suggéré de doubler l'espace d'abreuvement afin de ne pas limiter l'ingestion du sous-produit (Thaler et Holden, 2001). En ce qui concerne l'aliment complémentaire à utiliser en combinaison avec du lactosérum, les niveaux de phosphate bicalcique et de sel pourront être abaissés sinon complètement éliminés en fonction de la quantité de lactosérum utilisée. Le reste de la ration sera peu modifiée, le lactosérum présentant déjà une composition nutritive se rapprochant d'un aliment pour porcs en croissance.

Les sous-produits laitiers peuvent représenter une partie importante de la ration des porcs en engraissement. Lorsque donné à volonté sans autre source d'eau, un lactosérum à 6 % de matière sèche peut représenter environ de 15 à 20 % de la ration sèche. Ceci correspond à une consommation d'environ 5 litres par jour de lactosérum liquide en phase de croissance. Pour ce qui est des machines à soupe, un taux d'utilisation maximum de 25 % est généralement recommandé (ITP, 2009). La liqueur de lactosérum peut également être incorporée à fort taux d'inclusion dans les aliments d'engraissement. En effet, Guertin et al. (1992) ont démontré qu'il était possible d'utiliser jusqu'à 25 % de liqueur de lactosérum dans les aliments d'engraissement sans effets sur le gain moyen quotidien et l'efficacité alimentaire. Cependant, une réduction significative du rendement de carcasse avait été rapportée dans cet essai. En ce qui concerne les truies, on recommande d'éviter son utilisation en lactation en raison du volume important de liquide qui serait consommé et qui pourrait réduire l'ingestion d'énergie (Thaler et Holden, 2001).

Malgré son excellente valeur nutritive, certaines précautions restent à prendre avec l'utilisation de ces sous-produits laitiers. Tout d'abord, en raison de son effet laxatif, le lactose présent dans ces sous-produits peut augmenter les risques de diarrhées et de problèmes sanitaires. Cette forte présence de sucres constitue également un bon support à la fermentation et au développement des microorganismes lors de l'entreposage. Un développement mal contrôlé peut entraîner une perte de 20 % de la matière sèche (Idéna, 2008). Ces microorganismes peuvent entre autres être responsables de la dégradation des protéines du lactosérum. Pour cette raison, la durée de conservation de ces produits doit être réduite au minimum et un approvisionnement quotidien est à recommander. Certains avancent qu'il peut y avoir une perte pouvant aller jusqu'à 40 % des nutriments après 48 heures d'entreposage et que les acides produits risquent potentiellement de réduire la prise alimentaire (Thaler et Holden, 2001). Une durée maximum d'entreposage de 2 à 3 jours est donc recommandée. Un nettoyage hebdomadaire de la cuve d'entreposage est aussi fortement conseillé afin de prévenir le développement de levures qui pourraient affecter la palatabilité du produit. L'utilisation de certains agents de conservation tels que des probiotiques par exemple (ex. : *Pediococcus acidilactici*) peut aider à prévenir le développement d'une flore indésirable et ainsi augmenter le temps de conservation du sous-produit.

Un autre problème que l'on peut rencontrer avec les sous-produits laitiers est leur pH relativement acide. De façon générale, le lactosérum que l'on retrouve au Québec est un lactosérum doux qui est issu de la fabrication de fromage cheddar et dont le pH est légèrement acide (pH d'environ 6,0). Il existe par contre d'autre lactosérum de type acide provenant de la fabrication de fromage à pâte molle dont le pH peut être aussi faible que 4,0. La liqueur de lactosérum possède également un pH très acide (environ 3,0) en raison de son contenu élevé en acides

organiques. Le porc peut assez bien tolérer un pH acide, mais il est par contre sensible à des fluctuations importantes du niveau d'acidité (ITP, 2009). À ce moment, une réduction de la prise alimentaire peut survenir. Une analyse régulière du niveau de pH est donc fortement recommandée. L'autre inconvénient de ce pH acide vient de son effet corrosif. En effet, l'utilisation de lactosérum peut réduire la durée de vie de certains équipements et dissoudre le ciment (Thaler et Holden, 2001). L'utilisation d'équipement en plastique ou en acier inoxydable est alors nécessaire.

L'utilisation de ces sous-produits laitiers peut généralement permettre de réduire de façon considérable les coûts d'alimentation en engraissement. En effet, leurs coûts se limitent bien souvent aux frais de transport entre l'usine et la ferme. Par contre, en fonction de la distance à parcourir, ces frais peuvent tout de même être assez importants en raison du faible niveau de matière sèche de ces sous-produits. On se retrouve ainsi à transporter dans certains cas un produit à 95 % d'eau. Le coût doit ainsi être ramené au kilo de matière sèche. Les Tableaux 21 et 22 présentent les prix cibles du lactosérum et de la liqueur de lactosérum permettant d'engendrer une économie d'environ 4 \$/t dans un aliment pour porcs en croissance en fonction du prix du maïs et du tourteau de soya. Dans le cas de la liqueur de lactosérum, son prix d'intérêt est surtout fonction du prix du maïs en raison de son plus faible niveau protéique. On constate également la plus faible valeur économique de la liqueur de lactosérum attribuée à son plus bas niveau de protéine et d'acides aminés.

PRIX DE LA LIQUEUR DE LACTOSÉRUM (BASE 87 % MS) PERMETTANT UNE ÉCONOMIE D'ENVIRON 4 \$/T DANS UN ALIMENT POUR PORCS EN CROISSANCE EN FONCTION DU PRIX DU MAÏS

Prix du maïs	Liqueur de lactosérum
150	98
175	125
200	153
225	180
250	207
275	235

2.1.2.9. Sous-produits issus des fruits et légumes

Mars, pulpes, peaux, ... Leur valeur alimentaire pour l'alimentation des porcs dépend du type de fruit ou légume et de sa teneur en fibres.

Problèmes avec ces types de sous-produits : les quantités disponibles sont relativement faibles et l'approvisionnement irrégulier (ex. : fruits et légumes ~ saisons et régions).

2.1.2.10. Sous-produit de la fabrication de farine de blé

Remoulage de blé : sous-produit de la fabrication de farine pour l'alimentation humaine. Lorsque la farine est produite, le grain de blé est broyé et séparé en différentes fractions qui permettront de produire environ 72 % de farine, 14 % de son et 13 % de remoulage. Celui-ci est constitué en majorité de l'enveloppe plus interne du grain de blé mais peut aussi contenir une certaine proportion de l'amande (farine) et du germe.

Comme la plupart des sous-produits, le profil nutritionnel du remoulage sera dépendant des procédés de fabrication de chaque usine et de la proportion des différentes fractions qui le composeront. Sa valeur alimentaire sera entre autres reliée au niveau de farine qui sera extraite du grain. Par exemple, plus élevée sera la proportion de farine dans le remoulage et plus importante sera sa valeur énergétique. De plus, certaines usines peuvent incorporer dans le remoulage une certaine proportion du son (enveloppe plus externe du grain de blé) plus élevé en fibre, ce qui en réduira la valeur énergétique.

Le remoulage se caractérise par un niveau de protéines moyen dont le profil en acides aminés se rapproche de celui du blé. La qualité de sa protéine est ainsi plutôt faible en lysine mais bien pourvue en acides aminés soufrés et en tryptophane. La digestibilité de ses acides aminés est relativement faible oscillant entre 75 % dans le cas de la lysine et 72 % pour la thréonine. Le remoulage étant constitué en partie de l'enveloppe du grain de blé, son contenu en fibre est plutôt élevé, mais également très variable en fonction de la proportion de son le composant. Il a, par exemple, été observé que le niveau de fibre NDF pouvait varier de 29,9 à 40,1 % dans 14 échantillons provenant d'usines différentes aux États-Unis (Cromwell et al., 2000). Dans cette même étude, le niveau de protéine variait de 14,6 à 17,8 % et le niveau de phosphore, qui peut lui aussi être à des niveaux appréciables malgré sa faible disponibilité, de 0,70 à 1,19 %.

COMPOSITION NUTRITIVE DU GRU (BASE 89 % MS)

Nutriments	Moyenne
Matière sèche, %	89
Protéine brute, % ¹	16
Gras, % ¹	4,2
Fibre brute, % ¹	6
Fibre ADF, % ²	9,5
Fibre NDF, % ²	32,4
Cendre, % ¹	8,2
Ca, % ¹	0,09
P, % ¹	0,76
P disponible, % ¹	0,21
Na, % ¹	0,02
Amidon, % ²	30,4
lysine totale, %	0,63
Méthionine totale, %	0,25

En raison de sa forte teneur en fibre, le remoulage peut être considéré comme un ingrédient de faible valeur énergétique. Selon l'analyse typique décrite plus haut, il serait doté sur une base d'énergie digestible d'une valeur de 2765 kcal/kg alors que sur une base d'énergie nette, on lui donnerait environ 1 945 kcal/kg, soit approximativement 70 % de la valeur énergétique du

maïs (Noblet et al., 2003). Cette valeur pourra varier de façon importante en fonction de la teneur en fibre et en amidon composant le remoulage.

De façon pratique, le remoulage peut être utilisé dans les aliments pour porcs afin de remplacer une partie du maïs, du tourteau de soya et du phosphore inorganique. Dans le but de maintenir la même densité énergétique, un apport de matière grasse supplémentaire sera nécessaire. Dans certains contextes de prix cependant, il pourrait être plus avantageux de réduire la densité énergétique de l'aliment et de pénaliser ainsi l'efficacité alimentaire.

Lorsque la valeur nutritionnelle du remoulage est bien définie et qu'elle est constante, des niveaux d'incorporation relativement élevés peuvent être utilisés sans compromettre les performances. Shaw et al. (2002) ont à cet effet démontré qu'il était possible d'inclure 30 % de remoulage à un aliment maïs-soya sans en affecter les performances de croissance et d'efficacité alimentaire. Ils ont par contre observé une tendance à la réduction du rendement de carcasse avec l'utilisation de l'important niveau de remoulage. Ce phénomène serait en partie expliqué par le haut niveau de fibre qui, lorsque utilisé en forte quantité dans les aliments, causerait une augmentation de l'encombrement intestinal et de la taille des organes digestifs. Chez la truie en gestation, le haut niveau de fibre et la faible valeur énergétique du remoulage en font un ingrédient d'intérêt.

Cependant, puisque le remoulage est composé de façon importante de l'enveloppe du grain de blé davantage exposée aux moisissures, le risque de contamination aux mycotoxines est un facteur important pouvant limiter son incorporation. De plus, en raison de sa faible densité (28 kg/hl), le remoulage peut présenter certains problèmes au niveau de son écoulement et de l'homogénéité du mélange d'aliment (ségrégation), limitant ainsi son incorporation en fortes quantités dans les aliments en farine. De plus, un équipement d'entreposage particulier (silo d'au moins 60° avec vis pour la sortie) sera probablement nécessaire à l'utilisation de ce sous-produit.

TAUX MAXIMUMS D'UTILISATION DU GRU CHEZ LE PORC*

Phase de production	Utilisation maximum (%)
Porcelet 2e âge	10
Porc à l'engrais	40
Truie gestation	40
Truie lactation	40

Au niveau économique, le gru peut présenter un certain intérêt en fonction de son coût, de celui du maïs, du tourteau de soya et du gras. Le Tableau 18 montre le prix cible du gru permettant de réduire le coût d'un aliment pour porc en croissance de 4 \$/t en fonction du prix du maïs et du soya. Les aliments de faibles densités énergétiques favoriseront l'utilisation du gru et augmenteront ainsi son prix d'intérêt.

2.1.3. Utilisation du gland et des orties déshydratées et du lin en alimentation de porcs bio

Depuis toujours, le gland est associé au fourrage des porcs qui se sont toujours nourris de ce fruit des bois particulier. L'élevage intensif de porcs a exclu, au cours des dernières décennies, cet aliment précieux pour le régime alimentaire des porcs dans de nombreux élevages.

Mais en même temps, l'affirmation de la recherche de la qualité, avec la revalorisation et l'application d'anciennes techniques, de cultures et d'élevage et, par conséquent, avec la diffusion de l'agriculture biologique qui réunit ces deux concepts, on a redécouvert ces aliments, dont la validité est confirmée par les exploitations qui utilisent tous les jours ces

fruits, associés naturellement à d'autres aliments pour un apport protéique supérieur. Les glands entiers, tels que les trouvent les animaux au cours des longs mois d'automne et une partie de l'hiver, représentent un aliment qui peut être utilisé **sans limites**, pour toutes les catégories de porcs en élevage. Lorsqu'on alimentait les porcs avec des déchets alimentaires et des sous-produits, on finissait l'engraissement avec les glands. L'abondance de ce produit fourni par la nature permettait justement son exploitation au cours de la saison automne-hiver qui se poursuivait et coïncidait avec l'abattage et la transformation de la viande.

Les glands sont aussi riches en nutriments. Ils contiennent de grandes quantités de protéines, hydrates de carbone et graisses, ainsi que des minéraux (calcium, phosphore et potassium) et des vitamines (niacine), tout cela variant d'après les espèces de glands. Certaines espèces de glands contiennent de grandes quantités de **tanin**, une substance qui rend généralement les aliments peu appétissants pour les animaux (surtout les glands de chêne rouge, mais beaucoup moins les glands de chêne blanc).

Ce n'est pas le cas des porcs qui parviennent à résister à d'importants pourcentages. Par le passé, les glands étaient traités par macération dans des cuves pleines d'eau pour diminuer le contenu de ces substances (transvaser de cuves d'eau en cuves d'eau jusqu'à ce que celle-ci ne soit plus brune).

Aujourd'hui, des études ont souligné leur pouvoir antiparasitaire (surtout contre les verminoses); toutefois, avec la macération, on améliorait la digestibilité et la valeur nutritive de ces fruits. Lors d'essais de digestibilité "in vivo" du gland intégral, on a relevé que la valeur en Energie Digestible (kcal/kg) présentait des valeurs importantes pour le régime alimentaire des porcs et qu'elle est comparable à d'autres aliments qui apportent de l'énergie. Une autre donnée tout aussi importante est le profil acide du gland qui est inhabituel par rapport à d'autres éléments d'origine végétale normalement utilisés dans l'alimentation animale: il présente un taux élevé d'acide oléique et un taux relativement bas d'acide linoléique et d'autres graisses saturées. Chez les porcs et en particulier la race Cinta Senese pour laquelle les morceaux comme le lard et la poitrine ont une grande importance économique, la qualité de la graisse revêt une importance fondamentale car elle conditionne la qualité de l'ensemble du produit mûri. La qualité de la graisse ressent fortement la diversification alimentaire de l'élevage libre; il suffit d'observer les différences nutritionnelles du gland et de la châtaigne par rapport à celles de l'orge, un aliment couramment utilisé dans l'élevage intensif; le gland et la châtaigne se différencient fondamentalement de l'orge par le contenu plus important en acides gras monoinsaturés, en particulier l'acide oléique. Les porcs élevés au pâturage présentent un taux supérieur en acides gras poly-insaturés. Ce cadre acide particulier se résout facilement en une meilleure qualité diététique de la graisse des porcs élevés en gardiennage libre.



S19

Les orties déshydratées, très riches en protéines, peuvent être intéressantes pour les éleveurs qui bénéficient de la proximité d'une usine.

L'utilisation du lin pourrait aussi être envisagée mais les problèmes de désherbage et de verse qu'il pose ne permettent pas sa conduite en bio.

2.1.4. Comment surmonter les problèmes d'assimilation quand l'alimentation protéique de complément est riche en fibres ? (s22)

L'emploi des résidus protéiques d'oléagineux pour l'alimentation des porcs est généralement limité par les composants fibreux et, dans certains cas, par la présence de composés végétaux secondaires qui peuvent être toxiques ou simplement abaisser la production (par exemple le gossypol dans la farine de graines de coton).

Pour surmonter l'obstacle que constitue l'excès de fibres, il peut s'avérer possible de mettre au point un traitement préalable pour protéger les protéines puis de trouver un moyen de réduire les fibres :

- **cultiver sur les produits alimentaires des champignons (coprins) comme les basidiomycètes pour réduire les fibres et accroître les protéines**
 - élaborer des méthodes pour **hydrolyser la cellulose en oses** avant de nourrir les animaux
- ➔ **délicnification avec des coprins**, par exemple, et un traitement des résidus fibreux de récoltes à la vapeur sous pression pour produire des oses à incorporer dans la ration des porcs.

2.2. Régimes alimentaires à teneur réduite en protéines

Une réduction de protéines dans le régime alimentaire des porcs permettait de diminuer les émissions d'ammoniac dans l'air. « Passer d'une alimentation de 20 % en protéines à 12 % permet de réduire de 65 % les émissions d'ammoniac. D'autant qu'en réduisant le taux de protéines dans la ration des porcs, leur croissance n'est pas affectée. Attention toutefois, car la formulation des régimes alimentaires à teneur réduite en protéines nécessite une bonne maîtrise technique ».

2.3. Autres apports originaux de protéines

2.3.1. Protéines bactériennes (fabriquants chinois)



La protéine bactérienne est une protéine qui est soit une partie de la structure d'une bactérie, ou produite par une bactérie dans le cadre de son cycle de vie. Elle est produite par fermentation bactérienne continue en utilisant un mélange défini de bactérie différente (sans salmonella) et de gaz naturel en tant que source de carbone et d'énergie. Le produit est un

repas rougeâtre / brunâtre contenant des protéines brutes de 60% sur une base de matière sèche et une composition en acides aminés sur le plan nutritionnel bien équilibré. Les acides aminés de la farine de protéine bactérienne sont bien digérés par plusieurs espèces animales dont les porcs. Des études récentes ont montré que la farine de protéine bactérienne est adaptée en tant que principale source de protéines dans les rations pour porcs sevrés et à abattre.

La farine de protéine bactérienne offre une alternative potentielle au tourteau de soja. Dans les expériences, il a été montré que jusqu'à 50% (porcs) d'azote alimentaire peuvent être fournis par le repas de protéine bactérienne sans affecter la rétention d'azote, production de chaleur et la rétention de l'énergie. De même, des expériences de production avec des porcs ont montré que jusqu'à 50% (porcs) de l'azote peuvent être dérivés de la farine de protéine bactérienne, sans effets négatifs sur les performances animales et les caractères de production.

La composition en acides aminés de la farine de protéine bactérienne est similaire à celle de la farine de poisson, sauf pour une lysine plus faible et contenu supérieur de tryptophane. Par rapport au tourteau de soja, dans la farine de protéine bactérienne la teneur en méthionine est légèrement plus élevée et la teneur en cystéine est légèrement inférieure, résultant en une teneur plus élevée en un total combiné de la méthionine et de la cystéine dans la farine de protéines bactériennes que dans le tourteau de soja.

Les doses recommandées sont de 40 à 50g pour les porcs.

2.3.2. Protéines d'algues (s16 + s17)

Quand associées à de l'orge, les algues séchées fournissent au moins autant de protéines que des farines animales ou d'os pour les porcelets en croissance ou en engraissement (algues des eaux usées, d'égouts : surtout *Scenedesmus quadricauda* et *Chlorella*).

In summary, algae contain about the same level of crude protein as other protein supplements, such as cottonseed meal, and the protein quality is similar to that of meat and bone meal when added to a barley ration. However, the protein digestibility is lower than other common protein supplements, and this fact should be considered when balancing rations. The energy content of algae is low because of the decreased digestibility of the dry matter and because of the high ash content. However, only low levels of algae are needed to increase the protein level of the barley ration and would not greatly dilute the energy content of the ration.

Les cultures d'algues sont très prometteuses car elles ne nécessitent pas de fertilisants, d'eau propre ou de pesticides, et qu'elles n'ont besoin que d'1/6 des surfaces nécessaires pour produire une même quantité de plantes terrestres. En outre, les algues absorbent les nutriments par toute leur surface (pas uniquement les racines), ce qui accélère leur productivité. Les algues grandissent donc tellement plus vite que les cultures terrestres qu'un are d'algues peut produire la même quantité de protéines que 21 ares de graines de soja et 49 ares de maïs en un

an. De plus, la structure colloïdale des algues, qui permet une meilleure rétention de l'eau, fournit aux algues deux fois plus de matière sèche que les plantes terrestres.

Au Canada et en Norvège, une importante proportion d'Ascophyllum est déjà utilisée pour nourrir les animaux. Ascophyllum est particulièrement intéressante de par son contenu en minéraux (carbonate de calcium, magnésium), vitamines et protéines. Les algues sont très utilisées en alimentation animale en Asie, cela faisant plus partie de la culture et les asiatiques eux-mêmes se nourrissant d'algues.

L'ajout d'algues à un régime de porcs augmente les performances (minéraux, vitamines, autres oligoéléments,...), que ce soit de reproduction, de santé ou de croissance.

Les algues peuvent également être utilisées comme complément de fibres dans les rations animales.

En outre, elles ont des propriétés bénéfiques pour la santé : stimulation du système immunitaire, et pouvoir anti-inflammatoire.

Les microalgues sont très complexes à cultiver mais cependant très intéressantes.

Les algues vertes sont quant à elles riches en fibres indigestibles et ne sont pas durables pour les animaux en croissance.

2.3.3. Autre

Aliment liquide pour animaux issu de la production de bioéthanol, très riche en protéines, obtenu à partir de blé et de betteraves sucrières, source alternative de protéines pour une alimentation animale durable qui remplace une partie des tourteaux de soja et colza et/ou des concentrés protéiques.

Il constitue un précieux apport d'énergie et de protéines dans les rations des porcs et permet une réduction significative des coûts de l'alimentaire des porcs.

Avec 15,8 MJ d'énergie métabolisable par kg de MS, sa teneur énergétique est également très élevée, de même que la digestibilité de ses acides aminés et du phosphore.

Son appétibilité est excellente et sa texture améliore l'homogénéité des mélanges d'aliments et réduit les pertes.

Composition*	
Matière sèche (%)	27
pH	4-4,5
En g par kg de matière sèche (MS)	
Cendres brutes	50
Cellulose brute	20
Protéine brute	240
Matières grasses brutes	65
Amidon	25
Sucre	90
Calcium	2
Phosphore	6
Sodium	2,5
Potassium	13
Lysine	10
Méthionine	4
Cystéine	5
Thréonine	8,9
Tryptophane	3

ProtiWanze® - Aliment protéiné liquide de qualité

Avec ProtiWanze®, choisissez un aliment protéiné liquide de grande qualité pour l'alimentation animale



Valeurs nutritionnelles (par kg MS)*	
VEVI	1240
VEM	1147
DVE, g	140
OEB, g	51
NE porc, kcal	2650
Valeur énergétique porc	1,26

Quantités à utiliser (en matière sèche, en fonction de la ration totale)

Porcelet (sevré) jusqu'à 3 %

Pré-engraissement jusqu'à 6 %

Fin d'engraissement jusqu'à 12 %

Truies jusqu'à 10 %

Son pH acide (4-4.5) augmente la stabilité ainsi que la durée de conservation de la ration (minimum 8 semaines). Le matériel de stockage doit résister à cette acidité.

3. Rentabilité de la fabrication d'aliments à la ferme (s19)

Taille d'élevage NE		30 truies	75 truies	150 truies
Tonnage annuel à fabriquer		220 Tonnes	500 Tonnes	1000 tonnes
RENTABILITÉ	AMORTISSEMENTS	INVESTISSEMENTS		
BONNE	10 € / T	22 000 €	50 000 €	100 000 €
ACCEPTABLE	12,5 € / T	27 500 €	62 500 €	126 000 €
ATTENTION	15 € / T	33 000 €	75 000 €	150 000 €

1000 euros par truie comme investissement maximum pour la création d'un atelier de fabrication d'aliments à la ferme, ok mais au-delà, coût de fabrication excessif.

Bien calculer le coût de fabrication de l'aliment par tonne fabriquée (charges liées aux investissements (amortissements et frais financiers des emprunts) + charges liées au fonctionnement (coût de fonctionnement et main d'œuvre)).

(s1)

Matière première	% MS	Énergie digestible Kcal	Protéines brutes	Lysine	Méthionine + cystine	Caractéristiques
Blé tendre	86	3 310	11,3	0,32	0,47	Énergie facilement dégradable
Orge 2 rangs	86	3060	10,0	0,37	0,42	
Triticale	86	3200	11,6	0,39	0,46	Riche en lysine, Contient des phytases qui permet l'assimilation du phosphore
Mais	86	3 400	9,0	0,25	0,39	Énergie à dégradation lente Pauvre en azote et lysine peu donner une coloration jaune au gras,
Avoine nué	86	3480	13,0	0,53	0,65	Pour les truies, favorise le retour des chaleurs
Sorgho	86	3060	10,0	0,23	0,33	
Châtaigne entière	87	3050	6,2			Pauvre en protéine 1 kg de châtaigne = 1 kg de céréales
Gland entier	88	<2900	5,9			1,5 kg de glands = 1 kg de céréales, attention aux tanins,...
Pomme entière	22	300	0,5			Privilégier les pommes de terre cuites
Betterave fourragère	13	430	1,4	0,06	0,04	
Carotte	12	400	1,1	0,05		
Pomme de terre crue	24	860	2,2	0,11	0,05	
Topinambour frais	22	750	1,8			
Foin de trèfle	90		25,3			
Foin d'herbe	91	2130	17,1	0,75	0,27	

Pomme entière	22	300	0,5			
Betterave fourragère	13	430	1,4	0,06	0,04	
Carotte	12	400	1,1	0,05		
Pomme de terre crue	24	860	2,2	0,11	0,05	Privilégier les pommes de terre cuites
Topinambour frais	22	750	1,8			
Foin de trèfle	90		25,3			
Foin d'herbe	91	2130	17,1	0,75	0,27	
Luzerne déshydratée	90	2220	21,4	0,94	0,58	
Ortie			25 à 30			Privilégier les pommes de terre cuites
Féverole	87	3300	26,4	1,66	0,53	
Pois hiver	86	3390	22	1,6	0,59	
Lentille	88	3610	24,7	1,68	0,47	
Soja graine entière	89	4200	37	2,35	1,15	
Graine de soja extrudée						
Tournesol non décortiqué	90	2030	29,5	1,07	1,26	
Lactosérum vache	6,5	220	0,86	0,07	0,03	Attention à l'acidité et à l'effet sur les qualités de carcasses

Matière première	Facteur limitant	Truie allaitante	Porcelet	Porc charcutier ou truie gestante
Blé tendre		Non Limité	NL	40 %
Orge	Cellulose	-	-	-
Avoine	Cellulose	20	5	20
Sorgho	Tanins	-	?	-
Betterave	Teneur en eau (encombrement)	60	0	40
Farine de luzerne déshydratée	Cellulose Appetabilité	10	0	5
Féverole blanche	Tanins	10	0	15
Pois d'hiver	Facteurs antitripsiques	20	15	20
Pois printemps	-	25	20	25
Soja graine entière	Huile	-	-	5 %
Soja graine extrudée	-	10 %	15	10 %
Lactosérum liquide	Lactose, eau, minéraux	30	20	20

Sources bibliographiques

S1) [http://rhone-alpes.synagri.com/synagri/pj.nsf/TECHPJPARCLEF/13143/\\$File/Fiche_AB-elevage-porc-bio.pdf?OpenElement](http://rhone-alpes.synagri.com/synagri/pj.nsf/TECHPJPARCLEF/13143/$File/Fiche_AB-elevage-porc-bio.pdf?OpenElement)

(L'élevage de porcs biologiques en système fermier et vente directe ; Chambres de l'agriculture Rhône-Alpes)

S2) www.capbio-bretagne.com

S3) <http://eap.mcgill.ca/agrobio/ab370-09.htm>

(Utilisation du sarrasin en alimentation animale, Jean Duval, 1995)

S4) <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2003/03txtAlim/a0303.pdf>

(Reconquête de l'autonomie protéique, quelles stratégies pour les productions porcines, CEREOPA 2003)

S5) <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/1982/82txtAlim/A8205.pdf>

(Utilisation du triticales par le porcelet sevré et le porc en croissance-finition, Journée de recherche porcine française, 1982)

S6) Renewable Agriculture and Food Systems (2004) 19: 159-167

S7) http://www.organicagcenter.ca/ResearchDatabase/res_pigfeed_sources_f.asp

(Alimentation renouvelable des porcs en élevage biologique: Utilisation des sous-produits de la transformation des aliments, CAB, 2004)

S8) <http://www.fao.org/docrep/004/T0423F/T0423F06.htm>

S9) <http://www.poggiocappiano.it/fra/ghiande.htm>

(Informations sur l'utilisation de glands en alimentation porcine)

S10) <http://www.omafra.gov.on.ca/french/livestock/swine/facts/03-004.htm>

(Comparaison de la valeur nutritionnelle d'aliments pour porcs, Ontario, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2012)

S11) http://www.itab.asso.fr/downloads/fiches-elevage/projets-recherche-alim-monogastriques_web.pdf

S12) <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:250:0001:0084:FR:PDF>

(Législation alimentation animale bio)

S13) <http://www.consommersansogmennormandie.org/index.php/component/flexicontent/23-exemples-de-rations/79-porcs?Itemid=136>

S14) <http://www.biowanze.be/fr/Download/ProtiWanze-2013-F.pdf>

(Protiwanze)

S15) Effects of reduced dietary protein level and fat addition on heat production and nitrogen and energy balance in growing pigs

S16) http://www.wattagnet.com/Algae_in_pig_feeds_An_ingredient_from_the_future.html

(Algues, 2013)

S17) <http://www.wattagnet.com/155882.html>

S18) <http://www.cra.wallonie.be/img/page/Conference/2013-porc-volaille/5%20Cartryse.pdf>

(Comment stimuler la production de protéines en région wallonne pour l'alimentation des porcs?)

S19) [http://www.capbio-bretagne.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/17157/\\$File/FT-porcs-fabrication%20d%27aliments-a-la-ferme.pdf?OpenElement](http://www.capbio-bretagne.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/17157/$File/FT-porcs-fabrication%20d%27aliments-a-la-ferme.pdf?OpenElement)

(Fabrication de l'aliment à la ferme en AB, Chambres de l'agriculture, Bretagne)

S20) <http://www.agrireseau.qc.ca/porc/documents/Alimentation%2006-04.pdf>

(Contre les odeurs des effluents, jouer sur l'alimentation)

S21) Alimentation et système d'élevage en AB (ITAb, 2001)

S22) L'application de la biotechnologie à l'alimentation animale dans les pays en développement (FAO, 1992)

S23) Alimentation des porcs en AB, Chambres de l'Agriculture, Bretagne, 2011

Modalité	Rendement QTX par ha	Proportion des espèces à la récolte	Mat. Azotée g/kg de ms	MAT par ha par extension
Triticale + Avoine + Epeautre	56,3	Triticale + Epeautre: 93,3% Avoine:6,7%	118	664 kg
Triticale + Avoine + Féverole	53,7	Triticale: 83%, Avoine: 4% Féverole: 9%	139	746 kg
Epeautre + Féverole	36,3	Epeautre: 76,4%, Fev:23,6%	178	646 kg
Escourgeon + Pois protéagineux	43,3	Escourgeon: 84,9%, Pois Prot: 15,%	143	619 kg
Triticale + Avoine + Féverole + Pois fourrager	52,1	Triticale: 71,2%, Avoine:5,1% Féverole: 8,8%, Pois f:13,1%	161	839 kg

Table des matières bâtiment d'élevage porcs biologiques

1. <u>Législation globale.....</u>	<u>p1</u>
1.1. <u>Parcours extérieur.....</u>	<u>p1</u>
1.2. <u>Bâtiment.....</u>	<u>p2</u>
1.3. <u>La ventilation, le chauffage, l'éclairage du bâtiment.....</u>	<u>p3</u>
1.3.1. <u>Ventilation</u>	
1.3.2. <u>Chauffage (compartiments de mise-bas et de post sevrage principalement)</u>	
1.3.3. <u>Eclairage</u>	
1.4. <u>Densité de peuplement des bâtiments.....</u>	<u>p4</u>
2. <u>Trois types globaux de logement de porcs bio.....</u>	<u>p5</u>
2.1. <u>Elevage en bâtiment.....</u>	<u>p5</u>
2.2. <u>Elevage en plein-air.....</u>	<u>p6</u>
2.3. <u>Système mixte.....</u>	<u>p7</u>
3. <u>Bâtiment type d'élevage de porcs bio bien-être.....</u>	<u>p8</u>
3.1. <u>Truies non gestantes et gestantes.....</u>	<u>p10</u>
3.1.1. <u>Litière accumulée avec zone d'alimentation surélevée</u>	
3.1.2. <u>Case à plusieurs zones avec niches de repos</u>	
3.1.3. <u>Construction en parties séparées</u>	
3.2. <u>Truies allaitantes : cases individuelles.....</u>	<u>p12</u>
3.2.1. <u>Cases de mise-bas Heku</u>	
3.2.2. <u>Cases de mise-bas FAT2</u>	
3.3. <u>Truies allaitantes en groupe, en combinaison avec une case individuelle.....</u>	<u>p13</u>
<u>Cases BAT d'allaitement en groupe</u>	
3.4. <u>Environnement des porcelets.....</u>	<u>p14</u>
3.5. <u>Porcelets sevrés.....</u>	<u>p14</u>
3.5.1. <u>Case Koomans</u>	
3.5.2. <u>Système de Nürtingen</u>	
3.5.3. <u>Cases de post-sevrage à trois zones</u>	

3.6. Porcs à l'engraissement.....p16

- 3.6.1. Cases danoises
- 3.6.2. Cases à deux zones à litière accumulée
- 3.6.3. Porcherie en pente (économique en paille)
- 3.6.4. Porcherie BAT à niches

3.7. Verrat : case à verrot avec courette.....p18

4. Techniques d'enrichissement pour le bien-être des porcs.....p19

4.1. Enrichissement de l'environnement.....p19

- 4.1.1. Litière épaisse de paille = the best, distributeur de paille longue, botte de paille
- 4.1.2. Des litières épaisses de bois pulvérisé, de balles de riz ou de coques d'arachides
- 4.1.3. Les mangeoires contenant du compost de champignons usagé
- 4.1.4. Autres matériaux d'enrichissement

4.2. Enrichissement alimentaire.....p21

- 4.2.1. Portion d'une ration quotidienne
- 4.2.2. Maïs ensilage
- 4.2.2. Autres aliments à ajouter

5. Bâtiments alternatifs d'élevage de porcs.....p22

5.1. Structures cerceaux en toile de plastique tissée.....p22

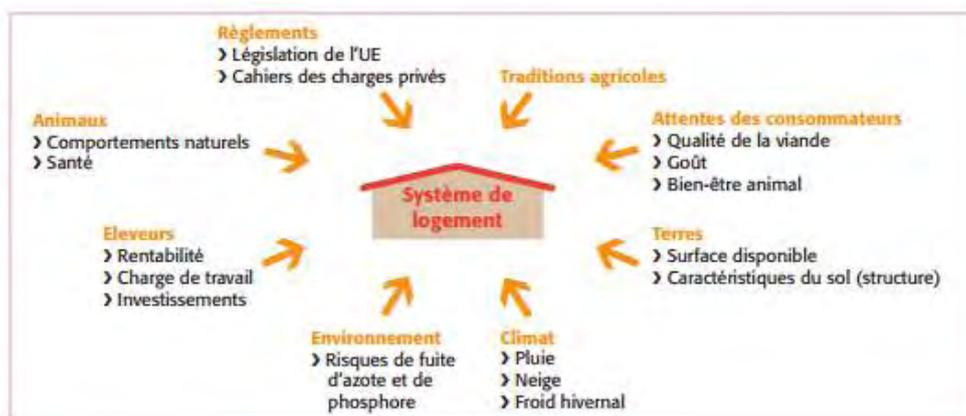
5.2. Bâtiment à parois végétalisées et toit en culture d'algues.....p22

5.3. Porcherie écologique chasse d'eau-lombriculture-lagune-bassin filtrant.....p23

LOGEMENT DES PORCS BIOLOGIQUES

Objectifs des porcs élevés bio : santé, bien-être des animaux, image aux yeux des consommateurs.

- Respectant les **normes bien-être** applicables à partir de **2013** ;
- Offrant des **conditions de travail de qualité** grâce à :
 - une **gestion en zones différenciées** efficace (temps productif augmenté),
 - un **grand volume** (faible niveau sonore, pénibilité du travail réduite),
 - une **ventilation naturelle** permanente (air sain, santé protégée, absence d'odeur nauséabonde);
- Possédant un fonctionnement économique grâce à une organisation en zones adaptée au comportement animal favorisant leur équilibre (frais vétérinaires réduits, baisse des charges de chauffage) ;
- Respectant l'environnement par :
 - un équilibre sanitaire ne nécessitant pas de désinfection,
 - la réduction voire la suppression de l'antibiothérapie,
 - un mode d'élevage ne générant pas d'odeur (amélioration de l'image de la filière porcine, création d'élevage facilitée).



1. Législation globale

1.1. Parcours extérieur

Tous les animaux doivent pouvoir accéder à un parcours extérieur, pouvant être partiellement couverts (maximum **50 %** de la superficie de l'aire d'exercice extérieure accessible aux animaux). Cette proportion peut être portée à **75 %** à condition qu'au moins la moitié du périmètre du bâtiment d'élevage soit à front ouvert.

Accès à un parcours extérieur : seules exceptions à cette règle concernent :

- La phase finale d'engraissement pendant un maximum d'un cinquième de leur vie et en tous cas **maximum trois mois**

- Les truies pendant la période de mise bas et l'allaitement pendant au **maximum 8 semaines** après la mise bas avec la possibilité pour les animaux de fourir.

1.2. Bâtiment (s3)

Au moins la moitié de la surface minimale totale du sol du bâtiment doit être en dur (ni caillebotis, ni grilles).

Les animaux doivent toujours disposer d'une aire de couchage recouverte d'une **litière** constituée de paille ou de matériaux naturels adaptés, pouvant être enrichie des fertilisants utilisables en culture biologique.

Avant la mise-bas les truies se séparent du groupe. Elles construisent un nid en utilisant des matériaux divers et donnent naissance à leurs porcelets dans ce nid. Les porcelets ont un grand besoin de chaleur. Le nid crée le microclimat nécessaire à leur survie.

S3

SURFACE MINIMALE DES BÂTIMENTS

	A l'intérieur		Aire d'exercice m ² /tête
	Poids vif mini (kg)	m ² /tête	
Truies allaitantes avec porcelets de 40 jours maxi		7,5 m ² /truie	2,5
Porcs d'engraissement	≅ 50 kg	0,8	0,6
	≅ 85 kg	1,1	0,8
	≅ 100 kg	1,3	1
Porcelets	+ 40 jours et ≅ 30 kg	0,6	0,4
Porcs reproducteurs		2,5/femelle	1,9
		6,0/mâle	8,0

Si l'accès des parcours extérieurs végétalisés n'est pas obligatoire pour les porcs, ils doivent avoir accès au minimum à des aires d'exercice à l'extérieur. A noter que ces espaces de plein air peuvent être partiellement couverts.

- › Offrir suffisamment d'espace pour permettre l'exercice physique des truies et la séparation des aires de couchage et de défécation. Permettre aux truies de manger des fibres.
- › Elaborer et suivre un plan sanitaire incluant une description de la situation, un plan de prévention et de traitement spécifique à l'élevage comme par exemple un calendrier des vaccinations et des traitements contre les parasites intestinaux.

Comment éviter les problèmes de santé :

- › Contrôler la température ambiante pour qu'elle soit comprise dans la zone de confort thermique qui se situe entre 7 et 26 °C en lactation et, entre 12 et 31 °C en gestation pour des truies sur litière ayant une consommation alimentaire normale.
- › S'assurer que l'apport en eau est suffisant avec une vitesse d'écoulement de l'eau à l'abreuvoir de 2–3 litres par minute.
- › Adapter l'aliment et le niveau alimentaire aux besoins de lactation.
- › Examiner la truie pendant et après la mise bas et contrôler si possible sa température rectale. Traiter immédiatement en cas de fièvre ou de signe de syndrome MMA comme la mamelle dure, des porcelets maigres et/ou agités, des porcelets avec de nombreuses blessures sur la tête, la truie qui refuse de se lever et/ou ne mange plus, les fèces durs.

1.3. La ventilation, le chauffage, l'éclairage du bâtiment

Doivent garantir :

- la circulation d'air,
- le niveau de poussière,
- la température,
- l'humidité relative de l'air et la concentration de gaz restent dans des limites qui ne sont pas nuisibles pour les animaux.

1.3.1. Ventilation (référence : Flaba)

Le mieux en bio : ventilation naturelle (mais aussi parfois dynamique : voir p.6)

Poussée thermique (effet cheminée)

- a) Bâtiments fermés : Gradient de température → différence de masse volumique de l'air, de pression

Chaleur sensible dégagée par les animaux va monter dans la porcherie car masse volumique plus faible. Sort par le faîte du toit, et l'air froid va rentrer par les fenêtres → Établissement d'un circuit d'air ascensionnel

- b) Bâtiments à front ouvert : même si front ouvert, nécessaire d'avoir une ouverture sur la façade fermée si elle fait plus de 5 m >< condensation sous la toiture et pour renouvellement de l'air dans tout le bâtiment

- c) Conception d'une cheminée bien isolée, de section entre 0.25 et 1 m², devant être éloignée le plus possible des entrées d'air et des portes

Effet du vent (poussée du vent)

Parois où le vent arrive en surpression, air entre dans le bâtiment et si ouverture au côté opposé du bâtiment, flux d'air : entrée d'air chaud, sortie d'air frais (! direction du vent change en permanence et vent ne souffle pas tout le temps → créer des entrées d'air suffisamment spacieuses

Très souvent, poussée thermique et effet du vent combinés. Dès que la vitesse du vent dépasse 1m/s, l'effet du vent domine l'effet cheminé. Du coup, on ne prend souvent en compte que les paramètres de la poussée du vent pour définir les caractéristiques, l'orientation et la localisation des porcheries.

Double problème : créer un débit d'air suffisant en absence de vent tout en limitant fortement la vitesse de l'air entrant, surtout quand l'effet du vent est dominant

➔ Ouvertures de grandes superficie mais avec brise-vent

! Pour orienter les bâtiments ouverts, semi-ouverts, prendre en compte la direction des vents et l'ensoleillement pour orienter le bâtiment.

Différents types d'entrées d'air frais (dans parties supérieures des parois)

- 1) Bandeau translucide fixe ou modifié (polyester à fibres de verre ; PVC ;...)
- 2) Bandeau translucide pivotant
- 3) Clapets réglables
- 4) Entrées guidant l'air le long de la toiture (plaque d'isolant le long du toit)

- 5) Fenêtres
- 6) Rideaux
- 7) Bardages ajourés
- 8) Filets brise-vent
- 9) Films en plastique tissé destinés à remplacer les parois en dur (USA)

Différents types de sorties d'air vicié

- 1) Faîtière ouverte (couverte)
- 2) Coupole de ventilation
- 3) Les toitures en écailles et ajourées
- 4) La cheminée

1.3.2. Chauffage (compartiments de mise-bas et de post sevrage principalement)

➔ Système de chauffage localisé

- 1) Chauffage par le sol, à l'eau chaude ou à câbles chauffants
- 2) Lampes infrarouges
- 3) Émetteurs infrarouges radiants électriques
- 4) Panneaux radiants basse température

Si bâtiment « plein air », chauffage radiant réglable de 240 à 830 W (pour 9 truies ou 28 porcelets).

Stress thermique

T° élevée : problème pour truies allaitantes (grandes consommation et activité métabolique) ➔ Zones d'ombre, arrosage

T° basse : problème pour truies en gestation ➔ Éviter courants d'air, exposition vents dominants, mettre de la paille

1.3.3. Eclairage

Le bâtiment doit disposer **d'un éclairage naturel** abondant.

Les porcs sont des animaux actifs de jour, c'est pourquoi les porcheries doivent être éclairées par la lumière du jour. Les niches ou les zones de retrait peuvent être un peu plus sombres. Certains pays exigent 80 lux respectivement des fenêtres d'une surface égale à au moins 3 % de la surface au sol. La réglementation européenne impose un minimum de 40 lux pour l'éclairage.

1.4. Densité de peuplement des bâtiments

- garantit le confort et le bien-être des animaux,
- prend en compte des besoins spécifiques de l'espèce, qui dépendent, notamment, de l'espèce, de la race et de l'âge des animaux.
- tient compte des besoins comportementaux des animaux, qui dépendent notamment de la taille du groupe et du sexe des animaux,
- met à disposition une surface suffisante pour permettre aux animaux de se tenir debout naturellement, de se coucher aisément, de se tourner, de faire leur toilette, d'adopter

toutes les positions naturelles et d'effectuer tous leurs mouvements naturels, tels que l'étirement.

Hygiène : Nettoyage et désinfection : >< parasites estomac, intestins.

Vide sanitaire

Truies avant mise-bas : Douche eau chaude-brosse si transfert en bâtiment

Si plein-air, déplacer cabanes entre deux bandes de mise bas

2. Trois types globaux de logement de porcs bio

Peu importe le système de logement choisi : accès aisé à :

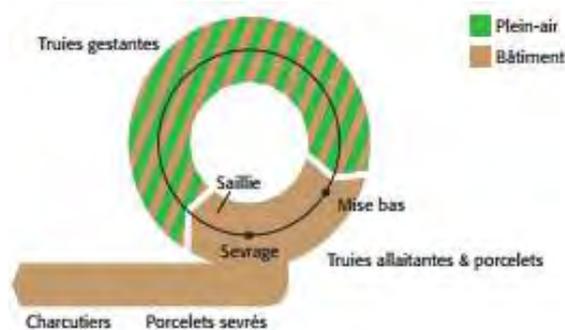
- l'alimentation et à la distribution d'eau ;
- une aire d'exercice ;
- la possibilité de fouir pour les porcs

2.1. Elevage en bâtiment (s10)

Porcs logés principalement à l'intérieur, accès à une courette extérieure bétonnée.

Bâtiment : soit ventilation dynamique (voir Flaba), soit bâtiment ouvert sur le devant.

Il faut séparer les zones de repos, de déjections et d'activité >< problèmes de santé, pertes économiques et travail supplémentaire.



Avantages :

- Adapté pour les situations climatiques extrêmes (neige, hivers longs et rudes).
- Besoins modérés en surface de terre.
- Surveillance des animaux facilitée.
- Peu d'impact environnemental des déjections si elles sont bien gérées.

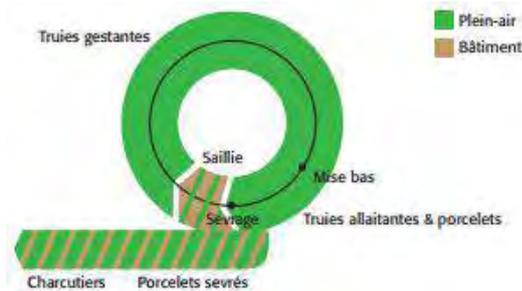
Inconvénients :

- Coûts de construction et coûts énergétiques élevés.
- Moins bonne image de la production biologique vis-à-vis des consommateurs.
- Limite l'expression naturelle des comportements.
- La densité plus élevée des animaux accroît les risques de maladie.
- Moins de flexibilité de la production concernant le nombre de truies et de porcs charcutiers.
- Nécessite plus d'équipements techniques.
- Nécessite plus de vigilance pour le contrôle de l'hygiène à cause du logement d'animaux d'âges différents.
- Nécessité d'un éclairage artificiel pour les truies en plus de la présence de fenêtres.
- Une supplémentation en fer par voie orale ou par injection est nécessaire peu après la naissance pour éviter l'anémie des porcelets.

2.2. Elevage en plein-air

Porcs toute l'année dehors avec cabanes ;

- Truies allaitantes et porcelets : dehors toute l'année
- Truies gestantes : 150 jours de pâture par an minimum
- Porcelets sevrés et porcs à l'engrais : bâtiments + courette extérieure en béton (parfois, porcelets après sevrage restent encore sur prairies jusque 30 à 85 kg >> les problèmes de diarrhée).



Principales difficultés : rotations des prairies des porcs pour assurer un bon couvert végétal, maintien de la biosécurité, identifier et traiter les problèmes sanitaires, organiser le travail.

Avantages :

- Peu ou pas de coût de construction.
- Bonne image vis-à-vis des consommateurs.
- L'espace disponible et la diversité du milieu favorisent l'expression de comportements variés.
- La faible densité d'animaux et la bonne qualité de l'air sont favorables à la santé.
- Accès à la lumière naturelle.
- Utilisation efficace des déjections si les porcs sont inclus dans la rotation culturale et si les cabanes et les zones d'alimentation sont déplacés régulièrement. Cela optimise la captation des fertilisants par les plantes et réduit le risque de perte d'éléments minéraux.
- La végétation et le sol fournissent aux animaux des vitamines et des minéraux.
- Les porcelets trouvent généralement suffisamment de fer dans le sol pour éviter l'anémie.

Inconvénients :

- Si la densité d'animaux est forte en plein-air (15 truies par ha), le risque est élevé que les déjections soient en excès et qu'il y ait lessivage des nitrates ou ruissellement des phosphates.
- Le travail avec les animaux peut devenir difficile s'il pleut beaucoup ou s'il fait très froid.
- Un contrôle poussé du parasitisme est nécessaire.
- Réduction de la biosécurité, contact avec la faune sauvage et le sol qui peuvent transmettre des maladies ou des parasites.
- Difficile d'identifier et de traiter les animaux malades.
- Difficile de surveiller les mises bas et d'intervenir sur les animaux.
- Les jeunes porcelets peuvent faire l'objet de prédation par les corbeaux, renards et même blaireaux.

Comment garder un bon couvert végétal avec une faible pression parasitaire quand les truies sont en plein-air ?

La santé et le bien-être des truies en plein-air dépendent fortement de l'état du sol. Celui-ci varie avec la nature du sol, la pluviométrie, la densité d'animaux et la conduite des rotations.

Le pâturage par les truies rend difficile le maintien d'un bon couvert végétal si bien qu'un sol mouillé et boueux est fréquent en hiver. Une densité élevée d'animaux avec une rotation fréquente favorise la dégradation sévère des prairies et rend difficile la reprise de la végétation au prin-

temps. Une densité plus faible avec une rotation moins fréquente est meilleure pour le sol mais favorise le développement des parasites.

L'influence de la conduite des prairies sur le parasitisme est compliquée du fait de l'existence de microenvironnements. Par exemple, un bon couvert végétal favorise la survie des larves infectantes de nombreux parasites (par ex. *Oesophagostomum* spp. ou *Hyostromylus rubidus*).

Performances d'élevages conventionnels en bâtiment et en plein-air au Royaume-Uni (BEPX, 2008)

	Plein-air	Bâtiment
Mortalité des truies (%)	3.1	3.9
Taux de renouvellement (%)	45.8	47.7
Taux de fécondation (%)	82.2	81.6
Portées par truie et an	2.19	2.25
Nés vifs par portée	10.9	11.4
Mort-nés par portée	0.5	0.6
Mortalité des porcelets né-vivants (%)	12.3	13.0
Porcs sevrés par truie et an	20.9	22.4

La conduite en plein-air peut conduire à une légère amélioration de la santé, comme le reflètent les chiffres sur la mortalité et le renouvellement, mais aussi à des performances de reproduction plus faibles, comme le montrent le nombre de portées par truie et an et la taille des portées bien qu'il n'y ait pas d'impact sur le taux de fécondation. Les problèmes à la mise bas et les troubles post-partum peuvent être légèrement réduits, comme le montrent la réduction des mort-nés et de la mortalité en lactation, bien que ces résultats puissent aussi être interprétés comme la conséquence de la réduction de la taille de la portée à la naissance.

Environnement boueux : < mauvais drainage, ! parasitisme !

- ➔ mettre beaucoup de paille à l'entrée des cabanes pour les sécher, augmenter le couvert végétal
- ➔ Rotation avec des temps de repos pendant lesquels les parcs sont inoccupés prévue entre les différents parcs pour permettre la régénération du couvert végétal (avec réensemencement si nécessaire) et l'assainissement parasitaire du sol (avec épandage de chaux si nécessaire).

Prédateurs : protéger nourriture, volets aux cabanes, grillage, chien

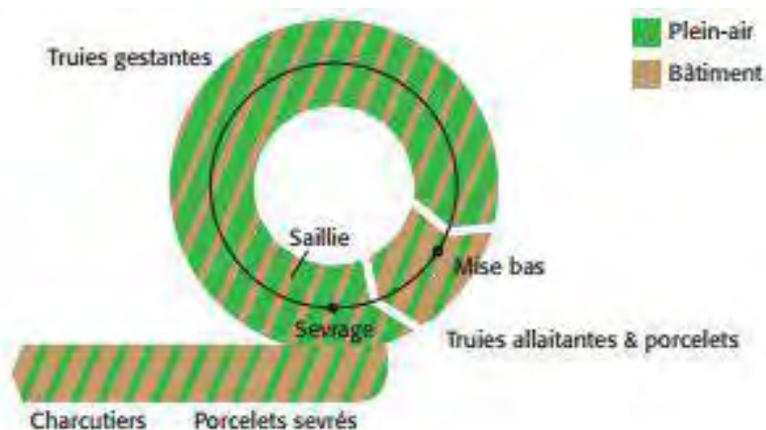
2.3. Système mixte

Combinaison bâtiment-plein-air.

Parfois, truies en loge individuelle en bâtiment pendant la mise-bas et les 10 jours après puis regroupées soit en bâtiment, soit en plein-air (+cabanes).

Porcelets sevrés + porcs charcutiers : en groupe, en bâtiment avec courette extérieure bétonnée. En été, soit en prairies + cabanes ou bâtiment + accès prairie.

Quand mises bas en prairie, souvent, une cabane avec paille par truie.



Avantages :

- › La mise bas en bâtiment facilite la surveillance de la truie autour de la mise bas et des porcelets nouveau-nés.
- › En transférant les truies et les porcelets dans les 10 jours suivant la mise bas dans un parc en plein-air, la truie a accès à un environnement plus riche et plus frais qui stimule sa consommation alimentaire à un moment où la production laitière augmente.
- › Quand les porcs sont logés en chalet en été, cela permet de faire un bon nettoyage de la porcherie et de faire un vide sanitaire durant plusieurs semaines.

Les truies gestantes sont bien adaptées au plein-air.

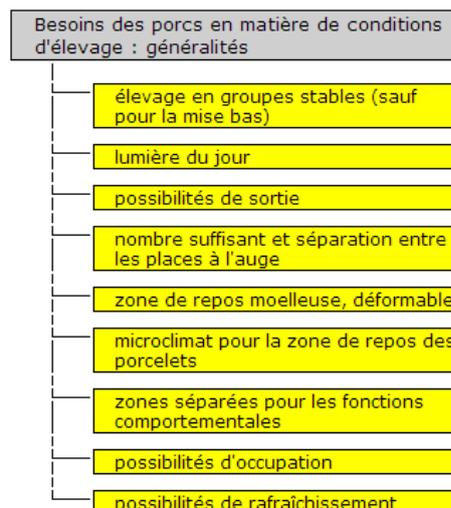
Inconvénients :

- › Transférer les truies gestantes du plein-air dans une maternité en bâtiment peut créer un stress thermique.
- › Quand les truies allaitantes sont en groupes, des systèmes d'alimentation mobiles sont nécessaires pour permettre une alimentation individuelle.
- › La mise en groupes des truies pendant la lactation peut être à l'origine d'une baisse de la production laitière et de venues en chaleur.

En agriculture biologique, on ne peut utiliser des médicaments sur les animaux de manière préventive. Du coup, pour maintenir la bonne santé des porcs (~environnement, parasites, maladies infectieuses), il faut adapter leur conduite et l'environnement à leurs besoins (+ observer préventivement,...).

- ➔ Contrôler le microclimat autour de la période néonatale !!! (Période après mise-bas! Ecoulements vulvaires, actynomycose du pis ou métrite-mammite-agalactie / >< asphyxie des porcelets avec enveloppes placentaires / Pour mettre les porcelets sous lampe chauffante et sûrs que colostrum
Intervenir si nécessaire contre mise-bas prolongée)
- ➔ Prévenir les risques de parasitisme et de maladies infectieuses
- ➔ Sélection des génotypes ! (taille de portées appropriée).

3. Bâtiment type d'élevage de porcs bio bien-être (s8 + certisys)



- a) Les porcs sont des animaux qui vivent en compagnie et qui montrent un **comportement social** très développé. Il faut les garder en groupes. En maintenant

une composition stable du groupe, il est possible d'éviter le stress lié à des conflits hiérarchiques.

Truies gestantes : parcs collectifs

Truies en fin de gestation, à la mise-bas et allaitantes + portées : peuvent être isolées à l'intérieur pendant maximum 28 jours en parc individuel de 7.5 m² contenant une aire extérieure d'au moins 2.5 m². Idéalement, les porcelets peuvent circuler d'un parc à l'autre.

Les truies sont toujours libres (sauf parfois autour mise-bas, cage de contention).

Verrat : isolé

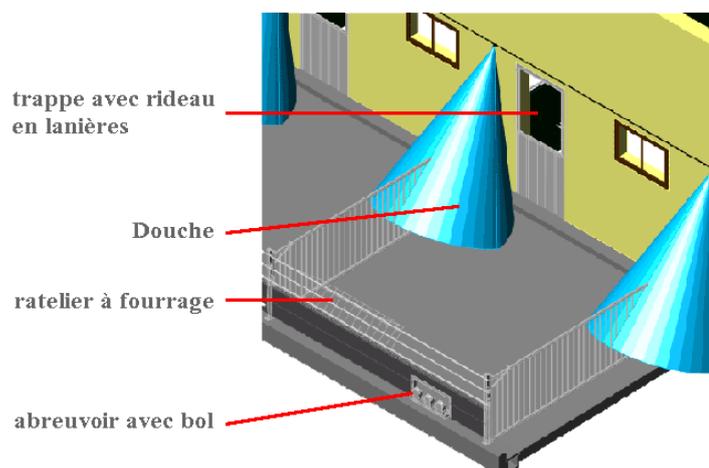
b) Pouvoir bouger aussi librement que possible, sans restriction, a une grande importance pour le bien-être de l'animal et pour diverses fonctions physiologiques de son corps. Le **pâturage** permet tout cela. En particulier pour des truies non gestantes et gestantes le pâturage est une alternative qui peut couvrir une part de l'alimentation.

c) Les porcs défèquent et urinent souvent à la fin des phases de repos. Les **zones de déjection** sont placées entre autre de manière préférentielle à proximité des lieux d'abreuvement, et aussi loin que possible des zones de repos. Ils utilisent aussi volontiers la zone en limite de la case voisine pour y déféquer.

Pour servir de **zone d'activité**, un parcours en plein air vient au-devant des besoins des porcs, offre de l'espace pour les comportements de locomotion et d'exploration. Il fournit des stimulations climatiques (soleil, rayons UV) et de l'air frais. Il est facile à tenir propre. Avec un aménagement approprié, les animaux défèquent au niveau du parcours, ce qui facilite le travail (nettoyage mécanisé) et améliore l'ambiance dans le bâtiment.

En plus ou à la place d'un parcours stabilisé les porcs peuvent bénéficier d'un accès au pâturage.

Zone d'activité - Accès à une courette



d) Les élevages respectueux des animaux proposent des **possibilités d'occupation** qui permettent aux animaux d'exprimer de manière aussi continue que possible des comportements importants de recherche de nourriture et d'exploration (fouir, manipuler, mâcher).

Des porcs à l'engraissement ayant des possibilités d'occupation appropriées ont de meilleurs gains de poids, et les truies montrent moins d'anomalies du comportement tel que mâcher à vide, que des animaux sans possibilité de s'occuper.



- e) **Bauges de terre et de boues** : idéal pour le rafraîchissement et la protection contre les coups de soleil. Il faut nettoyer les bauges régulièrement.



3.1. Truies non gestantes et gestantes



Besoins des truies vides et gestantes :

logement en groupe

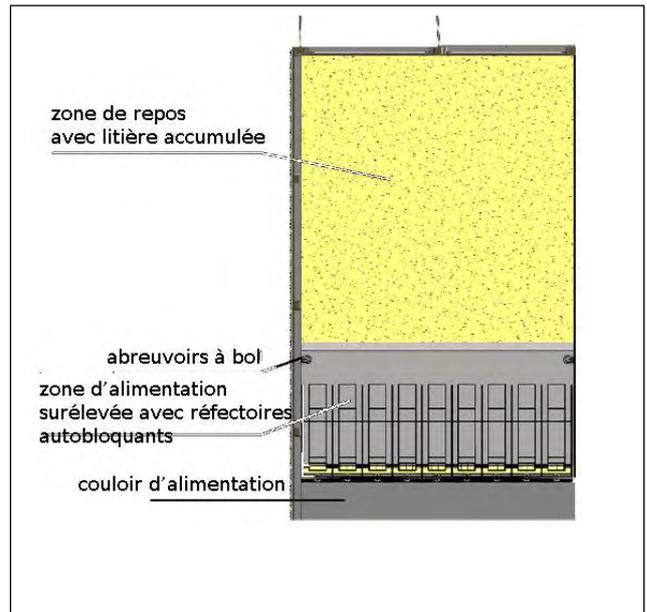
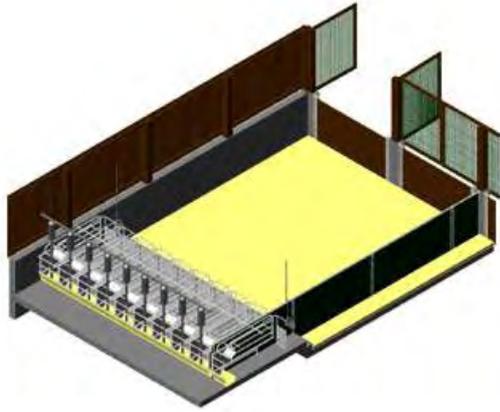
rapport 1 : 1 du nombre d'animaux et des places à l'auge

séparation entre zone de repos et zone de déjection

possibilité de sortie en plein air

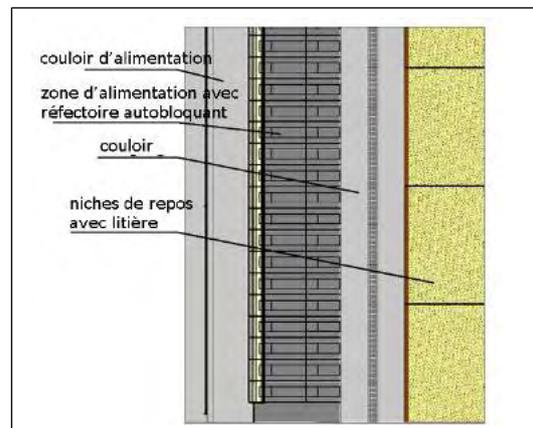
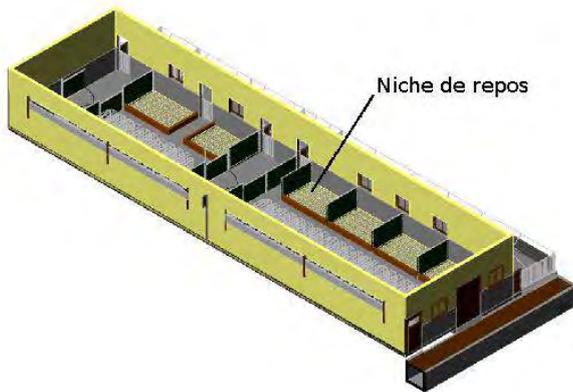
si possible, pâturage

3.1.1. Litière accumulée avec zone d'alimentation surélevée



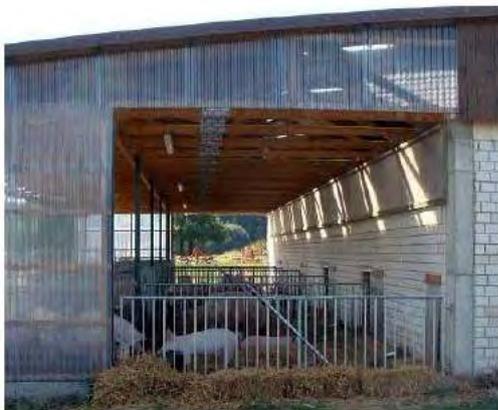
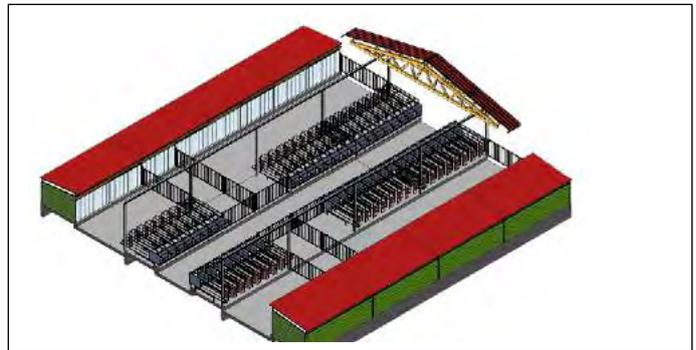
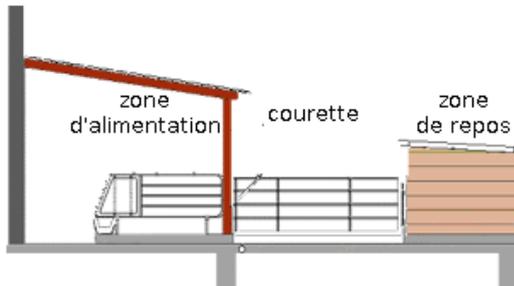
3.1.2. Case à plusieurs zones avec niches de repos

Zone d'alimentation bien séparée de la zone de repos et de déjection (subdivision au niveau de la construction). Niches économes en paille.



3.1.3. Construction en parties séparées

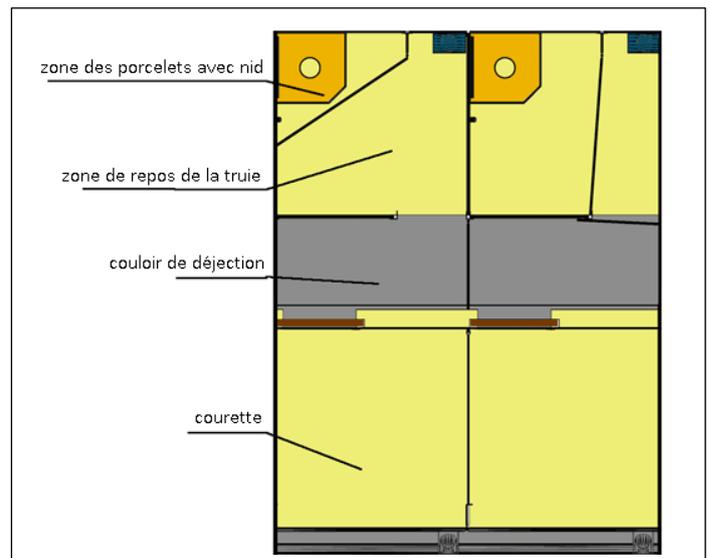
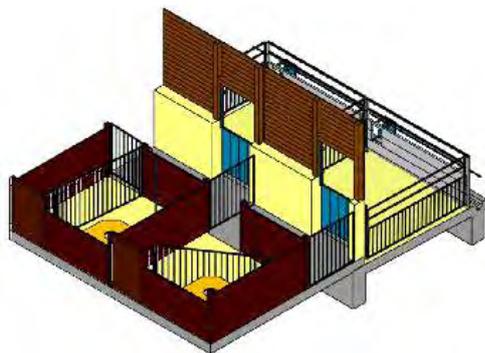
Zone d'activité entre la zone de repos et la zone d'alimentation.



3.2. Truies allaitantes : cases individuelles

3.2.1. Cases de mise-bas Heku

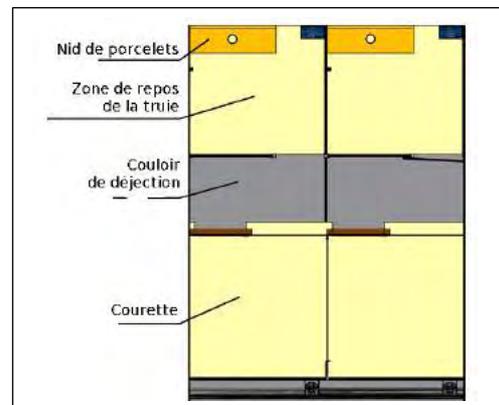
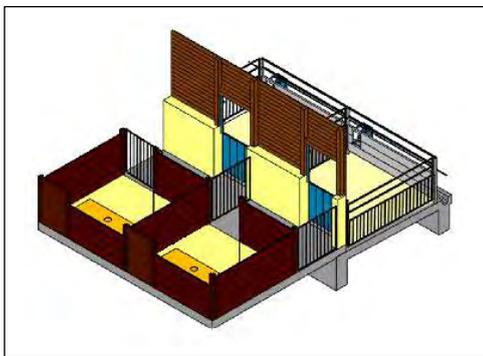
Barrière pivotante pouvant immobiliser momentanément la truie ou en position normale, peut faire la délimitation du nid des porcelets. Séparation zones de repos-activités- déjection.





3.2.2. Cases de mise-bas FAT2

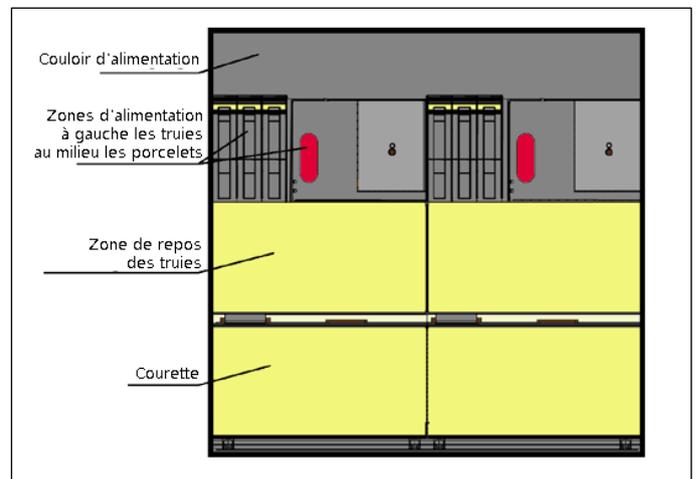
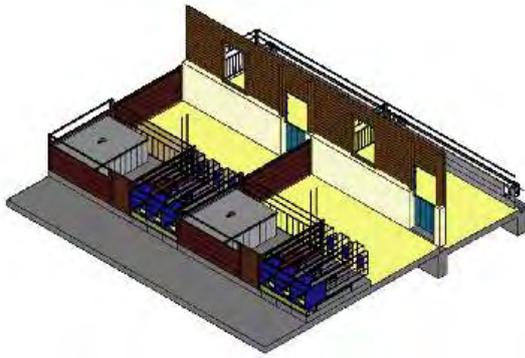
Zone de repos et zone de déjection sont séparées par une demi-paroi de case. Une fixation de la truie n'est pas possible dans cette case.



3.3. Truies allaitantes en groupe, en combinaison avec une case individuelle

Cases BAT d'allaitement en groupe

A partir du 14ème jour d'âge des porcelets, les truies passent des cases de mise bas individuelles dans les cases d'allaitement en groupe.



3.4. Environnement des porcelets

Nid à porcelets isolé et avec lampe chauffante, tapis, beaucoup de paille (surtout si sol non isolé)

3.5. Porcelets sevrés

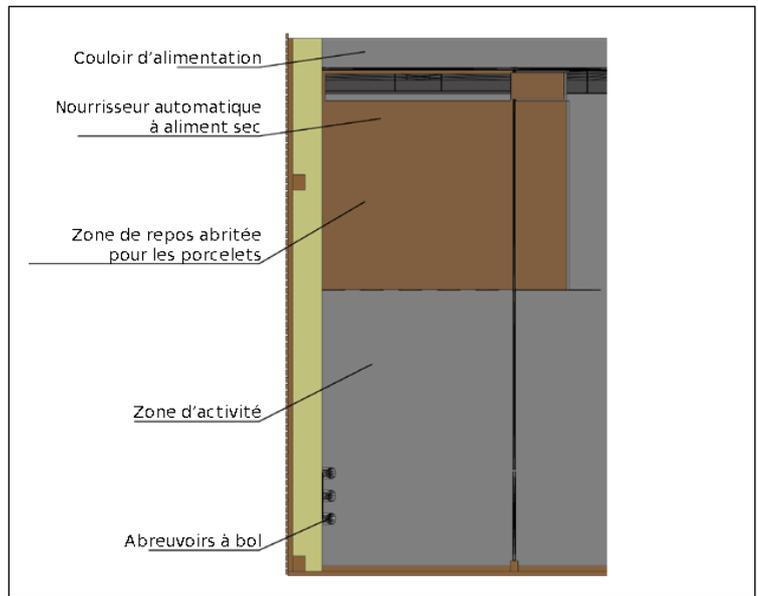
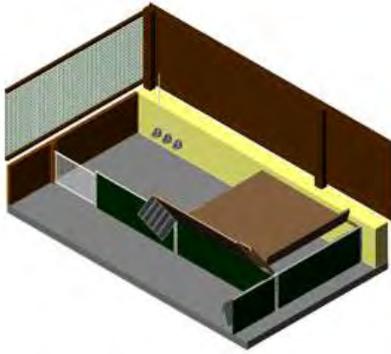
Stress : séparation de la mère, plus de lait, arrivée de nouveaux porcelets inconnus

- › Le nombre et la conception des cases doivent permettre une conduite en tout plein-tout vide.
- › Offrir une aire de couchage chaude et bien isolée.
- › Plus l'espace disponible est important, moins il y a d'agressions entre porcelets et donc de stress. Cela permet aussi de favoriser l'activité physique et de diminuer la pression microbienne.
- › Aménager une niche bien pourvue en litière, à l'abri des courants d'air et le plus loin possible de l'aire de déjection.

- › Laisser les porcelets 48 heures dans la zone d'allaitement en déplaçant la truie. Cela évite de cumuler tous les facteurs de stress.
- › Si possible laisser les porcelets par portée. Mettre les porcelets très petits/faibles dans une autre case. En situation de compétition, ces porcelets ont un accès limité à l'eau, à l'aliment et à la niche ce qui augmente leur sensibilité aux maladies et donc le risque d'un problème sanitaire qui va ensuite s'étendre à tous.

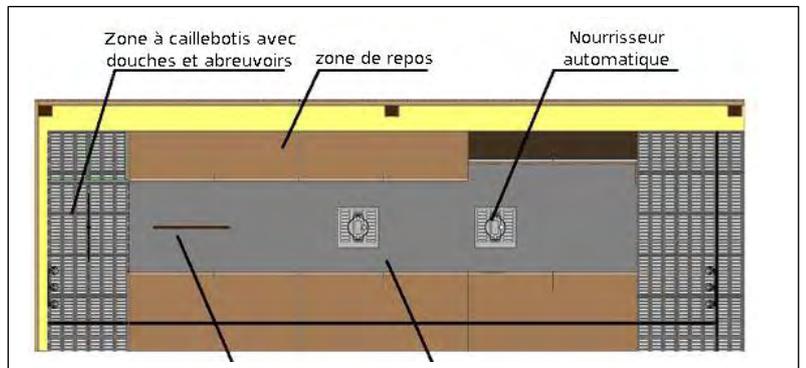
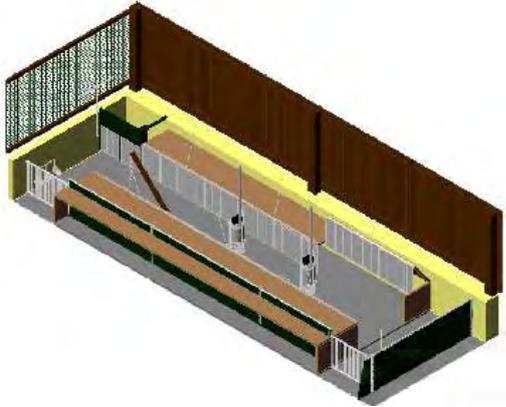
3.5.1. Case Koomans

En hiver, la niche est équipée de lamelles brise-vent pour y maintenir des t° optimales pour les porcelets. Bien adapté pour les bâtiments semi-ouverts.



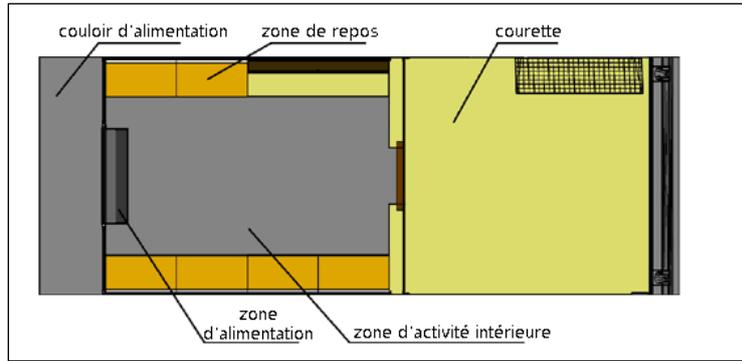
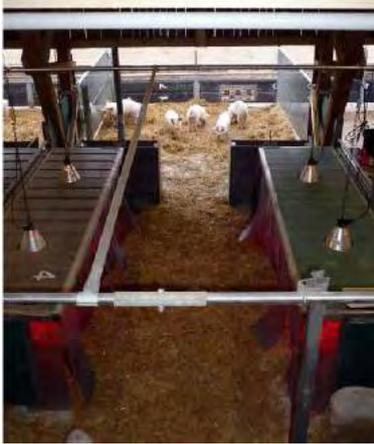
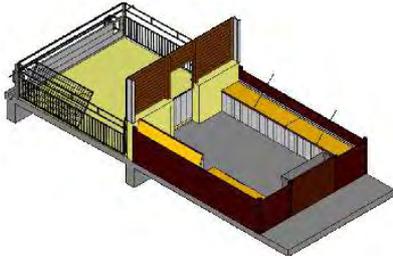
3.5.2. Système de Nürtingen

Niches construites de façon à ce que en position couchée, il n'y ait que le groin qui regarde vers l'extérieur à travers le rideau à lamelles.



3.5.3. Cases de post-sevrage à trois zones

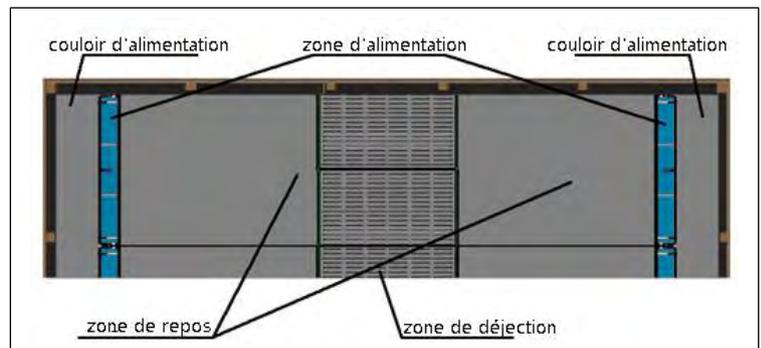
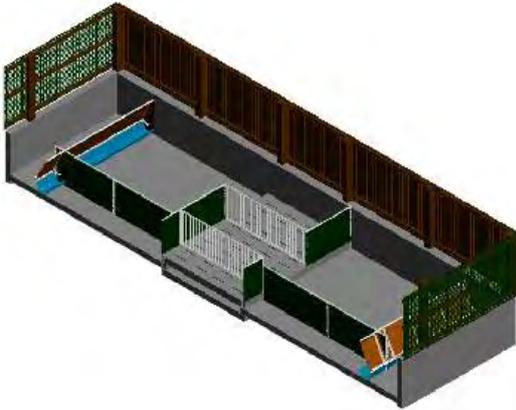
Zone d'activité : à l'intérieur + courette



3.6. Porcs à l'engraissement

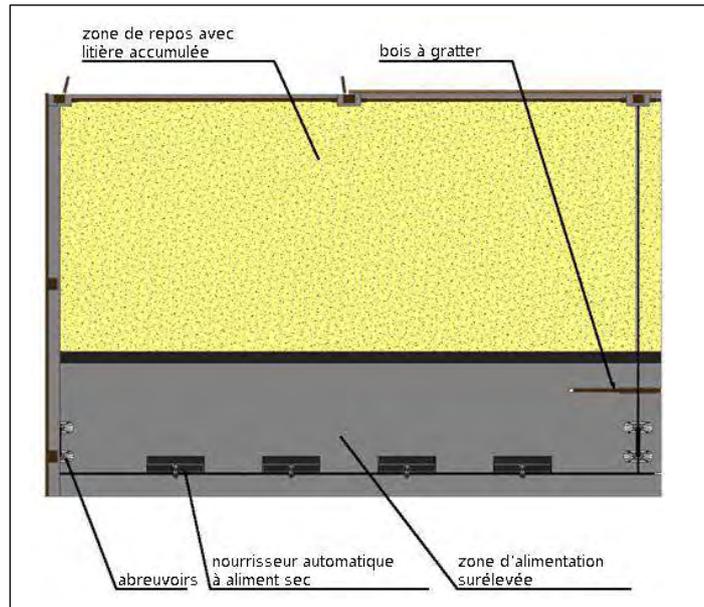
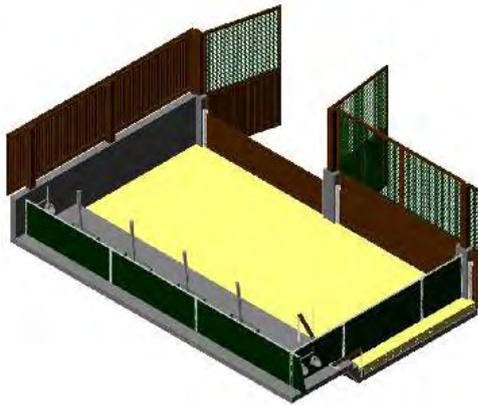
3.6.1. Cases danoises

En deux zones. Alimentation dans la zone de repos pourvue de litière.



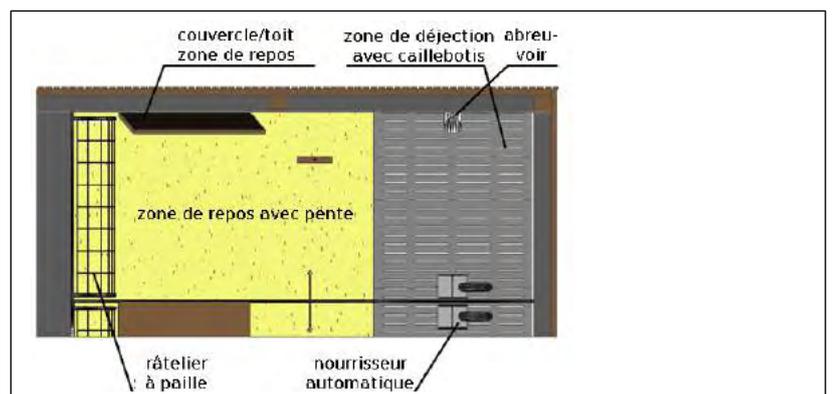
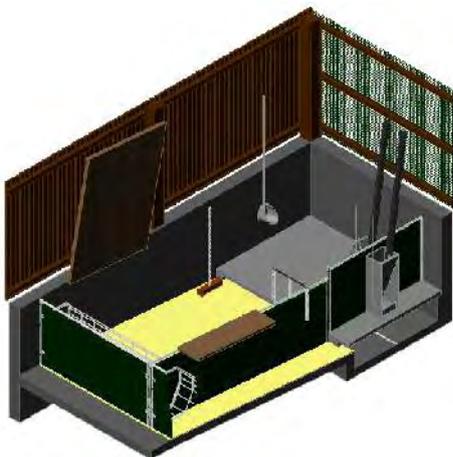
3.6.2. Cases à deux zones à litière accumulée

Zone où litière = zone de repos et de déjections. Zone d'alimentation surélevée. Litière accumulée émet beaucoup de chaleur.



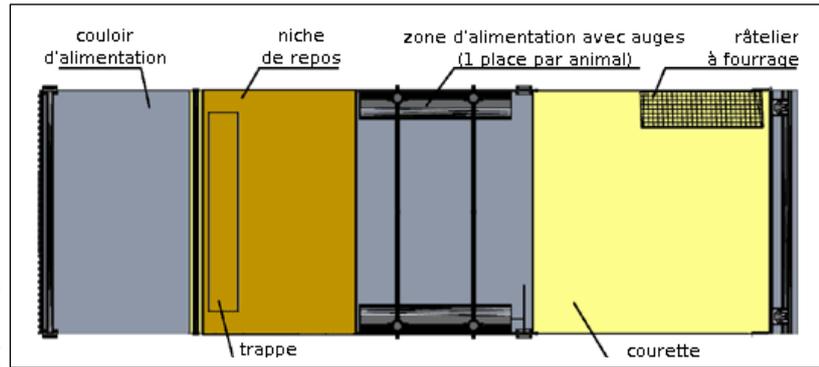
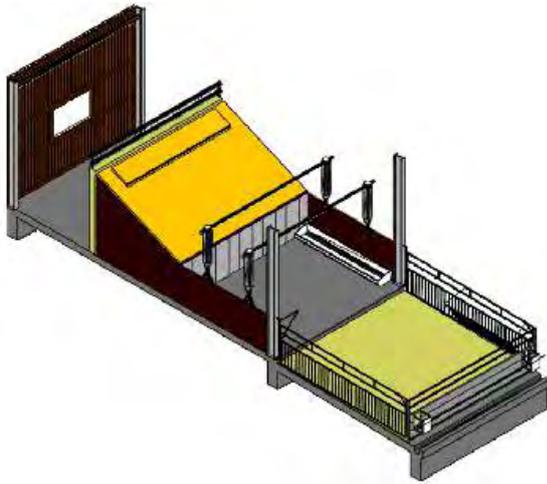
3.6.3. Porcherie en pente (économe en paille)

Zone de repos : pente de 8 à 10% vers la zone de déjections. Ce sont les animaux qui tirent la paille d'un râtelier. Déjections au dessus d'un caillebotis.

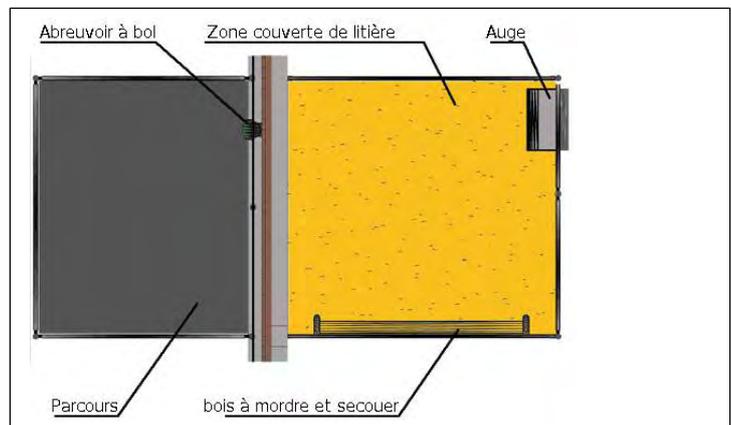
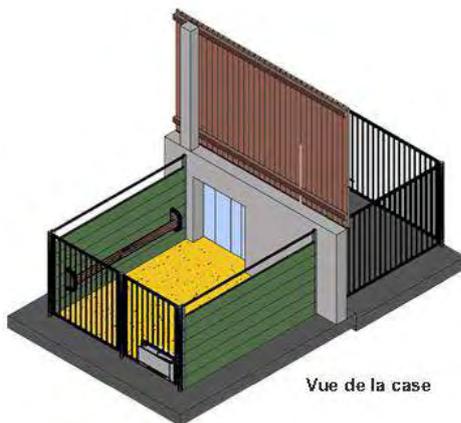


3.6.4. Porcherie BAT à niches

Pour élever jusqu'à 15 porcs charcutier par case. Zones : alimentation, repos, activité.



3.7. Verrat : case à verrat avec courette



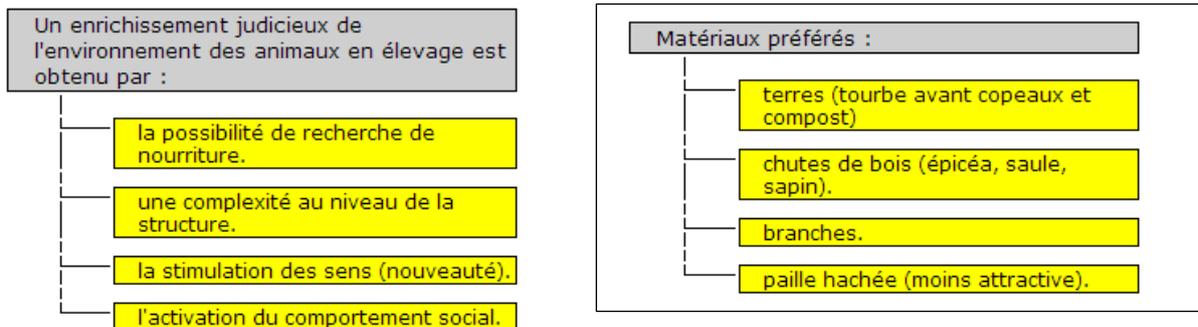
4. Techniques d'enrichissement pour le bien-être des porcs (s5)

Les études scientifiques montrent que le **fouissement** et la **manipulation** de matériaux sont des activités essentielles au bien-être des porcs. Ils sont extrêmement curieux et en milieu naturel, cela leur permet d'expérimenter une variété de ressources potentiellement comestibles au sein d'environnements complexes en mutation. Les études montrent qu'en milieu naturel, les porcs consacrent **75 % de la journée** à des activités de type fouissement, recherche de nourriture et exploration.

Lorsqu'aucun matériau de manipulation n'est disponible, les porcs sont susceptibles de porter leur attention sur les autres porcs dans le même compartiment (par ex. morsure de la queue ou des oreilles).

La législation européenne stipule que les porcs « doivent avoir un accès permanent à une quantité suffisante de matériaux permettant des activités de recherche et de manipulation suffisantes, tels que la paille, le foin, le bois, la sciure de bois, le compost de champignons, la tourbe ou un mélange de ces matériaux...»

Les matériaux qui suscitent le plus l'intérêt des porcs sont les matériaux **destructibles, déformables, consommables, faciles à mâcher et odorants**. Les matériaux d'enrichissement ne doivent pas être couverts d'excréments.



4.1. Enrichissement de l'environnement

Les matériaux comestibles ou possédants une valeur nutritionnelle représentent les matériaux les plus enrichissants.

Afin de toujours susciter l'intérêt des porcs et de maintenir une certaine variété, il est d'usage :

- d'utiliser deux types d'enrichissement ou plus à un moment donné
- d'introduire de nouveaux matériaux de temps à autre, car les porcs se lassent vite (parfois au bout d'un ou deux jours) des matériaux les moins efficaces.

Si le matériau d'enrichissement est fourni en quantités trop modestes, il peut disparaître rapidement au point qu'il n'en reste pas assez avant qu'il ne soit renouvelé. Les porcs ne s'y intéresseront plus et dirigeront alors peut-être leur attention vers leurs compagnons de compartiment.

4.1.1. Litière épaisse de paille = the best, distributeur de paille longue, botte de paille

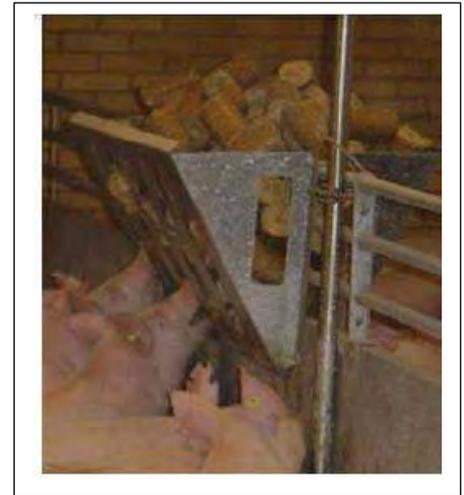
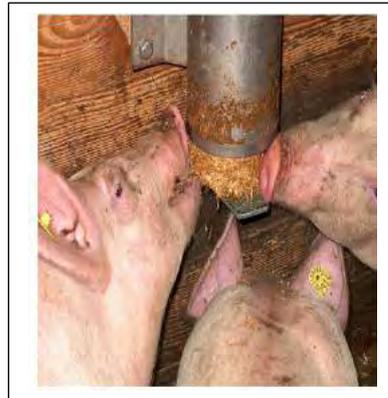
Elle doit être régulièrement renouvelée avec de la paille fraîche pour continuer à susciter l'intérêt des porcs. Utiliser des quantités de matériau frais même réduites peut s'avérer efficace pour susciter à nouveau l'intérêt.

La paille peut également jouer un rôle en termes de confort, de chaleur et de supplément alimentaire.

☺ : Porcs qui reçoivent chaque jour de la paille fraîche dans leur compartiment une fois qu'ils ont dégrossi les ballots de paille.



Des blocs ou buches de paille comprimés et des paniers métalliques suspendus remplis de paille que les porcs peuvent fouiller et tirer peuvent également être utiles, même s'ils ne sont pas aussi efficaces qu'une litière épaisse.



NB : pays chauds : la paille ne permet pas aux porcs de se rafraichir → elle ne doit pas recouvrir intégralement le sol, et les porcs doivent avoir accès à de l'eau pour s'y vautrer et se rafraîchir. Les porcs en pays chauds sont souvent logés dans des bâtiments à pans ouverts munis de rideaux.



4.1.2. Des litières épaisses de bois pulvérisé, de balles de riz ou de coques d'arachides

Autres matériaux fibreux consommables pouvant également permettre de susciter un intérêt soutenu et un fouissement actif.

4.1.3. Les mangeoires contenant du compost de champignons usagé

Les porcs peuvent libérer des particules de compost en reniflant sous la grille de métal de la mangeoire suspendue, en position debout ou assise.

4.1.4. Autres matériaux d'enrichissement

a) Le bois (il doit s'agir de bois tendre car les bois durs sont difficiles à mâcher ou déformer ; bûches, branches)

b) Écorces

4.2. Enrichissement alimentaire

Occuper les porcs au-delà de l'endroit où la nourriture est proposée ou en dehors des repas (de façon à l'occuper plus longtemps).

4.2.1. Portion d'une ration quotidienne

→ Mélangée à de la paille fraîche tous les jours

→ Dans un bol alimentaire d'Édimbourg (conçu pour libérer des petites quantités de nourriture en guise de récompense lors d'un fouissement) ou sous forme d'un jouet.

4.2.2. Maïs ensilage : bien pour l'exploration, nourrissant, varié

4.2.3. Autres aliments à ajouter

→ **Herbe**: coupée, blocs d'herbe minéraux, tourbe, ensilage

→ **Aliments solides**: fruits, légumes (betterave, navet,...), pierres à lécher

Des études scientifiques montrent que les chaînes en métal, bâtons à mâcher, balles et les pneus automobiles sont inefficaces et perdent rapidement leur caractère de nouveauté. Ils peuvent être utilisés en plus des matériaux destructibles favorisant le fouissement, mais ne peut pas s'y substituer.

5. Bâtiments alternatifs d'élevage de porcs

5.1. Structures cerceaux en toile de plastique tissée



Ces structures cerceaux en toile de plastique tissée, très utilisées aux Etats-Unis et au Canada, jouent exactement le même rôle qu'un bâtiment d'élevage. Elles protègent des vents extrêmes et résistent à la neige.

De par l'aération, il n'y a pas d'odeurs et beaucoup moins de stress et de problèmes de santé pour les porcs et les employés. La performance des porcs est excellente, même à des températures climatiques extrêmes. Les conditions sont idéales pour le bien-être des porcs.

Possibilité de fermer la structure partiellement ou totalement sur ses deux extrémités.



5.2. Bâtiment à parois végétalisée et toit en culture d'algues

Les parois végétalisées serviraient d'isolant (frais en été, chaleur en hiver), et l'eau drainée pourrait éventuellement être récupérée pour abreuver les porcs. Des cultures de légumes pourraient également être réalisées sur les façades, permettant d'enrichir l'alimentation des porcs (bettraves, navets,...).

Toit en culture d'algues : en Autriche et en Allemagne.

Panneaux de verre **isolants** contenant des microalgues en culture, qui sont alimentées en continu avec des nutriments liquides et du dioxyde de carbone via un circuit d'eau indépendant, et qui avec la lumière, vont réaliser la photosynthèse → **chaleur** produite va

servir à chauffer le bâtiment et chauffer l'eau. Un stock de chaleur peut également être réalisé en été pour chauffer l'hiver.

En outre, les algues mortes peuvent être récupérées car sont de très bons **additifs alimentaires** (minéraux).



Cout ? Entretien ? Durée de vie ?

5.3. Porcherie écologique chasse d'eau-lombriculture-lagune-bassin filtrant



Recyclage des eaux de chasse contenant le lisier :

Chasse d'eau pour évacuer le lisier → lisier récolté déversé sur la lombriculture (sait réutiliser plus de lisier qu'un sol normal) → eau récupérée de la lombriculture : toujours trop riche en nutriments → lagunage avec plantes aquatiques (qu'au printemps) sachant absorber de grandes quantités de nutriments (nitrates phosphates + métaux) + bassins filtrants

- Plantes aquatiques = engrais après compostage, complément alimentaire pour les porcs, agro-carburants
- Eau recyclée = nouvelle chasse
- Lombriculture : production de compost

Références bibliographiques

S1: <http://biomassmagazine.com/articles/9341/real-green-heat>

S2: <http://pourunmondedurable.blogspot.be/2013/10/un-immeuble-chauffe-par-les-algues.html>

(Parois bâtiments culture d'algues)

S3 : [http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/17014/\\$File/Reglementation%20porcs.pdf?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/17014/$File/Reglementation%20porcs.pdf?OpenElement)

(Réglementation porcine en agriculture biologique, Agricultures et territoires, Chambres de l'Agriculture, décembre 2011)

S4 : <http://videotheque.cnrs.fr/video.php?urlaction=visualisation&method=QT&action=visu&id=3562&type=grandPublic>

(Porcherie écologique lombriculture chasse d'eau)

S5: <http://www.ciwf.fr/media/29211/ciwf-france-techniques-enrichissement-porcs.pdf>

(Techniques d'enrichissement pour les porcs (CIWF France))

S6: <http://farmtek.wordpress.com/2012/03/20/pure-county-pork-hog-housing/>

(Bâtiment cerceaux toile plastique tissé)

S7: http://www.fpw.be/download/cahiersdescharges/cc/FPW_CC_PorcBio.pdf

(Règlementation sur les produits biologiques, Spéculation porcine (CRA, FPW, région wallonne)

S8: http://www.ign-nutztierhaltung.ch/schweinehaltung/fehler/fehler_9.php

(Elevage de porcs conforme aux besoins de l'espèce, IGN Internationale Gesellschaft für Nutzlerhaltung)

S9 : Bâtiments d'élevage, Flaba

S10 : La production biologique de porcs en Europe ; Gestion de la santé des porcs dans les élevages de production, Guide technique, FIBL, INRA, IBB, interbio, 2011

S11 : Certisys

Les effluents d'élevage de porcs et les différentes nuisances liées aux exploitations porcines et alternatives

I. Les effluents d'élevage

- 1) Législation concernant l'épandage des effluents d'élevage porcin (Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture) (PGDA).....p1
- 2) Spécificités des déjections porcines.....p3

II. Les nuisances et alternatives

A. Nuisances liées aux effluents

1. Nuisances olfactives des effluents.....p3

1.1.Généralités.....p3

1.2.Cause principale : l'ammoniac.....p5

1.3.Alternatives et solutions au bâtiment contre les odeurs.....p5

COMBATTRE les odeurs

1.3.1. Plaque en polyuréthane avec mélange complexe d'essences végétales et d'agents gélifiants.....p5

1.3.2. Système de diffusion sèche.....p5

1.3.3. Lavage d'air par biofiltre.....p5

Bio filtration par percolation

Filtres à air biologiques

1.3.4. Le lavage de l'air par voie humide.....p6

EVITER les odeurs

1.3.5. Haies à rangées multiples brise-odeurs	p7
1.3.6. Elevage sur litière	p7
1.3.7. Enlèvement régulier du fumier ou du lisier des bâtiments	p7
1.3.8. Séparation rapide phase solide / phase liquide du lisier	p11
Bâtiments sur racleurs en V	
Tapis roulant	
Enclos sans latte	

1.4. Alternatives et solutions sur la gestion des effluents d'élevage contre les odeurs.....p13

COMBATTRE les odeurs

1.4.1. Traitement biologique de boues organiques	p13
1.4.2. Méthanisation	p14
1.4.3. Modificateurs de pH	p14

EVITER les odeurs

1.4.4. Aération des déjections dans la fosse à lisier	p14
1.4.5. Couverture de la fosse à lisier	p15
Matelas de pailles flottantes sur les cuves à lisier	
Barrière flottante	
Lancer des grains d'orge	
Plantes aquatiques	

1.5. Alternatives et solutions pour le contrôle des odeurs issues de la valorisation des effluents...p16

1.5.1. Prévention	p16
1.5.2. Épandage	p16
1.5.3. Compostage de la litière	p16

1.6. Jouer sur l'alimentation.....p16

<u>2. Nuisances environnementales des effluents</u>	p17
2.1. L'eutrophisation : azote et phosphore	p17
2.2. Alternatives et solutions contre l'eutrophisation	p18
2.2.1. Jouer sur l'alimentation	p18
2.2.2. Nitrification-dénitrification (N) (quand trop de lisier pour tout épandre)	p18
2.2.3. Biométhanisation	p19
2.2.4. Compostage	p19
2.2.5. Déshydratation	p20
2.2.6. Déphosphatation chimique	p20
2.2.7. Séparation de la phase liquide	p20
2.3. Les gaz à effet de serre : oxydes d'azote, CO2, méthane	p20
2.4. Solutions pour limiter l'émission de GES	p21
2.4.1. Ajuster les apports d'engrais au plus près des besoins de la parcelle et des cultures	p21
2.4.2. Stockage anaérobie des déjections dans les fosses à lisier, avec aération séquentielle (N2O)	p21
2.4.3. Réduction de la fréquence du brassage de la litière	p21
2.4.4. Elevage porcin sur litière biométriée (paille ou copeaux)	p21
 B. <u>Nuisances liées aux poussières</u>	
 C. <u>Nuisances liées au charroi et au bruit des installations</u>	
 D. <u>Impact sur le paysage et sur la dépréciation patrimoniale</u>	
 1. <u>Facteurs devant être pris en considération dans le choix du lieu d'implantation d'une porcherie</u>	p22
 2. <u>Cadre législatif général relatif à l'aménagement du territoire et au permis l'environnement</u>	p23

Les effluents d'élevage de porcs et les différentes nuisances liées aux exploitations porcines et alternatives

I. Les effluents d'élevage

1) Législation concernant l'épandage des effluents d'élevage porcin (Programme de Gestion Durable de l'Azote en agriculture) (PGDA)

En bio :

L'apport des effluents d'élevage ne peut dépasser **170 kg d'azote à l'hectare (soit 2 UGB/ha)** de la surface agricole utile (SAU) ((territoire wallon : 115kg d'azote organique par hectare de culture et 230kg par hectare de prairie)).

Cela correspond à la moyenne annuelle comprenant tant les effluents de l'exploitation que ceux provenant de l'extérieur épandus sur l'ensemble de la SAU. En cas d'épandage d'autres effluents d'élevage, la charge doit être diminuée pour ne pas dépasser un apport d'azote total équivalent à ces mêmes chiffres. Cette limite s'applique à tous les effluents d'élevage, excepté ceux en provenance d'élevages industriels :

- Produits composés (mélange d'excréments d'animaux et de matière végétale (litière))
- Fumier
- Fumier séché
- Compost d'excréments d'animaux solides, fumiers compostés
- Excréments d'animaux liquides (utilisation après fermentation contrôlée et/ou dilution appropriée)
- etc.....

Porcins			
	Truies reproductrices (porcelets inclus jusqu'à 25 kg)	0.308	6.5
	Porcelet	0.027	74
	Porcs à l'engrais	0.14	14
	Autres porcs	0.143	14

(Equivalent UGB ; Nombre d'animaux par hectare)

Éléments à prendre en compte pour l'épandage :

- taux de saturation en azote de la commune
- évolution du taux de nitrate dans les captages à proximité
- présence de sites naturels sensibles
- caractéristiques des surfaces (pente, localisation par rapport aux zones urbaines, proximité des cours d'eau, contrainte géologique ou géographique → toutes les surfaces ne sont pas épandables!)

- cultures en place
- contraintes climatiques

En Wallonie, différentes mesures relatives à la **protection des eaux contre la pollution** par les nitrates à partir de sources agricoles : applicables pour les unes à toutes les exploitations et pour les autres, spécifiques aux exploitations localisées en **zone vulnérable** (déterminées d'après la teneur actuelle ou de l'évolution de la teneur en nitrate des eaux souterraines et de surfaces). Les zones vulnérables actuellement = près de 50% de la zone agricole et couvrent tout le nord du sillon Sambre et Meuse, le Pays de Herve et une partie du Sud Namurois.

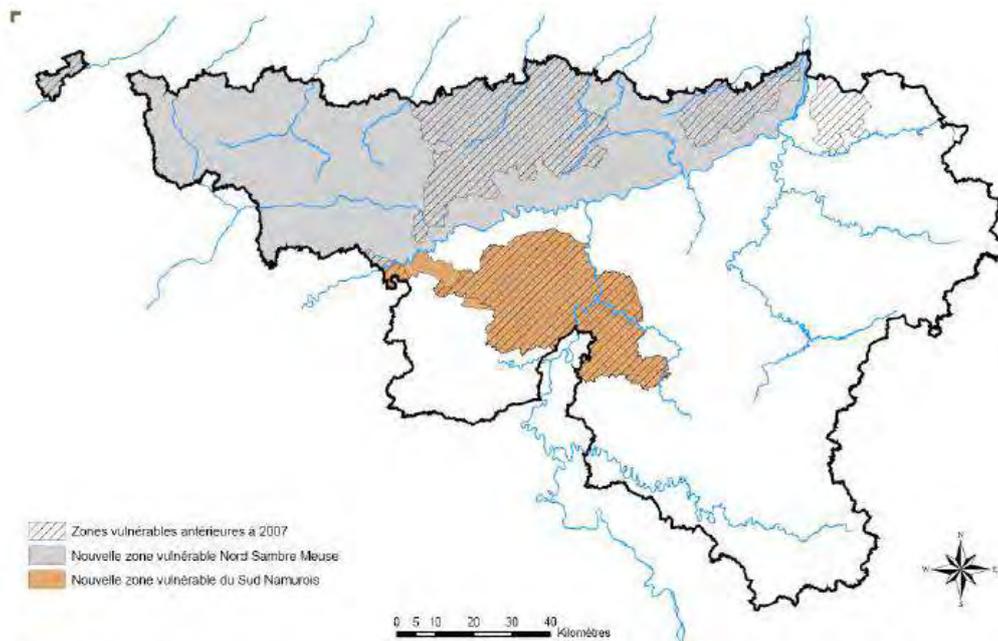


Figure 4 – Extension des zones vulnérables en région wallonne en 2007. (MRW-DGRNE-Direction de la taxe et de la redevance)

Dans ce cadre, chaque année, la Direction de la Protection des Sols calcule le « **taux de liaison global** » (**LS gl**) et le « **taux de liaison de zone vulnérable** » (**LS zv**) de chaque exploitation.

Si ces taux sont supérieurs à l'unité, l'agriculteur est tenu d'exporter le surplus, par contrat ou par toute autre action appropriée. En cas de dépassement de la norme, une **pénalité** est possible (diminution des aides PAC découplées et des primes MAE).

Depuis 2007, il existe un suivi annuel de **l'azote potentiellement lessivable** chez 3% (environ 300) des agriculteurs situés en zone vulnérable (mesurer la quantité d'azote (N) sous forme nitrate (NO₃-) présente dans le sol en fin de saison (novembre ou décembre) et susceptible d'être entraînée hors de la zone racinaire pendant l'hiver).

Le programme prévoit également des normes relatives aux **périodes et aux conditions d'épandage et de stockage au champ** des effluents de manière à assurer une utilisation optimale de l'azote apporté et d'éviter toute percolation vers les eaux souterraines ou tout ruissellement vers les eaux de surfaces.

2) Spécificités des déjections porcines

Lisier : mélange de fèces et d'urine. Quand stockage anaérobie, fermentations → mauvaises odeurs.
80% = lisier (matières liquides = 95 %, matières solides = 5%) : gestion plus simple que fumier

- Homogénéité : dans sa fonction fertilisante, // à l'utilisation des engrais minéraux
- Aptitude au stockage (écoulement vers les fosses, reprise par pompe)
- Possibilité d'exportation
- Possibilité de traitement (**diminue le volume** par concentration et production de boues (objectif quantitatif), peut également modifier les caractéristiques du lisier et avoir **un impact sur les contraintes environnementales** (objectif qualitatif))

* Le traitement mécanique (tamisage, pressage, centrifugation et filtration membranaire)

* La flottaison ou la décantation (physicochimie)

* Le traitement biologique (digestion aérobie ou anaérobie)

* Le traitement thermique (séchage préalable au compostage)

De façon générale un traitement comprendra :

* un traitement primaire : séparation solide-liquide,

* un traitement secondaire: digestion aérobie ou/et anaérobie (nitrification / dénitrification),

* un traitement tertiaire: champ d'épandage, traitement électrochimique, osmose inverse.

NB : Fumiers porcins : azote organique : 85 et 80% (15 à 20% = minéral → action fertilisante immédiate)
Lisiers : 40% d'azote organique, donc 60% directement utilisable ! Effet fertilisant sur un plus court terme que les fumiers.

II. Les nuisances principales et alternatives

A. Nuisances liées aux effluents

1. Nuisances olfactives des effluents

1.1. Généralités

Les composés volatiles des effluents = odeurs continues ou intermittentes et plus ou moins dérangeantes pour le voisinage selon leur **concentration, la distance à la source, la direction et la vitesse du vent.**

Le nombre et le type d'animaux, le type d'exploitation, les techniques d'aération utilisées, etc., sont autant de facteurs qui déterminent l'importance des nuisances subies par les riverains.

Lieu	Répartition de la charge odeur sur l'exploitation	Pratique visant à maîtriser ces odeurs	Réduction de la charge odeur
Epandage	65%	Rampe basse et incorporation immédiate des lisiers	70 à 80%
Bâtiment	20%	Multi-phase, acides aminés, planchers, site d'implantation	25%
Entreposage	10%	Couverture	50 à 100%
Reprise	5%		
Total	100%		

Source : données extrapolées de IRDA, 2002 ; R.Joncas, 2003, communication personnelle

Il existe deux sources odorantes liées à l'élevage porcin : l'animal et les déchets. De ce fait, la localisation de ces sources odorantes est triple :

- Le bâtiment : abritant à la fois les animaux et les déchets (déjections, déchets d'aliments, etc.)
- Les unités de stockage du lisier : à l'extérieur des bâtiments
- Les terres d'épandage : les nuisances olfactives sont épisodiques, mais souvent intenses

Les odeurs provenant des lisiers sont le résultat d'une décomposition anaérobie. En plus des odeurs, l'entreposage anaérobie crée parfois des concentrations de gaz telles que la santé des animaux et des producteurs peut en être affectée.

(s7)

Tableau 1 : Concentrations et émissions d'odeurs, synthèse de plusieurs articles (o.u. = odour unit)

Types d'animaux	Période	Température intérieure (°C)	Taux de ventilation (m ³ /h/p)	Concentrations en odeurs (o.u./m ³)	Émissions d'odeurs (o.u./s/p)
Gestantes ¹	Été	25,2	103,2	434	12,2
	Hiver	23,3	58,8	619	9,8
Maternité ¹	Été	26,7	184,4	836	39,6
	Hiver	25,8	130,1	876	31,4
Post-sevrage ¹	Été	27,3	10,3	2 856	7,7
	Hiver	26,6	8,1	1 557	3,2
Engraissement ¹ (alimentation multiphase)	Été	23,5	56,7	1 245	18,6
	Hiver	20,2	27,5	845	5,50
Engraissement ² étude 1975 étude 1981	Été				3,0
					6,3

1.2. Cause principale : l'ammoniac

Un tiers de l'azote apporté pour l'alimentation d'un porc est perdu sous forme d'ammoniac.

L'ammoniac est un gaz irritant (maladies chez les éleveurs et les animaux, diminution des performances zootechniques) à odeur forte

En outre, les retombées acides de ce gaz = déséquilibre et fragilisation des plantes, et enrichissement en azote, acidification des sols et le gaz entraîne également la production de GES.

1.3. Alternatives et solutions au bâtiment

COMBATTRE les odeurs

1.3.1. Plaque en polyuréthane avec mélange complexe d'essences végétales et d'agents gélifiants

Sous l'action du vent, le gel se dégrade et relargue progressivement les essences qu'il contient. Ce produit est destiné à être placé à l'extérieur, autour de fosses à lisier ou de fumières, ou encore dans des cheminées d'aération de bâtiments. En fonction de l'intensité du déplacement d'air, les plaques ont une efficacité de 1 à 4 mois.

1.3.2. Système de diffusion sèche

Emission de micro-gouttelettes d'actifs neutralisants d'odeurs qui vont être véhiculées et dispersées dans le bâtiment par le flux d'air.

1.3.3. Lavage d'air par biofiltre

- **Bio filtration par percolation** : Agit sur les odeurs mais également sur les émissions d'ammoniac et de poussières en traitant l'air sortant avec de l'eau. Installées à la sortie de salles de croissance-finition, ces biofiltres réduisent les niveaux d'ammoniac, de poussière et d'odeurs, de 77 %, 92 % et 75 % respectivement. Entre 50 à 70 % de l'ammoniac se dissout dans les eaux de lavage. Il ne peut être installé que dans des bâtiments équipés d'une ventilation centralisée. Il consomme beaucoup d'eau et son coût est élevé.

Deux parois verticales de matériau plastique poreux. Un système d'aspersion amène l'eau au sommet de chaque paroi. L'air vicié passe à travers la paroi à mesure que l'eau percole vers le bas. Comme l'eau recircule continuellement sur les surfaces de la paroi, un biofilm se forme sur le matériau poreux. Grâce à l'action combinée des microorganismes présents dans ce biofilm et du filtre mouillé, l'air vicié qui passe à travers la paroi est purifié.

- **Filtres à air biologiques** ("biological air scrubbers") : filtre les poussières, et réduit donc les odeurs de 50 à 90%.

L'air vicié de la porcherie doit passer au travers d'un matériau poreux dans lequel circule de l'eau avant d'être évacué à l'extérieur du bâtiment. Le matériau poreux peut être de la tourbe, des copeaux de bois ou autre. Les bactéries présentes sur le matériau poreux utilisent les composés malodorants pour leur croissance (oxydation biologique des composés odorants) mais on doit ajouter des nutriments, surtout du phosphore, pour les maintenir en vie.

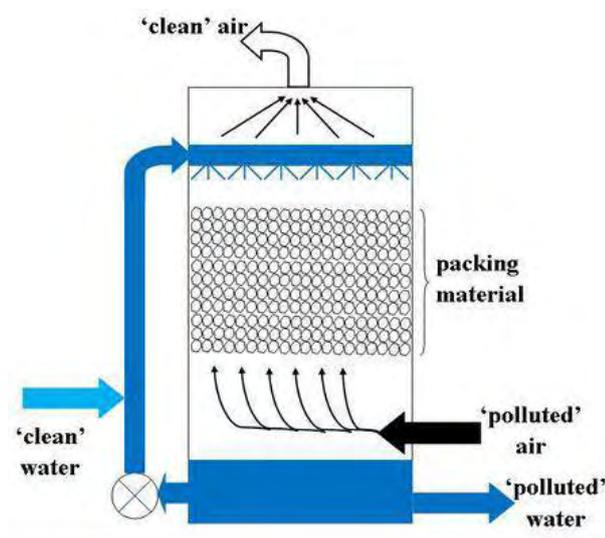
La diffusion du biofiltre reste cependant limitée. En effet, l'humidité du médium est un paramètre essentiel au bon fonctionnement d'un biofiltre. Or, ce paramètre est très délicat à gérer de manière simple et économique. Un autre inconvénient du biofiltre est sa taille : environ 160 m² de biofiltre ouvert pour 700 porcs à l'engraissement (ITP, 1998).



1.3.4. Le lavage de l'air par voie humide

Le laveur d'air typique utilisé dans le domaine porcin est de type contre-courant à une seule étape: l'air extrait de la porcherie et le liquide du laveur d'air se rencontrent à contre-courant à l'intérieur d'une tour de lavage (plus compliqués que les biofiltres, et inappropriés pour l'air d'extraction dont les composés ont une solubilité faible).

L'eau qui doit être drainée du procédé est le désavantage majeur, car elle contient beaucoup de nitrate et de nitrite qui peuvent être très toxiques. La moyenne de réduction des odeurs se situe entre 61 % et 89 %.



Autres traitements d'air

- Ozonation
- utilisation de charbon actif
- combustion catalytique

EVITER les odeurs

1.3.5. Haies à rangées multiples brise-odeurs

1.3.6. Elevage sur litière (voir chapitre sur les litières)

Avantages

- réduction du potentiel d'odeurs et des volumes d'effluents
- performances zootechniques globalement équivalentes aux élevages conventionnels
- concentration de la charge fertilisante
- gestion d'un fumier solide plutôt que liquide
- stabilité de l'azote contenu dans le fumier
- meilleure perception de la population pour cette technique.

Inconvénients

- perte importante d'azote au bâtiment
- augmentation des coûts de chauffage, de ventilation et de gestion
- augmentation de la main-d'œuvre nécessaire
- problème éventuel de rareté de la litière
- un certain risque sanitaire

1.3.7. Enlèvement régulier du fumier ou du lisier des bâtiments

Fumier : raclage

Elimine bien les déjections mais les étale, plus de contact avec l'air ambiant → volatilisation ammoniac. Souvent quand porcs sur litière.

Lisier : chasse d'eau sous les caillebotis

L'évacuation du lisier d'une salle d'engraissement réduit le débit d'odeurs de 55 %.

	K50 (en unités d'odeur)	Débit d'odeurs (en u.o./s/p)
Présence de lisier	3 100	32,3
Absence de lisier	1 690	17,6

L'évacuation rapide des déjections par un système de chasse d'eau est une voie d'amélioration de l'élevage de porc en bâtiment, pour divers enjeux actuels tels que le bien-être animal, la limitation des odeurs et des émissions de gaz à effet de serre. Pour être durable, le système doit recycler l'eau, être simple à gérer pour les éleveurs, ouvrir de nouvelles voies de valorisation des nutriments excrétés.

L'évacuation hydraulique des déjections réduit les émissions d'ammoniac jusqu'à 70%.

→ Aménagement du sol

- Caniveaux simples
- Caniveaux sous les caillebotis, ou système gouttières dans le sol penché



- Amener l'eau
- Système de chasse

Quel est le liquide utilisé pour le système de chasse ?

Le liquide utilisé pour la chasse est issu du lisier. Les volumes à utiliser sont très variables entre les essais. Hoeskema et al. (1992) estiment qu'il est nécessaire d'apporter un volume de liquide de chasse équivalent à 27 fois celui des déjections à évacuer. Jones et Collins (1996) recommandent un apport de 15 litres/porc/jour pour le porcelet à 56 litres/porc/jour pour le porc à l'engrais. Les recommandations vont fortement dépendre de la densité animale dans le bâtiment, mais également de l'aménagement du fond de fosse, de la pente du sol.

Parfois, on utilise le lisier brut pour la chasse d'eau, ou la phase liquide du lisier après tamisage et aération. Entre deux chasses, système de tamis pour récupérer la phase liquide pour la chasse suivante.

Parfois, le lisier est traité avant la récupération de sa phase liquide hygiénisée.

Deux méthodes de recyclage de l'eau :

Filtration membranaire

Traitement du lisier + filtration membranaire. La phase liquide du lisier est récupérée et aérée (200 mg/l d'ammonium à 2 mg/l ; mais nitrates : 7 à 150 mg/l).

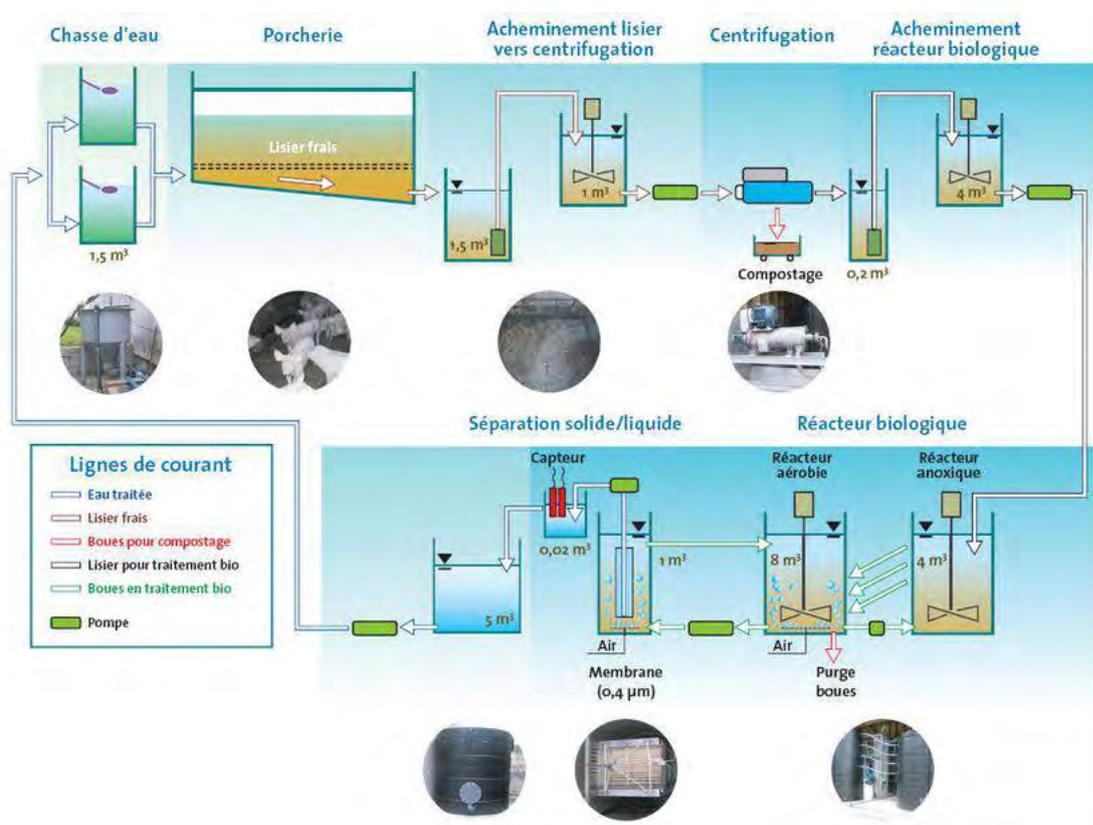
1. Porcherie et système de chasses
2. Séparation solide-liquide du lisier dilué par centrifugation
2. Bio-réacteur à membranes (séparer phase liquide-bactéries qui l'ont hygiénisée)

Le bio-réacteur à membranes (BIOSEP) permet de coupler un traitement biologique classique par boues activées avec une séparation membranaire venant remplacer la séparation par décantation utilisée dans les systèmes de traitement biologique conventionnel. BIOSEP assure de fortes performances au niveau de la rétention des

solides (particules, bactéries, algues, etc.) mais aussi permet un certain degré d'hygiénisation de l'effluent traité. En conséquence, la concentration en solides en suspension à l'intérieur du réacteur biologique est fortement augmentée. La surface totale de filtration est de 28m². Le module a été doté d'un système automatique de décolmatage chimique en cas d'augmentation excessive de la pression transmembranaire.

4. Compostage de la partie solide issue de la centrifugation (hygiéniser le compost en favorisant une montée suffisante en température (jusqu'à 75°C) sur une certaine durée (1 à 3 mois))

Quasi plus de composés odorants dans le liquide final !



La lombrifiltration

Lombrification : élever des vers de terre sur un support organique arrosé par un liquide chargé de matières organiques, afin de l'épurer

- ➔ absorption rapide de l'ammoniac et des odeurs du lisier frais avant d'en recycler l'eau
- ➔ lombricompost

- Dispositif de chasse d'eau des effluents du bâtiment
- récupération du mélange eau-effluents

- tamis
 - L'eau résiduaire va soit être récupérée directement en porcherie (→ nouvelle chasse d'eau), soit être envoyée sur le lombrifiltre.
- Après la lombrifiltration, soit directement pour une nouvelle chasse, soit lagunage pour encore diminuer davantage les risques sanitaires de sa réintroduction dans la porcherie.

Lombrifiltre : couche de plaquettes forestières épaisse de 80 cm, sur laquelle se trouve une litière (MO avec population abondante de vers de terre), le tout sur un caillebotis où s'écoule le liquide qui a traversé le substrat.

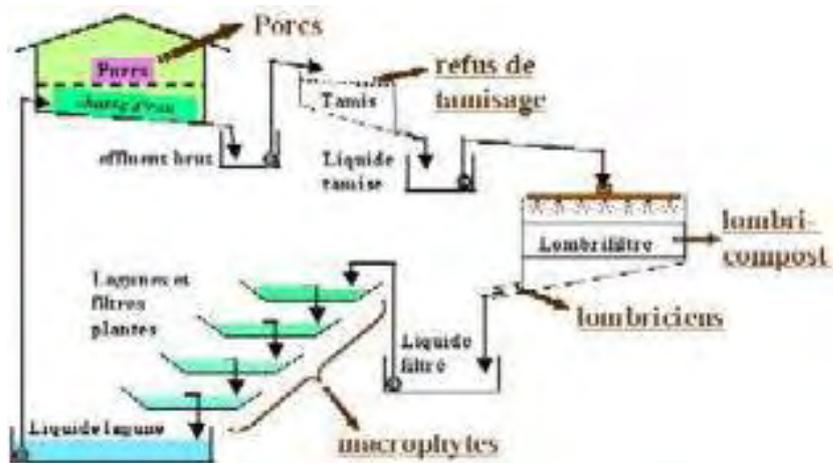


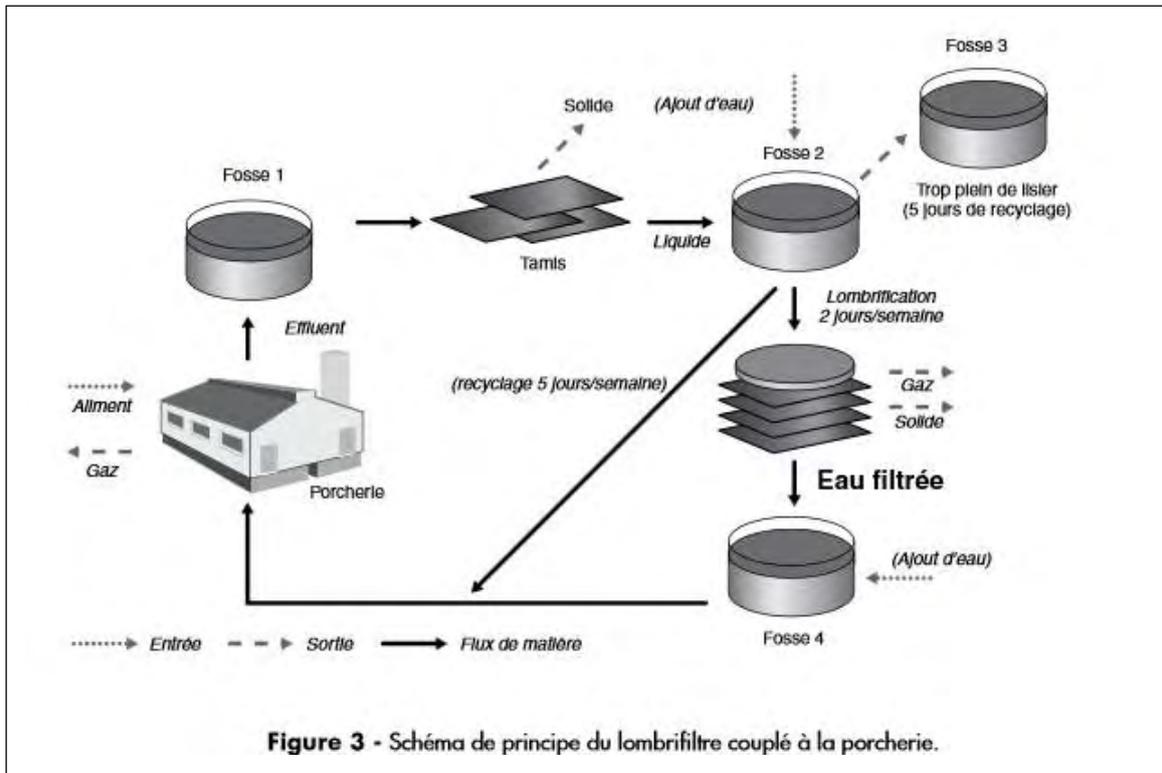
Tableau 5 - Composition des solides et liquides après tamisage et lombrifiltration

	C total (g.kg ⁻¹ brut)	matière organique (%MS)	NH ₄ -N (g.kg ⁻¹ brut)	N organique (g.kg ⁻¹ brut)	N total (g.kg ⁻¹ brut)	P (g.kg ⁻¹ brut)	K (g.kg ⁻¹ brut)
Solide après tamis ^a	86	96	0,5	2,1	2,6	0,42	1,2
Liquide après tamis ^a	5,6	68	0,52	0,40	0,92	0,21	0,79
Liquide fosse après lombrifiltre ^b	3,2	52	0,08	0,06	0,14	0,08	0,36
Solide lombrifiltre ^b	106	26	0,14	2,1	2,2	0,94	1,1

^aéchantillons prélevés au cours de la deuxième semaine d'expérimentation

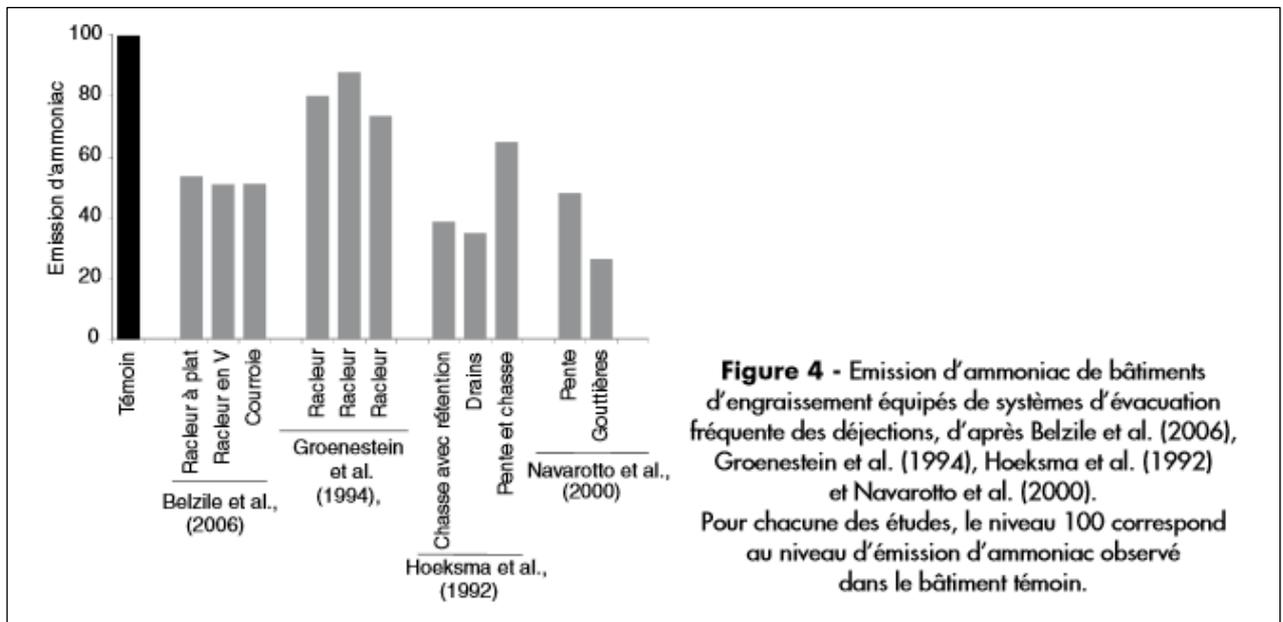
^béchantillons prélevés en fin d'expérimentation

Le lombrifiltre retient et transforme les composés organiques et minéraux apportés par le liquide en raison de l'intense activité biologique de la microflore et microfaune, entraînant une importante perte d'eau, de carbone et d'azote du système, ainsi qu'une diminution de plus de 50% des émissions d'ammoniac sans transfert de pollution sous forme de N₂O.



1.3.8. Séparation rapide phase solide / phase liquide du lisier

Formation ammoniac < dégradation de l'urée de l'urine par hydrolyse catalysée par des uréases des fèces → séparer les phases des effluents le plus vite possible !



- **Bâtiments sur racleurs en V** : sépare les urines des déjections solides avant que l'azote ne se transforme en ammoniac. Réduction de 12 à 76% des émissions d'ammoniac.



- **Tapis roulant**

Sous les caillebotis, et perforé pour la séparation de phase des effluents (urines s'écoulent au travers du tapis, et fèces restent sur le tapis).

Roulement du tapis : 8 fois par jour à 5 fois par semaine.

Tableau 1 - Composition moyenne des fractions récupérées par racleur et tapis

	Type évacuation	Stade	Fraction solide						Fraction liquide					
			MS (%)	MO (%)	N total (%)	N-NH ₄ (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	MS (%)	MO	N total (%)	N-NH ₄ (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
Guivarch et al., 2006	Racleur Fond en V	Engraissement Caillebotis partiel	27,9	23	1,1	0,34	1,05	0,83	4,0	2,9	0,51	0,39	0,15	0,34
Pouliot et al., 2005	Racleur Fond en V	Engraissement Caillebotis intégral	33,7	28,64	1,60	0,405	1,446	1,006	2,5	1,4	0,60	0,502	0,107	0,495
Marchal et al., 1995	Tapis	Post-sevrage	25,02		1,23		1,17	0,84	2,35		0,46		0,06	0,35
Pouliot et al., 2006	Tapis	Truie gestante	28,16	22,42	1,13	0,185	0,174	0,394	0,42	0,15	0,217	0,174	0,009	0,10

Tableau 2 - Répartition solide/liquide lors de la séparation de phase, et partie récupérée dans la fraction solide

	Type évacuation	Stade	Part de la fraction solide après racleur (% du volume total des déjections)	Part des éléments récupérés dans la fraction solide (% de la quantité totale recueillie)			
				MO	N	P	K
Guivarch et al., 2006	Racleur Fond en V	Engraissement Caillebotis partiel	29,82 %	78	22	75	52
Pouliot et al., 2005	Racleur Fond en V	Engraissement Caillebotis intégral	43,90 %	94 ± 0,9	66 ± 6	91 ± 3,8	60 ± 4,5
Pouliot et al., 2006	Tapis	Truie gestante	8,20 %	93	31	94	25

- **Enclos sans caillebottis (IRDA, 2007)**

Le concept de l'enclos sans latte intègre un convoyeur à courroie incliné (CAC) qui remplace la partie lattée du parc. Les porcs se déplacent sur la courroie pour faire leurs besoins, l'urine s'écoule par gravité vers un réservoir situé à une extrémité de cette dernière tandis que l'activation du convoyeur évacue la fraction solide des excréments du parc et l'achemine vers un réservoir différent. Deux salles ont donc été construites à l'IRDA afin de compléter la première



Autres :

- **Centrifugation** : appauvrissement progressif des produits d'épandage
- **convoyeurs à courroie installés sous le caillebottis avec un système de gouttière pour évacuer l'urine** (réduction émission ammoniac de 65%)
- **Filets mobiles sous le caillebotis Système de gratte où le dalot est incliné** pour permettre l'écoulement de l'urine
- **Tamis métallique sous les lattes**

1.4. Alternatives et solutions pour la gestion et le stockage des effluents d'élevage contre les odeurs

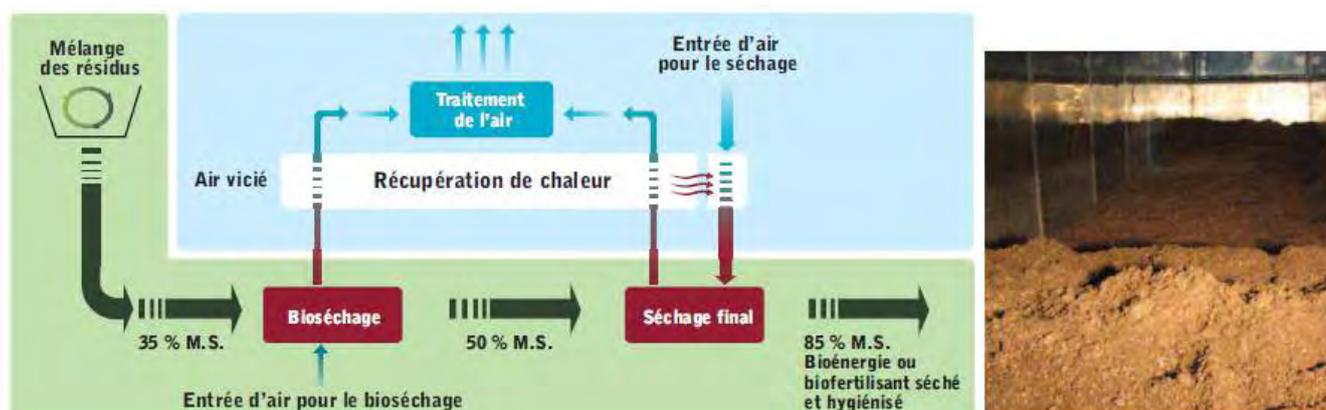
COMBATTRE les odeurs

1.4.1. Traitement biologique de boues organiques (IRDA, 2009 S1)

Bioséchage permettant une récupération d'énergie et l'obtention d'un produit séché, hygiénisé et sans odeurs offensantes.

Boues organiques proviennent du traitement des lisiers ou des eaux usées = volume important de solide, à grande masse volumique et à haut taux d'humidité = coût de transport élevé et valorisation plus difficile.

Le bioséchoir est le cœur du procédé. Il exploite la chaleur dégagée par les bactéries lors de l'activité aérobie en phase thermophile pour accélérer l'évaporation de l'eau contenue dans les boues à traiter. Un système d'aération forcée en régime contrôlé permet d'évacuer l'eau sans générer de lixiviat. L'énergie contenue dans l'air chaud et humide évacué du bioséchoir est alors récupérée grâce à des échangeurs d'air récupérateurs de chaleur. L'énergie récupérée servira à finaliser le séchage du matériel sur le séchoir à bandes.



Boues utilisées : 13-35% MS. Si besoin, elles sont mélangées avec d'autres résidus organiques (structurant augmentant la perméabilité à l'air et le taux de MS). 7 à 12 jours dans le bioséchoir. Puis séchoir à bandes. Granules = amendement organique, biocombustible ou matière pyrolytique.

1.4.2. Méthanisation

La production de méthane à partir de lisier dans un digesteur anaérobie limite la production d'odeurs de la même façon qu'une couverture de fosse, soit en enfermant les odeurs. La production d'énergie utilisable à la ferme est un atout de ce système. A l'épandage, les résidus de digesteur dégagent toutefois autant d'odeurs que le lisier frais.

1.4.3. Modificateurs de pH

Créer des conditions défavorables à l'activité de certains microorganismes et donc limiter la production de certains composés malodorants. Deux stratégies sont possibles, soit l'augmentation du pH ou sa diminution. Au Québec, ajout de chaux à 2% (m/v) (CaCO_3) au lisier de porc en entreposage anaérobie = réduction des odeurs. Toutefois, l'inconvénient majeur de la chaux est l'importante perte d'azote sous forme d'ammoniaque qu'elle entraîne inévitablement.

EVITER les odeurs

1.4.4. Aération des déjections dans la fosse à lisier

Stockage anaérobie des déjections dans les fosses à lisier, avec aération séquentielle : méthode la plus logique de contrôler les odeurs car elle permet d'éviter la décomposition, fermentation anaérobie génératrice d'odeurs pendant le stockage + diminution des odeurs pour l'épandage. Cependant, l'aération favorise la volatilisation de l'ammoniac dans l'atmosphère, réduisant ainsi la valeur fertilisante du lisier et favorisant la pollution atmosphérique.

Il existe deux méthodes principales d'aération :

- ✓ aération à même la fosse d'entreposage. Les aérateurs pivotant autour d'un axe au centre de la fosse sont les plus efficaces et les moins coûteux en énergie, consommant jusqu'au tiers des besoins d'un aérateur central à haute vitesse (Vasseur, 1977).
- ✓ stabilisation avant entreposage : deux bassins, un pour l'aération et un autre plus grand pour l'entreposage. Cette méthode a l'avantage de diminuer les besoins énergétiques car un plus petit volume de lisier est traité. Le lisier séjourne environ 30 jours dans le bassin d'aération avant d'être entreposé dans l'autre bassin. La fermentation doit être mésophile ou thermophile sans quoi les mauvaises odeurs seront générées après quelques jours d'entreposage.

! Mieux si le lisier est filtré avant son aération (besoin moindre en oxygène et en coûts énergétiques, et volume moindre du lisier). L'installation d'un filtre à solides est indiqué particulièrement dans le cas de lisier pailleux, mais n'est économiquement envisageable que pour une porcherie de 1000 porcs et plus.

1.4.5. Couverture de la fosse à lisier (S1)

Empêche l'évaporation d'ammoniac et donc la diffusion d'odeurs dans l'atmosphère

- **Matelas de pailles flottantes sur les cuves à lisier** : sur les structures d'entreposage de fumier liquide. Peu coûteux et simple. La paille contrôle les odeurs plus longtemps qu'une couverture de copeaux de bois ou de mousse de tourbe, ces deux derniers matériaux ayant plus tendance à s'enfoncer dans le lisier. Mannebeck (1986) conseille de placer une couche de morceaux de polystyrène ou autre matériau semblable sous une couche de paille pour aider au flottage. Ces produits filtrent les odeurs en plus d'agir comme barrière physique.



Après, la paille s'imbibe et de nouveau des odeurs. Donc tuyau pour déverser le lisier dans la cuve = vertical et le dépose bien dans le fond.

Pas de conséquence sur la reprise du lisier, mais nécessite une pompe efficace.

1000 \$ par an mais un des moins cher et permet de valoriser le sous-produit de paille.

- **Barrière flottante** (toiles plastiques imperméables aux eaux de pluies ou bien tendue et attachée ou divers matériaux placés en surface) et l'installation d'une structure de recouvrement.
- **Lancer des grains d'orge** en surface de la fosse à fumier liquide. Les grains germent et après quelques temps, les plantes forment un écran végétal qui limite considérablement les odeurs.
- Certaines **plantes aquatiques** comme couverture. Les lentilles d'eau (*Lemna*) sont d'ailleurs déjà utilisées comme couverture efficace dans les systèmes aquatiques d'épuration d'eaux usées.

1.5. Alternatives et solutions pour le contrôle des odeurs issues de la valorisation des effluents

1.5.1. Prévention

Vider la fosse lorsque les vents soufflent en direction opposée d'habitations avoisinantes.

1.5.2. Épandage

Injection dans le sol du lisier ou du fumier est la méthode d'épandage qui assure le meilleur contrôle des odeurs (>< volatilisation ammoniac), une excellente conservation de l'azote et qui limite l'écoulement en surface. L'injection présente cependant quelques problèmes tels que le plus grand temps requis et la plus grande force de machinerie requise. Certains sols rocheux ne se prêtent pas aisément à l'injection.

+ voir les chapitres sur l'épandage et l'incorporation des lisiers et des fumiers

1.5.3. Compostage de la litière

Composteur, retournant les andains de compost pour l'oxygéner. Le compostage peut être une solution attrayante dans le cas où l'épandage est problématique, qu'il y a une source proche de matériaux riches en carbone (pour fumier solide ! → paille, bran de scie → rapport C/N : 3/1, qui favorise la décomposition par les bactéries) et qu'il y a un marché pour le compost.

1.6. Jouer sur l'alimentation

En raison de leur action sur le système digestif, certains aliments ou additifs alimentaires permettent de réduire la production d'odeurs des lisiers. Des produits comme la bentonite calcique, l'armoise et le charbon ajoutés aux rations réduisent effectivement les odeurs (Ritter, 1989). Des recherches japonaises et canadiennes ont démontré que les rations porcines contenant du topinambour produisaient moins d'odeurs désagréables (Farnworth, 1991). Le topinambour, qui contient des sucres complexes de type fructose, est ajouté aux rations sous forme de farine.

Certains additifs, qui sont commercialisés comme aromates, permettent selon leurs promoteurs de réduire les odeurs tout en améliorant la santé de l'animal. Un de ces produits, l'Odor-Abate MD,

contient de l'huile essentielle de citron, du varech et quantité d'autres produits qui permettraient une meilleure assimilation des aliments, une digestion plus complète. Dans le même ordre d'idée, selon des recherches italiennes citées dans Nature et Progrès (Radice, 1992), les huiles essentielles de thym et d'aneth odorant sont parmi les meilleures à ajouter aux rations des porcs pour accroître la digestibilité de l'amidon et l'absorption des protéines et réduire le niveau d'azote ammoniacé.

+ voir document « Modifier l'alimentation des porcs pour réduire les odeurs » ; Ghislaine Roch, Porc Québec, juin 2004, Fédération des porcs du Québec.

2. Nuisances environnementales des effluents

2.1. L'eutrophisation : azote et phosphore

L'azote dans le lisier se retrouve dans des :

- **Protéines ingérées non digestibles ou « mal » digestibles**, excrétées dans les **fèces**
- **Protéines digestibles ingérées en excès des besoins ou non absorbées à cause d'une mauvaise balance des acides aminés** qui ne peuvent être utilisés pour couvrir la croissance ou les besoins en d'entretien, excrétées dans l'**urine**

→ essentiel de connaître les besoins des animaux, ceux-ci pouvant varier selon l'état physiologique, les conditions de logement, le génotype, le sexe (mâles entiers, castrés, femelles), le niveau d'alimentation et les ingrédients de la ration qui sont dominants (origine et qualité des matières premières dans l'excrétion des composés azotés).

Les produits de dégradation des protéines, et non l'azote, favorisent l'eutrophisation des milieux naturels par un apport trop important de nutriments, et en modifiant la teneur en nitrates dans les eaux alimentaires.

Le phosphore dans les fèces, provient quant à lui des phytates, forme principale du phosphore dans les plantes (66%) mais difficilement digestible pour les porcs. Facteurs qui causent la variation de la digestibilité du P :

- origine de l'aliment (végétale, animale, inorganique → digestibilité du P : 10 à 50% : végétaux [17% : maïs, 39% : orge, 45% : pois]; de 65 à 90 % : produits animaux)
- concentration phytate/P total
- présence de l'enzyme phytase

Le phosphore est cependant important pour le développement de l'animal (croissance musculaire, squelette) et le métabolisme.

Un excès de phosphore dans le milieu naturel entraîne l'eutrophisation des cours d'eau.

L'azote et le phosphore sont répartis inégalement dans les phases liquides et solides du lisier de porc : pour l'azote (lisier de plus de trois jours) 85 % et 15 %, pour le phosphore 15 % et 85 % respectivement.

2.2. Alternatives et solutions contre l'eutrophisation

2.2.1. Jouer sur l'alimentation

Ajouter de l'huile essentielle de thym et d'aneth (N) odorant aux rations des porcs pour accroître l'absorption des protéines et réduire le niveau d'azote ammoniacal.

Alimentation biphasé ou multiphasé (N, P), adaptée en fonction des différents stades d'élevage = diminution de 15 % des composés azotés dans les déjections des porcs + mieux aussi pour le phosphore.

2.2.2. Nitrification-dénitrification (N) (quand trop de lisier pour tout épandre) (S2)

Transformer les composés azotés en azote moléculaire (N_2), dans un réacteur biologique = diminution du N dans le lisier. Une succession de périodes d'aération et de phases d'anoxie permet de transformer l'azote ammoniacal puis nitrique en azote gazeux non polluant.

C'est le seul procédé d'élimination de l'azote possible dans le lisier lui-même. Il s'agit d'un procédé biologique, donc sensible aux conditions de température ambiante. De plus, il fonctionne en « tout ou rien ». La forme de l'azote traitée est l'azote ammoniacal et une faible partie de l'azote organique (après son ammonification).

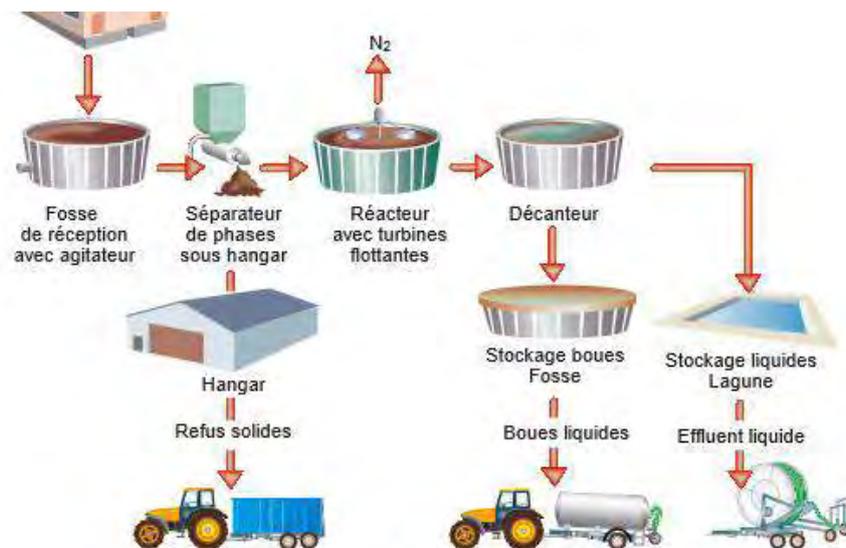


Figure 2 : Station de traitement des effluents porcins : schéma d'un procédé de traitement biologique par nitrification-dénitrification

Le N_2 gazeux : l'abattement du N_2 gazeux non polluant émis dans l'atmosphère donne un avantage aux procédés biologiques de nitrification-dénitrification.

Les boues biologiques : possèdent moins d'azote que le lisier mais concentrent l'essentiel du phosphore : les quantités à l'hectare et le choix des cultures sont à gérer.

Par contre, du fait de leur rapport C/N supérieur à 8, l'éleveur aura la possibilité de les épandre, comme les fumiers, à d'autres périodes et sur d'autres surfaces que celles autorisées pour les lisiers.

Les coproduits solides : plus facilement exportables, il existe un marché potentiel qui demande à être précisé en termes de produits, de volumes, de qualité et de valorisation possibles.

Aujourd'hui, des débouchés locaux (maraîchers) ou trop limités (coproduits commercialisés après une transformation plus ou moins élaborée) conduisent le plus souvent à une reprise sans frais et sans valorisation. La disponibilité de quantités croissantes à exporter hors de l'exploitation va engager les concepteurs de procédés à intégrer le devenir des coproduits dans la solution globale proposée aux éleveurs (reprise pour valorisation après transformation).

L'effluent liquide résiduel : en raison de sa faible valeur fertilisante en azote, en phosphore, et de son volume important, il est destiné à rester sur l'exploitation. Il ne pose pas de problème particulier au stockage ou à l'épandage. Il présente même des avantages car son stockage en lagune est deux à trois fois moins coûteux que celui du lisier dans une fosse en béton. Comparé au lisier brut épandu à la tonne, l'effluent traité est aussi plus facile à épandre, soit au canon d'irrigation soit avec une rampe sur enrouleur. Il faut noter que la majeure partie du K₂O reste dans l'effluent traité qui, appliqué à de fortes doses, conduit à des apports potassiques pouvant être très élevés.

**Tableau 2 : Volume et composition des coproduits d'un lisier traité *
par un procédé biologique de nitrification-dénitrification**

Produit	Lisier brut	Refus solide (a)	Boues liquides (b)	Effluent liquide
Volume (répartition en %)	100	5	30	65
Matière sèche (teneur en %)	5,5	35	8	0,9
Azote N - Teneur en ‰	4,4	8,1	2,7	0,1
- Répartition en % (c)	100	9	18	1,5
P ₂ O ₅ - Teneur en ‰	3,2	9,9	7,6	0,6
- Répartition en %	100	15	71	12
K ₂ O - Teneur en ‰	3,5	3,4	3,4	3,0
- Répartition en %	100	5	29	56

(a) Les valeurs obtenues (volumes, teneurs) dépendent fortement du procédé de séparation de phase utilisé (tamisage, centrifugation)

(b) après décanteur (c) l'azote abattu (N₂) correspond ici à 71,5 %

* Données indicatives, les valeurs étant très variables : les teneurs mentionnées ici sont à considérer comme un exemple. Les modalités de contrôle des volumes et composition conduisent par ailleurs fréquemment à des défauts de bilan.

2.2.3. Biométhanisation

Ce processus diminue la teneur en N organique des effluents (aussi contre les odeurs, // couverture sur le lisier (ammoniac)).

Lisier → tamisé pour enlever les particules grossières (brindilles, paille,...) → mélangé à des sources de nutriments riches en carbone (sucre, mélasse, lactosérum, déchets verts etc.) → mélange en contact avec des levures dans un bioréacteur → séparer la partie solide de la partie liquide par centrifugation ou floculation.

Partie liquide : épandue, eau de lavage ou rejetée dans le milieu naturel (ne contient plus de polluants organiques)

Partie solide : valorisée au même titre qu'un engrais.

2.2.4. Compostage

Ce processus diminue la teneur en N organique des effluents (aussi contre les odeurs).

Fermentation par des μ organismes en milieu aéré et humide, dégageant de la chaleur. Formation du compost, riche en matière organique, plus stable et « hygiénisé », où l'azote est partiellement éliminé.

- Amendement très intéressant (qualité agronomique, richesse en matière organique stable, libération lente de l'azote et richesse en phosphore et en potasse)
- Facilité d'épandage à faible dose, meilleure répartition au champ
- Sur prairie, limitation des risques sanitaires (destruction des graines de mauvaises herbes !) et des problèmes d'appétence pour les animaux.
- Gains de coût de transport (réduction de volume de 30 à 50 %)

Toutefois, la production de compost soit par élevage sur litière ou par traitement du lisier s'accompagne de perte d'azote sous forme de NH_3 , de N_2O , et de CH_4 (GES).

NB : La désodorisation du compost permet de réduire les distances d'épandage par rapport aux tiers ;

2.2.5. Déshydratation

>< N dans la phase liquide

Stabilise le produit et diminue le volume (exportation).

Aboutit à la production de deux effluents :

- une eau déminéralisée
- un produit sec contenant la totalité des minéraux du lisier.

L'utilisation de ce coproduit sur l'élevage s'avère problématique pour deux raisons :

- les faibles volumes nécessaires pour répondre aux besoins des cultures engendrent des difficultés techniques d'épandage de ce produit avec du matériel classique (épandeur à fumier)
- la diminution de la biodisponibilité des nutriments dans ce produit, qui peut induire un dépassement des charges en nutriments permises.

2.2.6. Déphosphatation chimique

Ajout de sels de fer et d'aluminium, chaux \rightarrow précipités, séparés de l'eau par des techniques de séparation de phases

2.2.7. Séparation de la phase liquide

>< P, dans la phase solide du lisier.

2.3. Les gaz à effet de serre : oxydes d'azote, CO_2 , méthane

Les oxydes d'azote sont des GES 200 fois plus pénalisants que le CO_2 dont on ne peut empêcher les émissions en agriculture en raison, entre autres, des aléas climatiques.

Les émissions de N_2O peuvent être importantes lorsque les déjections sont soumises alternativement à des conditions aérobies, qui favorisent la nitrification, et anaérobies, qui favorisent la dénitrification.

La production dépend de la composition des déjections et des quantités d'oxygène disponibles. Lors d'entreposage en tas solide soumis à des précipitations fréquentes et passant alternativement de conditions aérobies à anaérobies, il y a émission de quantités importantes de N_2O .

Le CO_2 provient de la respiration des animaux surtout, et des déjections (anaérobie contre le CO_2).

Tableau 1 : Gaz à effet de serre produits dans les bâtiments d'élevage.

	Vache laitière de 600 kg		Porc de 80 kg	
	(kg)	(kg équivalents de CO ₂)	(kg)	(kg équivalents de CO ₂)
CO ₂	3 405	3 405	664	664
CH ₄	255	5 355	30	630
N ₂ O	0,155	48	0,024	7,5
Total d'équivalents de CO ₂ (tonnes)		8,8		1,3

<http://espace.canoe.ca/RevolutionVerte/blog/view/207621>

2.4. Solutions pour limiter l'émission de GES

2.4.1. Ajuster les apports d'engrais au plus près des besoins de la parcelle et des cultures

En effet, + les quantités d'azote apportées sont élevées par rapport aux besoins réels de la plante, + les émissions de N₂O dans l'atmosphère sont importantes.

Il est impératif d'utiliser des cultures intermédiaires ou intercalaires (moutarde, ray-grass italien ou sarrasin), afin de minimiser les quantités de NO₃- libres dans le sol, surtout quand épandages de lisier ou de fumier en dehors de la période de croissance de la culture principale).

2.4.2. Stockage anaérobie des déjections dans les fosses à lisier, avec aération séquentielle (N₂O)

2.4.3. Réduction de la fréquence du brassage de la litière

Limite les émissions de N₂O, quand élevage porcin sur litière.

2.4.4. Elevage porcin sur litière (paille ou copeaux)

Les déjections se mélangent à la litière pour former un fumier dont la décomposition commence dans le bâtiment d'élevage et qui évolue pour former un compost dégageant peu de méthane.

Rendre la zone de confort très propre comme cela, les porcs ne devront pas y déféquer, et ils défèqueront au-dessus des caillebotis

+ voir le chapitre sur les litières

B. Nuisances liées aux poussières

De nombreuses études ont mis en évidence l'importance des poussières comme support des odeurs produites dans le bâtiment d'élevage. La concentration de certains constituants odorants peut être 40 millions de fois plus importante sur des particules de poussières en suspension que dans un volume égal d'air sans particules.

Les poussières présentes en porcheries sont essentiellement constituées de matière organique. Elles sont principalement d'origine alimentaire (80 à 90 %), mais proviennent aussi de la dessiccation des fèces, de la litière et de la desquamation de l'épiderme des animaux.

La mise en suspension de ces particules est liée à l'activité des animaux et du personnel travaillant dans les bâtiments.

En outre, les poussières peuvent constituer un risque sanitaire, tant pour l'éleveur que pour les porcs.

Il existe de nombreux facteurs de variations de la concentration en poussières dans l'ambiance des porcheries : l'humidité relative, la température, le niveau d'activité des animaux, le type et le mode de distribution de l'aliment, la présence de litière, etc.

L'installation d'un système de lavage d'air via un biofiltre empêche la sortie des poussières du bâtiment d'élevage.

C. Nuisances liées au charroi et au bruit des installations

En ce qui concerne le bruit, il est principalement généré par les ventilateurs et le trafic.

D. Impact sur le paysage et sur la dépréciation patrimoniale

1. Facteurs devant être pris en considération dans le choix du lieu d'implantation d'une porcherie

a. La localisation des élevages : essentiel de maintenir l'installation des élevages en zone agricole ou d'habitat rural. En effet, bien de garantir une distance par rapport à l'habitat résidentiel \gg bruit et odeur, mais l'éloignement excessif des bâtiments d'élevage pourrait s'avérer coûteux en termes d'infrastructures et problématique en termes d'impact paysager. L'alternative des zonings agro-industriels apporte également son lot d'inconvénients : incompatibilité du système avec le développement d'un élevage de qualité, pas de résolution du problème des épandages, multiplication des transports, déshumanisation de la profession, dégradation du sens des activités d'élevages, risque de mainmise des grosses firmes agroalimentaires.

b. La concentration : mener des études d'incidences

c. L'intégration urbanistique et paysagère : éviter l'éparpillement des bâtiments d'élevage, favoriser plutôt l'extension des exploitations existantes.

Eviter les lignes de crêtes et les fonds de vallée, les paysages ouverts et tenir compte du relief et de l'orientation du terrain = meilleure intégration paysagère. En outre, les bâtiments doivent être construits en respectant les prescriptions urbanistiques régionales et dans le respect du bâti local. La création de bosquets ou de massifs boisés aux abords du bâtiment doit être imposée. Ceux-ci doivent être impérativement composés d'essences indigènes et faire l'objet d'un dépôt de caution obligatoire récupérable une fois la plantation réalisée.

Voir le chapitre sur l'intégration paysagère

2. Cadre législatif général relatif à l'aménagement du territoire et au permis d'environnement (S8)

Les exploitations agricoles sont autorisées dans trois zones définies par le plan de secteur :

- la zone agricole,
- la zone d'habitat rural,
- la zone d'habitat.

• La zone agricole (ZA) : exploitations classes 1, 2, 3 uniquement.

• La zone d'habitat rural (ZHR) et la zone d'habitat (ZH) : les zones d'habitat rural et dans une moindre mesure les zones d'habitat (à condition de ne pas mettre en péril la destination principale de la zone) peuvent également accueillir les exploitations agricoles.

• La zone d'activité économique spécifique marquée de la surimpression « A.E » agro-économique (ZAE/AE) : destinée aux **activités para-agricoles**, *telles les entreprises de services auxiliaires des exploitations agricoles ou sylvicoles, les entreprises de commerce ou de réparation de matériel agricole ou sylvicole, les entreprises de vente ou de transports de produits agricoles ou sylvicoles ou encore les activités agro-alimentaires. Ces activités présentent en effet des caractéristiques paysagères et urbanistiques les rendant à ce jour peu compatibles avec une zone agricole ouverte et justifiant leur intégration dans ce type de zone ainsi qu'aux entreprises de transformation du bois.*

Les diverses activités et installations sont réparties en classes allant de 1 à 3 selon leurs impacts sur l'homme et l'environnement, à partir de facteurs tels que le nombre et le type d'animaux concernés, la zone au plan de secteur dans laquelle ou à proximité de laquelle se situe le projet, voire également au cumul à d'autres activités et/ou d'installations classées sur le même site d'exploitation.

- **Classe 3** : établissements soumis à une **déclaration environnementale** à faire auprès de la commune (valable pour une durée déterminée de 10 ans mais doit être actualisée dans le cas d'un déplacement, d'une transformation ou d'un agrandissement ou lorsque la liste des activités classées est modifiée)
- **Classe 2** : **permis d'environnement** (valable dans la majorité des cas pour une durée déterminée de maximum 10 ans ; Il globalise et coordonne l'organisation de l'évaluation des incidences sur l'environnement, le regroupement, l'élimination ou la valorisation des déchets, le déversement des eaux usées, les prises d'eau souterraine potabilisable,..)
+ **Notice d'évaluation des incidences** sur l'environnement (résume les principaux paramètres environnementaux des projets sous forme d'un formulaire-type contenant diverses rubriques ; généralement remplie par le demandeur mais peut l'être par un consultant voire un expert agréé par la Région wallonne. Pour les projets qui ne sont pas soumis d'office à une étude d'incidences, l'autorité chargée d'apprécier le caractère complet et recevable du dossier de demande de permis doit désormais apprécier au vu de la notice d'évaluation si le projet est susceptible d'avoir des incidences notables sur l'environnement. Dans ce cas, elle peut exiger une étude d'incidences).
- **Classe 1** : **permis d'environnement + étude d'incidences** sur l'environnement réalisée par un auteur d'étude agréé par la Région wallonne (décrit et évalue en fonction de chaque cas particulier les effets directs et indirects d'un projet sur l'homme, la faune et la flore du sol, l'air, le climat et le paysage, l'interaction entre ces facteurs, les biens matériels et le patrimoine culturel). Cette étude est effectuée avant la procédure de demande de permis, ce qui permet d'identifier les problèmes et donc de proposer des solutions ou des alternatives avant que la demande ne soit introduite.

Pour toute demande de classe 1, la population est informée et consultée avant le début de l'étude afin que celle-ci puisse prendre en compte ses diverses remarques.

En outre, les établissements de plus de 2000 porcs à l'engrais, 750 truies doivent répondre aux exigences de la Directive 96/61/CE (connue également sous le nom de directive IPPC), relative à la prévention et à la réduction intégrée de la pollution, qui exige d'utiliser les meilleures technologies disponibles pour diminuer les risques de pollution.

Tableau 1 – Classification des élevages porcins

Installation ou activité	Bâtiments ou toute autre infrastructure d'hébergement située		Classe	Etude d'incidences sur l'environnement	Organisme à consulter
	En zone d'habitat ou à moins de 300 m de*	Hors zone d'habitat ou à plus de 300 m de*			
Porcins de plus de 4 semaines et de moins de 30 kg	De 4 à 20 animaux	De 10 à 1 000 animaux	3	oui	DGA DGA
	De plus de 20 à 2000 animaux	De plus de 1 000 à 3 000 animaux	2		
	De plus de 2000 animaux	De plus de 3 000 animaux	1		
Porcs de production de 30 kg et plus (élevage ou engraissement)	De 2 à 10 animaux	De 4 à 500 animaux	3	oui	DGA DGA
	De plus de 10 à 1 600 animaux	De plus de 500 à 2 000 animaux	2		
	De plus de 1 600 animaux	De plus de 2 000 animaux	1		
Truies et verrats	De 2 à 10 animaux	De 4 à 300 animaux	3	oui	DGA DGA
	De plus de 10 à 600 animaux	De plus de 300 à 900 animaux	2		
	De plus de 600 animaux	De plus de 900 animaux	1		
* - d'une habitation de tiers existante sauf si elle est sise en zone agricole - d'une zone d'habitat, - d'une zone de services publics et d'équipement communautaire contenant une construction dans laquelle une ou des personne(s) séjourne(nt) habituellement ou exerce (nt) une activité régulière, - d'une zone de loisirs, - ou d'une zone destinée au logement et à la résidence par un rapport urbanistique et environnemental au sens de l'article 33 du CWATUP ou par un plan communal d'aménagement tel que défini aux articles 48 et 49 du même code					

Lorsqu'une personne introduit une demande de **permis d'environnement** et de **permis d'urbanisme**, nécessaire en cas de construction, démolition, reconstruction, agrandissement ou modification de la destination du bâtiment existant, les deux procédures sont couplées en une seule appelée **permis unique**.

Seules les demandes d'établissement de classes 1 et 2 sont concernées par le permis unique.

Références bibliographiques

S1 : <http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/navigation.aspx?sid=567>

S2 : http://www.bio-e-co.fr/tinyfilemanager/file/2012-01-31_14-48-55_les_stations_de_traitement_des_effuents_porcins.pdf

S3: <http://www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique/navigation.aspx?pid=463>

S4: http://www.innovationporc.ca/resources/2013/Volume%201%20Issue%2012%20ATU_French.pdf

(Contrôle des odeurs des lisiers de porcs)

S5: <http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/FT100031Fb%20SHOC%20lk.pdf>

S6: http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Porc%20Qu%c3%a9bec_matelas-paille.pdf

S7: Le contrôle d'odeur à la ferme : bâtiments et structures d'entreposage ; Centre de développement du porc au Québec inc, 2001

S8 : Localisation d'élevages intensifs porcins et avicoles, CPDT 2009

Table des matières : intégration au paysage des exploitations agricoles

1) Localisation.....	p1
2) Adjonction d'un nouveau bâtiment aux bâtiments existants.....	p2
3) Choix du terrain.....	p2
4) Implantation des bâtiments	p3
5) Respect du bâti existant.....	p4
6) La volumétrie du bâtiment.....	p5
7) Le toit du bâtiment.....	p5
8) Les portes extérieures.....	p7
9) Auvents.....	p8
10) Les annexes.....	p8
11) Les matériaux.....	p9
12) Panneaux.....	p10
13) Murs.....	p12
14) Les plantations.....	p13
15) Les stockages.....	p14
16) La paille.....	p14
17) Matériel agricole, déchets et matériaux divers.....	p15
18) L'habitation de l'agriculteur.....	p15

Intégration au paysage des exploitations

1) Localisation

Les agriculteurs rencontrent tout d'abord deux grandes options :

- l'adjonction à une exploitation existante
- une nouvelle localisation

Le choix de la localisation dépend, pour l'agriculteur, ...

... des contraintes foncières
être propriétaire du terrain ou posséder un droit de bâtir sur le terrain

... des contraintes fonctionnelles
proximité du logement de l'agriculteur, accessibilité (véhicules de gros tonnage), proximité des terres, viabilité (besoins en eau, en électricité)...

... des contraintes de voisinage
bruit, odeur (provenant des animaux, aliments et déjections)...

... des contraintes d'intégration
- au bâti existant
- au paysage en vue lointaine comme en vue rapprochée

Le choix de la localisation dépend aussi...

... de la destination générale de la zone et du caractère architectural du lieu

dans le village	en bordure du village	dans la zone agricole, à l'écart du village
<ul style="list-style-type: none"> - pas ou peu de connexion directe entre la ferme et les terres - accessibilité et équipement pas toujours adaptés à des exploitations de grande taille 	<ul style="list-style-type: none"> + proximité de la zone agricole 	<ul style="list-style-type: none"> + proximité des terrains de culture - coûts supplémentaires pour l'accessibilité et l'équipement
<ul style="list-style-type: none"> - contraintes de voisinage importantes 	<ul style="list-style-type: none"> + peu de contraintes de voisinage 	<ul style="list-style-type: none"> + peu de contraintes de voisinage
<ul style="list-style-type: none"> - contraintes pour le respect des gabarits existants - difficultés d'intégration au bâti traditionnel 	<ul style="list-style-type: none"> - contraintes pour le respect des gabarits existants - difficultés d'intégration au bâti 	<ul style="list-style-type: none"> + peu de contraintes d'intégration au bâti existant
<ul style="list-style-type: none"> + faible impact paysager 	<ul style="list-style-type: none"> + impact paysager modéré 	<ul style="list-style-type: none"> - impact paysager important

+ conservation de bâtiments existants	+ conservation de bâtiments existants	- abandon du bâtiment existant dans le village
+ évite le mitage de la zone agricole	+ évite l'éparpillement des bâtiments dans la zone agricole	- risque de mitage de la zone agricole

2) Adjonction d'un nouveau bâtiment aux bâtiments existants

Que ce soit dans le village ou en zone agricole, l'adjonction d'un nouveau bâtiment aux bâtiments existants permet une plus grande facilité d'intégration paysagère.

En effet, l'extension d'exploitations existantes permet d'éviter la dissémination de nouveaux bâtiments dans le paysage.

De plus, dans le cas de bâtiments anciens, il est regrettable de les laisser à l'abandon car ils ont souvent une valeur patrimoniale.

Il est parfois possible de conserver ces bâtiments avec leurs fonctions primitives en les adaptant respectueusement et en y intégrant judicieusement de nouvelles extensions tout à fait fonctionnelles.

Si l'option de délocalisation dans la zone agricole est choisie, la dispersion des nouvelles constructions sera évitée autant que possible.

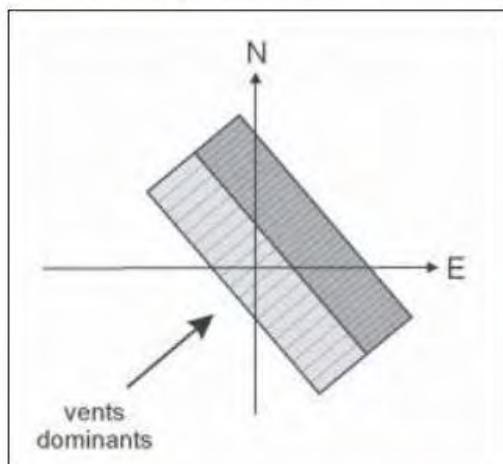
En effet, cette dissémination des exploitations est économiquement défavorable (coût élevé pour la construction des routes et des équipements connexes) et dégrade la qualité de nos paysages.

Dans la zone agricole, il est donc nécessaire de favoriser le regroupement des installations, dans le respect des normes sanitaires, en choisissant des lieux privilégiés à occuper en priorité.

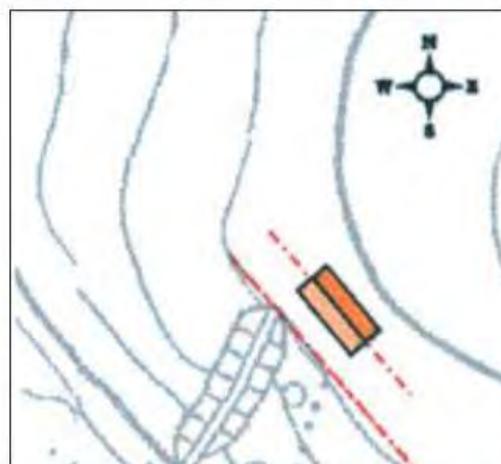
3) Choix du terrain

Eviter les lignes de crête, les fonds de vallée (impacts paysagers + intempéries) et les paysages ouverts (planter des bosquets autour du bâtiment).

Autant que possible, le choix du terrain combinera la possibilité de respecter le terrain naturel avec le choix d'une orientation optimale.



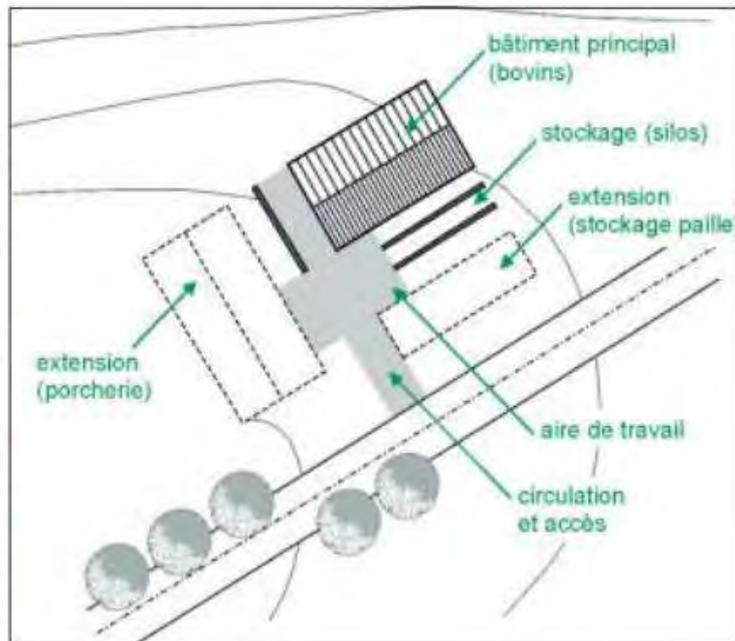
l'orientation sud-ouest est notamment idéale pour la ventilation des bâtiments de type «fermé»



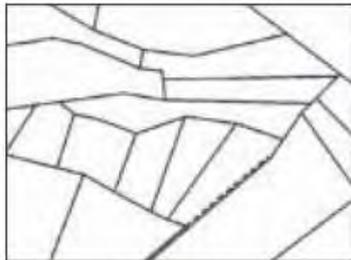
l'implantation de ce bâtiment fermé combine un fonctionnement optimal avec le respect des courbes de niveau du terrain

4) Implantation des bâtiments

- les extensions
envisager les implantations
des éventuelles extensions
- les circulations et accès
penser aux piétons, voitures, animaux,
déchets, tracteurs et engins
- les zones de stockages
pouvoir y accéder facilement
- les aires de travail
qui doivent être pratiques,
mais pas trop visibles
- les vents dominants -
l'orientation du bâtiment
- éviter que les odeurs ne se
dirigent vers le village et
l'habitation de l'exploitant
- favoriser la ventilation
naturelle, que ce soit dans le
cas d'un bâtiment ouvert ou
d'un bâtiment fermé.



Implanter le bâtiment suivant ses grandes directions :



extrait du plan cadastral

Les limites des parcelles traditionnelles sont les témoins d'un découpage des terres effectué avec bon sens, dans le respect du paysage et de ses diverses composantes (sol, climat, végétation, cours d'eau, relief, type de culture, ...).

Implanter le bâtiment suivant les grandes directions de la trame parcellaire conduit en général à sa bonne intégration dans le paysage.



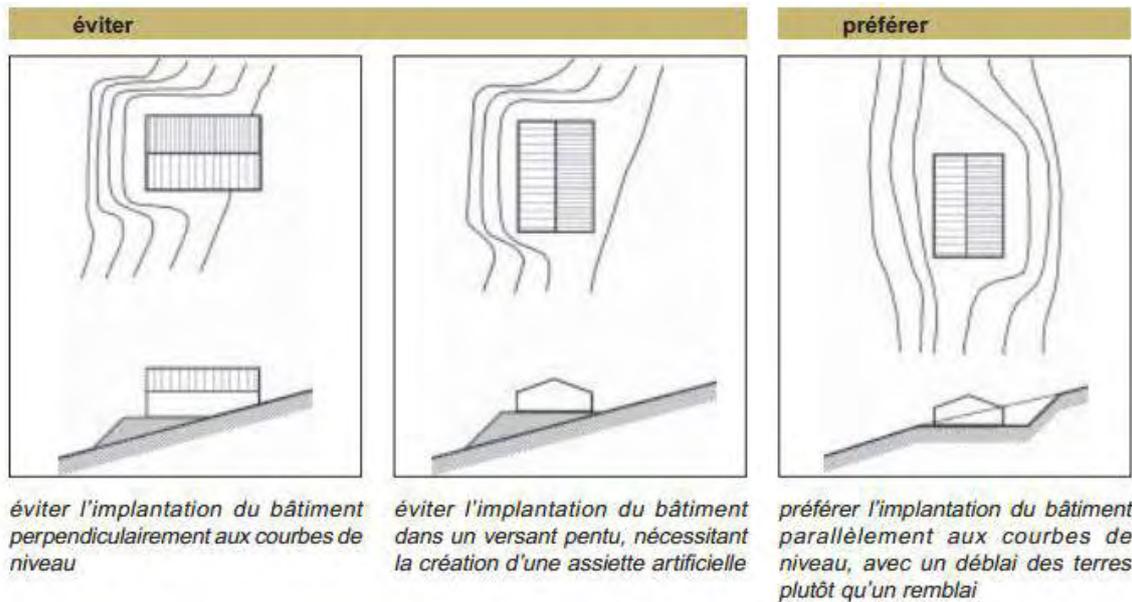
*extrait de la carte IGN
correspondante*

Ainsi, on s'implantera en priorité perpendiculairement ou parallèlement aux limites parcellaires, qu'il s'agisse de **la limite avec une voirie ou avec les parcelles voisines**. Cet aspect de l'implantation ne sera cependant pris en compte que pour autant qu'il respecte le relief du sol et le bâti existant.

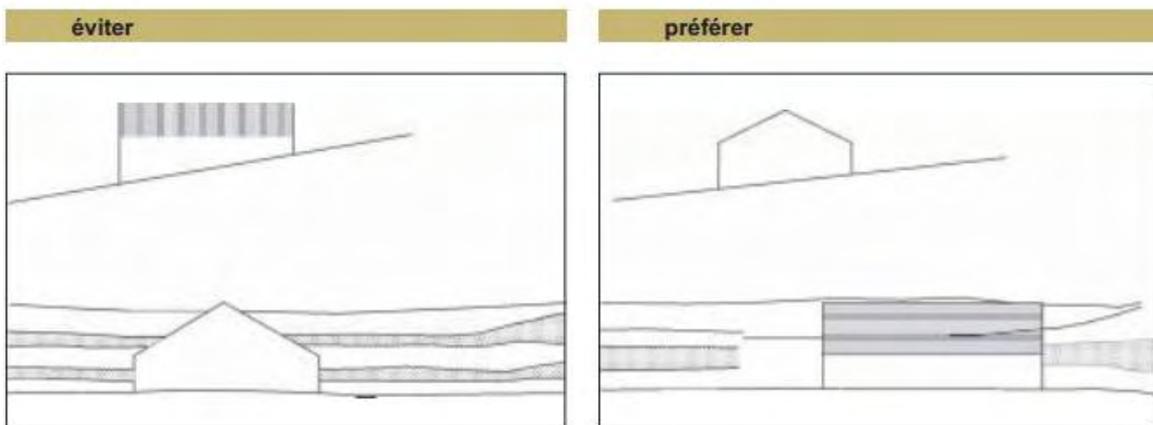


*implantation des volumes parallèlement aux courbes de niveau,
sur une des limites parcellaires*

Adapter la construction aux reliefs :



Adosser le bâtiment au paysage et suivre les lignes de force :



5) Respect du bâti existant

éviter l'implantation de nouveaux volumes qui ne tiennent pas compte des volumes existants et qui conduisent à une déstructuration de l'ensemble bâti

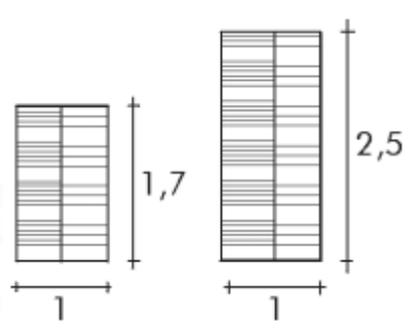
préférer une implantation perpendiculaire ou parallèle aux bâtiments existants, en veillant à laisser des espaces fonctionnels libres

Développement d'une exploitation à partir d'une ferme traditionnelle : éviter la création de nouveaux bâtiments jouxtant les anciens et empêchant leur lecture. Préférer la création de nouveaux bâtiments dissociés de l'ancien ensemble mais organisés dans le respect des mêmes axes de composition.

6) La volumétrie du bâtiment

Privilégier une volumétrie simple (angle droit,...).

Afin de faciliter l'intégration paysagère, on peut se baser sur un rapport idéal entre le mur gouttereau et le mur pignon variant de 1,7 à 2,5.
Il est recommandé de ne pas dépasser 1200 m² de superficie au sol et une longueur de 70 m maximum.



Sinon, scinder le bâtiment en deux volumes.

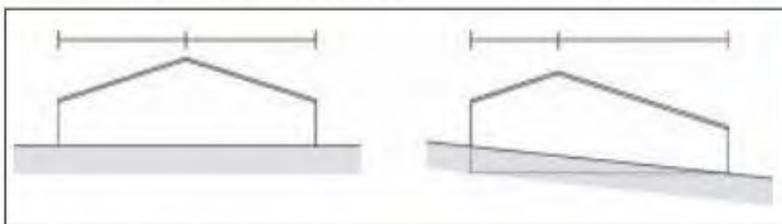
- Réaliser une rupture du bandeau ouvert sous la gouttière.
- Adopter une structure apparente pour rythmer la façade.
- Planter de hautes tiges pour atténuer l'impact du bâtiment.
- Placer une ou plusieurs portes si la fonction le justifie.

Hauteur du bâtiment : d'après la spéculation, les engins, le contexte paysager,...

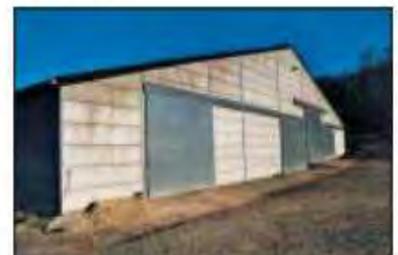
7) Le toit du bâtiment

L'inclinaison des deux versants d'une même toiture sera identique, de manière à obtenir un volume plus équilibré.

De façon générale, **les versants doivent être de même longueur de pente**. Certaines configurations de terrain permettent cependant une bonne intégration de volumes à versants non symétriques. Certains bâtiments de stockage sont parfois réalisés avec des volumes à un seul versant.



des versants de toit parfois de longueurs différentes en fonction du relief



Adopter pour des pentes de toiture suffisante (20°) et éviter les débordements de toiture sur les pignons.

Eviter un prolongement de toit qui ne serait pas de la même inclinaison que le toit de base.

Les matériaux du toit

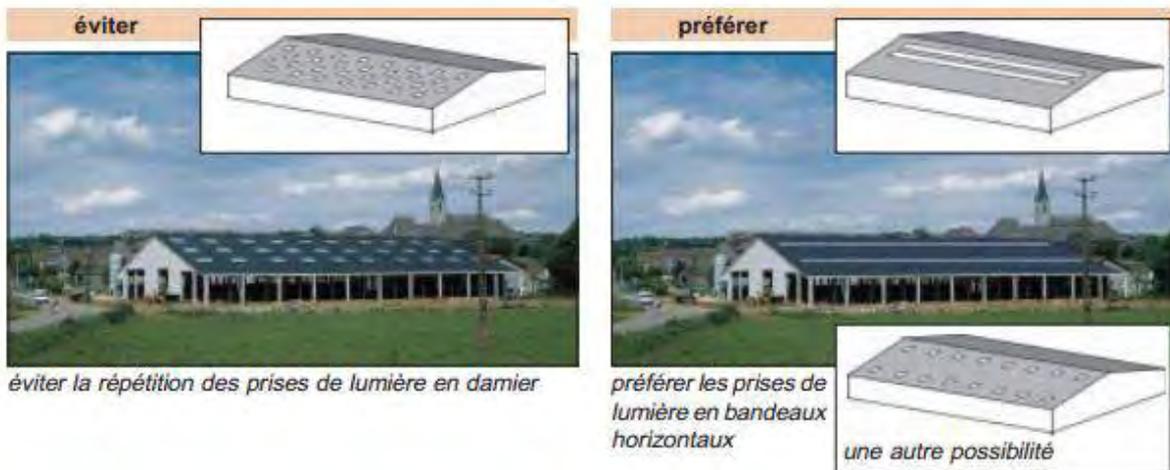
Actuellement, on trouve principalement des toitures recouvertes par des plaques ondulées en fibre-ciment ou par des profilés métalliques.

La toiture sera de préférence sombre et mat (gris foncé plutôt que noire et gris ardoise).

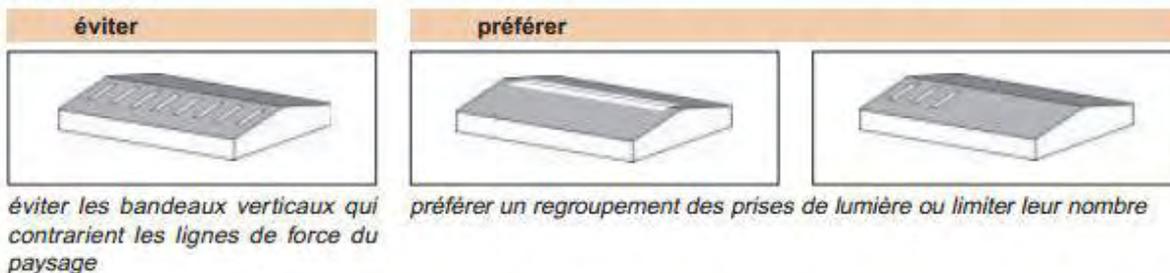
Dans les régions de tuiles «rouges», l'utilisation de plaques ondulées de teinte «rouge orange» en couverture de toit sera réservée aux exploitations situées à proximité de bâtiments existants couverts de tuiles «rouge orange».

En zone agricole non encore exploitée, la teinte «gris foncé» est préférable.

Les ouvertures de toitures

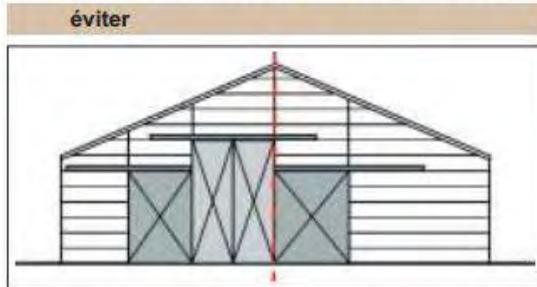


Les profilés métalliques étant des éléments de plus grande dimension, il est moins évident de réaliser des bandes horizontales. On privilégiera un éclairage par le faite du toit ou on limitera le nombre d'ouvertures.

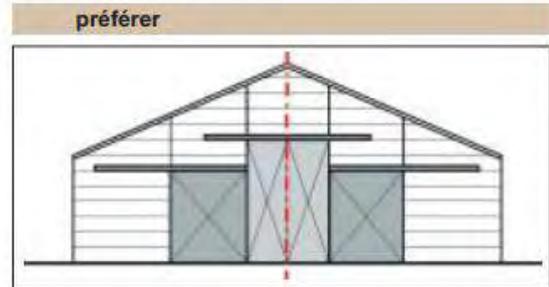


8) Les portes extérieures : Très souvent sur le mur pignon

Les portes seront disposées régulièrement par rapport à l'axe du toit. Un bâtiment sera visuellement «stable» si la porte principale est située dans l'axe du faîte du toit. Selon les cas, une autre solution consiste à disposer des portes de même hauteur sous un rail unique.

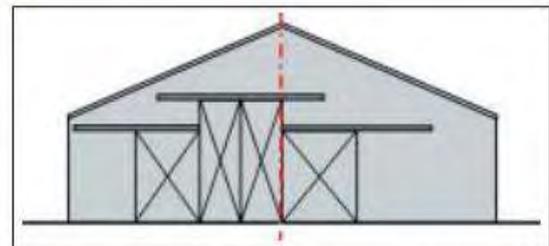


éviter une structure qui ne respecte pas l'axe du faîte du toit



préférer une structure et un positionnement des portes en relation avec le faîte du toit

ou



préférer l'emploi d'un même matériau ou d'une même teinte pour les portes et les murs

Lorsque les contraintes techniques ne le permettent pas, les murs et les portes seront réalisés dans un même matériau ou une même teinte car, dans ce cas, la localisation et les dimensions des portes ont moins d'impact sur la composition de la façade.

Lorsque la hauteur sous gouttière du bâtiment le permet, des portes de même hauteur permettent la pose d'un seul rail et donc la simplification de la composition du pignon.

Cache rail de fixation des portes :

Les rails de fixation des portes coulissantes sont généralement très présents dans la perception d'une façade, notamment en raison de l'importance du cache-rail.

Dans la mesure des possibilités techniques, on veillera à les rendre les plus discrets possible, voire à les intégrer à l'intérieur du bâtiment.

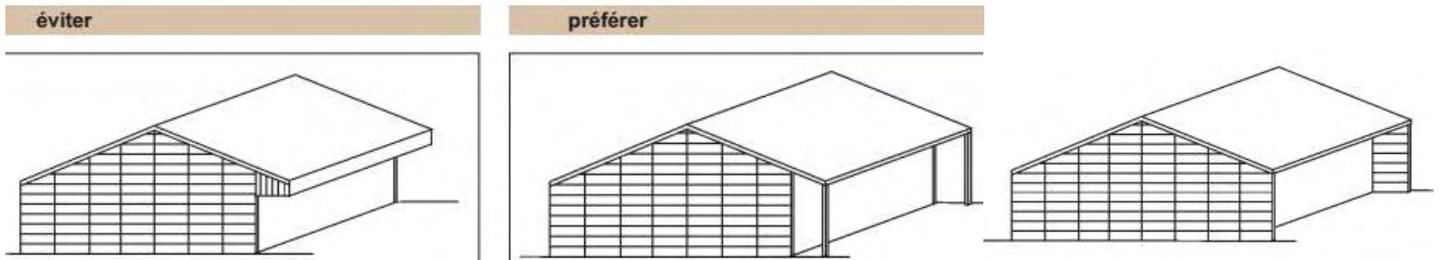


un exemple de cache-rail intégré dans le bardage métallique du pignon



des portes sur charnières

9) Auvents



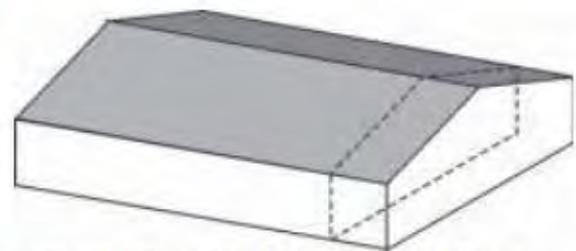
10) Les annexes



Regrouper au maximum diverses fonctions sous un même toit évite de multiplier les volumes et ce, dans les limites des règles sanitaires. Par exemple, prolonger un versant de toiture en auvent pour le stockage du matériel.

Lorsque la construction d'une annexe est nécessaire, il faut respecter **l'unité de volume et de matériaux** du ou des bâtiments principaux : même matériaux et même pente de toiture.

Une première possibilité est d'ajouter une travée dans la longueur d'un bâtiment à ossature.

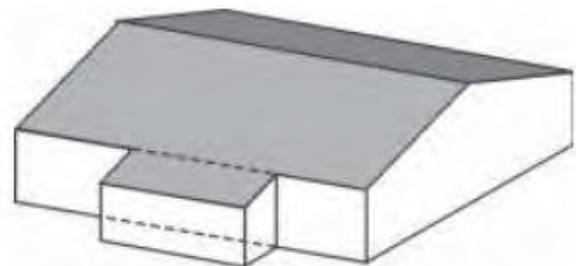


ajouter une travée dans la longueur d'un bâtiment

Pour intégrer un volume secondaire de faible importance, on l'accolera à un bâtiment existant.

Lorsque ce volume a suffisamment d'importance, il sera de préférence disjoint.

Le volume secondaire, tout en étant respectueux des volumes existants, sera également un volume bien proportionné en soi.



prolonger un versant



un volume partiellement disjoint



11) Les matériaux

En Wallonie, les matériaux qui conviennent sont :

- Le bois en parement, la teinte gris foncé en toiture
- La brique rouge ou du silex lavé beige/brun à côté de bâtiments en brique rouge
- Des teintes de gris moyen en parement dans un environnement de pierre calcaire

Choisir un même matériau de construction pour l'ensemble des murs, et également pour les portes, plutôt foncés, mais pas noirs. Les matériaux doivent être mats.

La teinte verte employée dans divers matériaux industrialisés (filets brise-vent, profilés, ...) est à éviter.

En effet, ces teintes vertes ne sont pas exactement semblables aux teintes naturelles des végétaux. Dès lors, l'objectif de mieux intégrer le bâtiment n'est jamais atteint.

Les teintes grises ne doivent pas faire référence à la teinte de l'ardoise naturelle.

En effet, le bleu «ardoise» provient des reflets du schiste et ne se justifie pas pour des matériaux industrialisés.

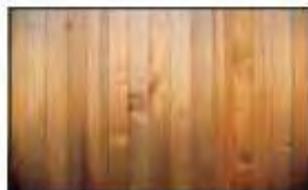
Pour les murs, le bois est un bon matériau.

Afin d'assurer la pérennité de ce matériau, l'utilisation du bois dans la construction doit s'effectuer en respectant «les règles de l'art» liées à ses spécificités, notamment :

- ❖ en évitant le contact direct et permanent du bois avec l'eau (pas de contact direct avec le sol, bonne ventilation, protection des pièces d'about, etc....),
- ❖ en apportant une attention particulière aux traitements de préservation et de finition.



pose à clin



pose à rainure et languette



pose avec un couvre-joint



pose ajourée

Les essences ne nécessitant aucun traitement

Des essences d'importation comme le cèdre ou des essences locales comme le châtaignier sont naturellement résistantes et ne nécessitent aucun traitement.

Le traitement des bois par imprégnation en autoclave de sels

La plupart des bois utilisés pour la construction agricole nécessitent des traitements de préservation contre certains risques (champignons et insectes).

L'imprégnation en autoclave de sels est vivement recommandée pour les bois qui nécessitent ce traitement de préservation.

Selon les performances de l'essence choisie, un traitement de protection complémentaire est parfois nécessaire.

Les essences qui ne nécessitent pas de traitement complémentaire à l'imprégnation en autoclave de sel :

Les pins : **pin sylvestre, pin maritime, pin rouge du nord.**

Le traitement en autoclave de sels donne au bois un léger reflet verdâtre qui s'estompe progressivement dans le temps. Le bois ainsi traité se patine en grisonnant. Il vieillit et peut se fissurer car il est soumis aux variations climatiques, hygrométriques et aux ultra-violets. **Ce vieillissement ne compromet pas la pérennité du bois traité.** Le grisonnement contribue à intégrer le bâtiment dans son environnement.

Les essences qui demandent un traitement complémentaire à l'imprégnation en autoclave de sel :

Certains bois locaux (sapin, épicéa, douglas, mélèze) aux capacités d'imprégnation moindres nécessitent un traitement de finition qui doit être renouvelé régulièrement.

Les autres traitements de préservation du bois

Les autres traitements (trempage ou imprégnation en autoclave de créosote) nécessitent un entretien régulier par l'application d'une finition protectrice, soit parce que le traitement n'est pas complet, soit parce que sa finition n'est pas homogène.

Comme les produits utilisés pour la finition (substances hydrocarbonées) ne sont pas sans toxicité, le choix d'une essence suffisamment imprégnable et traitée avec des sels est préférable.

12) Panneaux

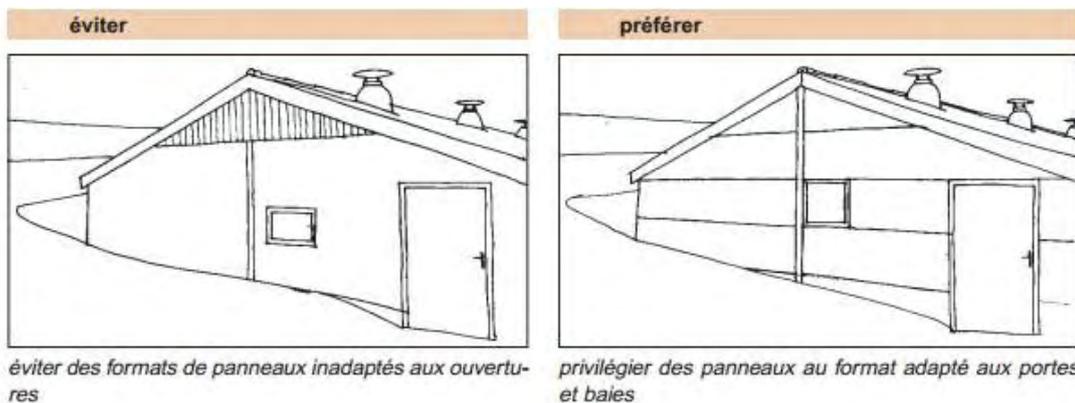
Panneaux de remplissage préfabriqués

Ces panneaux préfabriqués sont employés dans le cadre de constructions industrielles comportant une ossature - métallique ou en béton - entre laquelle sont intercalés des panneaux modulaires.

Ce système constructif peut notamment permettre de rythmer un bâtiment de grande longueur grâce à son ossature apparente.

Par contre, il **ne devrait être utilisé que dans le cas où l'organisation intérieure permet la réalisation de pignons à structure régulière** (pas de découpes importantes au niveau des ouvertures).





La finition des structures apparentes est déterminante pour la bonne intégration d'un bâtiment en panneaux préfabriqués.

Les structures apparentes seront :

- ❖ soit en acier galvanisé (trempé à chaud) non peint, présentant le double avantage de ne pas devoir être entretenu et d'être de teinte plus neutre ;
- ❖ soit peintes dans la même teinte que les panneaux de remplissage; dans la plupart des cas, les applications antirouille rouges ou noires ne seront donc pas laissées apparentes.

Panneaux modulaires

Ces panneaux existent en deux types de finition:

- ❖ en béton lisse, dont la teinte gris clair correspond à la teinte du ciment. Dans la pratique, cette teinte grise apparaît parfois trop claire dans l'environnement; il est donc recommandé d'employer des panneaux de béton lisse le plus foncé possible ou dans lesquels les matériaux naturels (sable) de teinte gris foncé ont été incorporés;
- ❖ en béton de silex lavé (surface extérieure de gravier de silex aux tonalités variables); cette diversité de teintes permet de s'adapter au contexte bâti, notamment par le choix de teintes foncées.

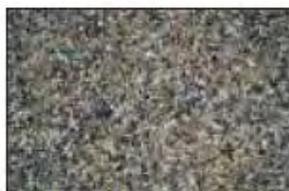
On utilisera notamment :



un béton de teinte gris moyen qui s'intègre à un environnement de pierre calcaire



béton de silex lavé de teinte beige foncé et grès



béton de silex lavé de teinte gris foncé et schiste



Les profils métalliques

Employés essentiellement pour la protection des bâtiments de stockage ou des bâtiments d'élevage ouverts, les profilés métalliques permettent une bonne intégration dans le paysage si l'on fait le choix de teintes neutres adaptées.

13) Murs

Teintes gris moyen à foncé. Dans le cas d'un bâtiment bardé de profilés métalliques, utiliser une même teinte pour le toit et les murs.

Les maçonneries

Les maçonneries sont soit en blocs de béton soit en briques. D'une utilisation plus rare en raison de leur coût et de la taille des bâtiments à construire, ces matériaux peuvent néanmoins être intéressants à mettre en oeuvre dans le cas d'un nouveau bâtiment situé dans un cadre bâti existant ou dans le cas de petits bâtiments.

La maçonnerie en blocs de béton

La teinte des maçonneries en blocs de béton sera choisie dans la gamme des gris moyen à gris brun. D'une façon générale, le gris moyen est adapté à l'ensemble des régions de pierre.

Pour les régions à dominante schisteuse, un gris plus foncé sera privilégié. Pour les régions à dominante gréseuse, les teintes gris brun seront plus adaptées.

Le rejointoyage sera effectué avec un mortier de même teinte que le bloc.

La maçonnerie en briques

A proximité de bâtiments existants en briques, le choix d'une brique rouge de teinte foncée peut parfois s'imposer.

Les matériaux brise-vent

Des planches de bois disposées verticalement de façon ajourée permettent de créer un système de ventilation et d'éclairage plus performant que les filets «brise-vent» synthétiques, notamment parce que ces derniers se déchirent ou s'obturent de poussières ou d'eau de condensation. L'utilisation du bois comme brise-vent permet en outre de limiter la diversité des matériaux et de préserver une unité de teinte globale, en évitant les teintes vertes ou noires.

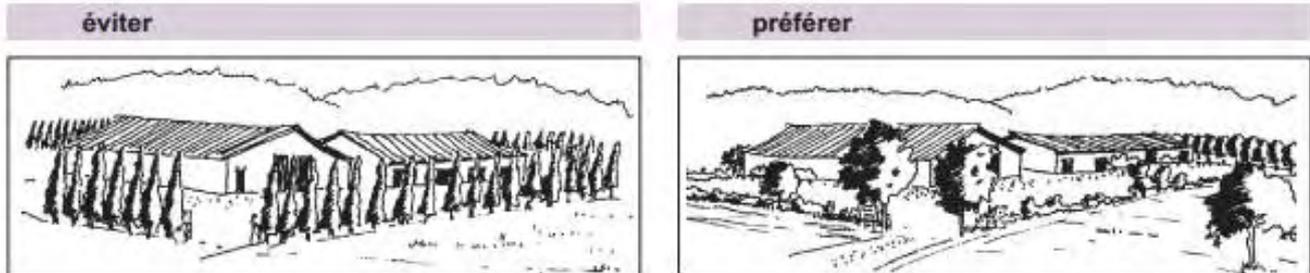
14) Les plantations

Contre le vent, la pluie, le soleil, pour le drainage, la structure du sol.

Le végétal structurant : arbre isolé ou ligne d'arbres, une haie taillée ou libre, un verger ou un bouquet d'arbres.

Le végétal non structurant : semis de fleurs sur un excédent de voirie.

! Ne pas camoufler le bâtiment mais l'accrocher au paysage



On peut, par exemple :



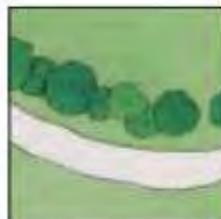
créer un repère
pour marquer l'entrée
de l'exploitation



indiquer l'orientation
de l'exploitation



souligner la présence
d'un chemin



relier des bâtiments entre
eux, ou à un bosquet



relier l'exploitation
à la voirie

Privilégier des essences locales tout en tenant compte des notions suivantes

Entretien

On préférera des plantations de base (engazonnement, essences locales) à des végétaux compliqués et demandant un entretien lourd.

Toxicité

On prendra également garde à bannir toute plante toxique à proximité des animaux.

Besoins techniques

Pour assurer le bon développement du végétal, on prendra soin de choisir une essence adaptée aux caractéristiques du sol (humidité...).

Pluralité

Mélanger plusieurs essences indigènes permet une meilleure stabilité et une moindre vulnérabilité aux attaques de parasites tout en présentant un aspect tout à fait naturel et varié.

Et encore...

On ne négligera pas l'intérêt de la plantation d'arbres fruitiers. Leur production peut être un atout pour l'exploitation.

15) Les stockages

■ PRIVILÉGIER L'ENCASTREMENT DANS LE RELIEF

On tirera profit du relief (dénivelé du terrain par exemple) pour y encastrer un silo.
On épargnera les vues principales de l'exploitation ou celles présentant un intérêt paysager plus grand au détriment de vues cachées (arrière de l'exploitation).
Les vues lointaines comme les vues rapprochées sont concernées.



■ LE REGROUPEMENT AVEC LES BÂTIMENTS

On peut par exemple tirer profit d'une cour entourée de bâtiments en U pour y situer les stockages.



Silos couloirs et fosse à fumier



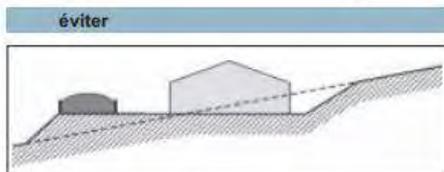
Le stockage du préfané dans des silos-couloirs nécessite un investissement plus élevé (création d'une aire bétonnée et de murets) mais est finalement moins onéreux que la formule de stockage en balles enrubannées.

Toutefois, les silos couloirs occupent une plus grande surface au sol et le lestage des bâches par des pneus usagés rend ces conteneurs peu intégrés à leur environnement.

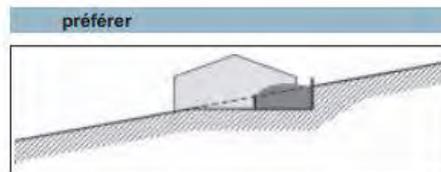
Une bonne intégration de ces zones d'entreposage passe par :

- ❖ l'exploitation du relief
- ❖ l'intégration de la zone d'ensilage parmi les constructions de l'exploitation, au même titre qu'un bâtiment.

L'intégration des fosses à fumier respectera les mêmes critères.



éviter la création de remblais



préférer s'adosser au relief du terrain

Balles enrubannées : couleur : vert olive

Silos tours : une seule couleur, plutôt foncée neutre.

16) Paille

Les ballots de paille peuvent être, soit entreposés dans des hangars de stockage ouverts, même de petite surface, soit stockés sous forme de meules recouvertes par une bâche plastique. La construction de hangars, bien que plus coûteuse que l'emploi de meules, permet cependant d'éviter les pertes inhérentes à ce type de stockage et de ne pas démultiplier les bâches plastiques dans le paysage.

17) Matériel agricole, déchets et matériaux divers

Créer des accès enherbés, empierrés, planter des arbres des haies, ranger,...

18) L'habitation de l'agriculteur

■ LA SOBRIÉTÉ DE L'EXPRESSION ARCHITECTURALE

Les lucarnes ou les brisis de toiture seront évités car non présents sur les bâtiments de l'exploitation moderne.

Une volumétrie la plus simple possible, compacte, sans annexe ni découpe sera plus en harmonie avec les grands volumes de l'exploitation.

■ L'UNICITÉ DE MATÉRIAUX ET/ OU DES TEINTES

On veillera à respecter au maximum une unité de matériaux sur l'ensemble du site, éventuellement en différenciant l'habitation par une mise en oeuvre plus soignée de matériaux déjà employés pour l'exploitation.

■ LE BON AMÉNAGEMENT DES ABORDS

Une cour d'accès commune, la plantation d'arbres isolés ou en bouquet assurant la liaison visuelle entre des gabarits différents seront autant de possibilités de transition entre l'habitation et les bâtiments de la ferme.

Référence bibliographique

Conseils pour l'intégration paysagère des bâtiments agricoles, Paysage agriculture, Ministère de la région wallonne

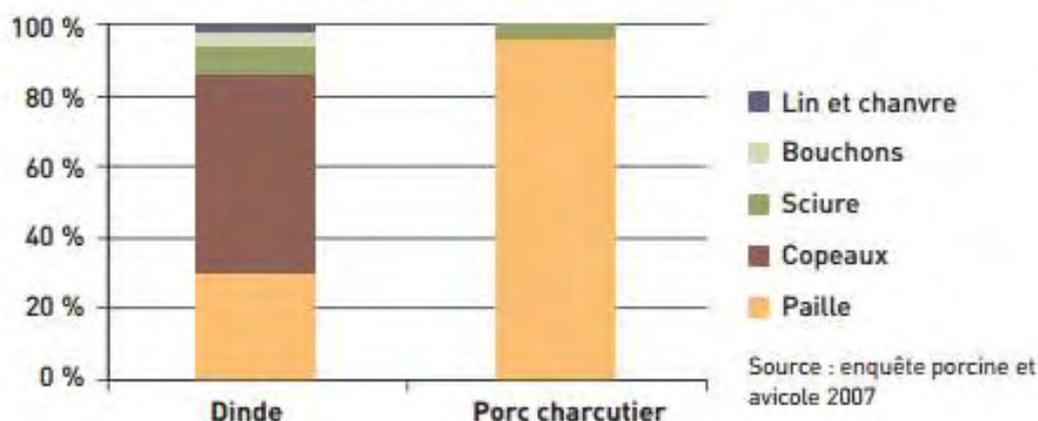
Table des matières : la litière et sa gestion

I.	Les différents matériaux utilisés comme litière.....	p1
	1) Paille	
	2) Copeaux et sciure de bois	
	3) Résidus de désencrage	
	4) Lin	
	5) Miscanthus	
	6) Alpiste roseau	
	7) Lupin	
	8) Canola	
	9) Cannes de maïs	
	10) Saule	
	11) Autres	
	12) Matériau d'avenir : la tourbe de sphaignes	
II.	Les différentes techniques de gestion de la litière.....	p4
	1) Litière biomaitrisée	
	2) Litière raclée	
	3) Litière accumulée	
	4) Litière mince	
	5) Litière profonde	
	6) Litière à écoulement continu	
	7) Système High Rise	
III.	Aspects bien-être et santé.....	p8
	1) Bien-être des porcs élevés sur litière	
	2) Santé des porcs élevés sur litière	
IV.	Odeurs.....	p9
V.	Caractéristiques des fumiers produits – Valeur agronomique des composts de fumiers de porcs.....	p11
VI.	Essais.....	p13
VII.	Dimension économique.....	p15

La litière et sa gestion en élevage de porcs bio

I. Les différents matériaux utilisés comme litière

GRAPHIQUE 1 : PRINCIPALES LITIÈRES UTILISÉES



1) Paille

Les **pailles de céréales** constituent la première source de litière. Elles sont le plus souvent disponibles localement, mais peuvent également venir d'autres régions voire de l'étranger, et apportées entières ou broyées. Elles sont majoritairement utilisées en élevage de porcs, où les pailles de blé, d'orge et de triticale représentent près de 80 % des substrats utilisés

Des pailles de pois, avoine, colza ou maïs peuvent également être utilisées, mais elles le sont toujours en association avec de la paille de blé.

Approvisionnement :

Paille : pénuries conjoncturelles (aléas climatiques), utilisation dans les filières énergétiques ou enfouissement pour maintenir le taux de matière organique des sols. De plus, un certain nombre d'éleveurs ne disposent pas des surfaces suffisantes en céréales à paille et sont donc contraints de s'approvisionner à l'extérieur.

TABLEAU 1 : RENDEMENTS MOYENS EN PAILLE DE DIVERSES CULTURES

Culture	Rendement (t MS/ha)
Blé (paille)	5
Orge (paille)	3 à 4
Triticale (paille)	6 à 7
Colza (paille)	2 à 5
Blé, colza (menue paille)	1 à 2

TABLEAU 3 : QUANTITÉS MOYENNES DE PAILLE PAR ANIMAL EN PRODUCTION PORCINE

	Truie gestante kg/truie/100j	Porc charcutier kg/porc/110j
Litière accumulée	237 (de 166 à 309)	96 (de 63 à 130)
Litière raclée	121 (de 88 à 155)	54 (de 31 à 77)

Source : enquête CRA Pays de la Loire, 2010

2) Copeaux et sciure de bois

Les sciures humides proviennent du sciage de bois rond alors que les sciures sèches proviennent d'usine de seconde transformation (portes et châssis). La sciure permet un abattement de l'azote très important dès le bâtiment d'élevage et produit un fumier facilement exportable.

En élevage de porcs, la sciure est plus rarement utilisée. Elle peut l'être en couche profonde ou fine.

Des difficultés, liées à la grande diversité des produits, sont parfois rencontrées : ainsi, le taux de matière sèche peut varier de 50 à 90 %...

Les animaux sont parfois sales et on observe donc certains cas de problèmes sanitaires (types entérotoxines).

► **Copeaux et sciures** : utilisation dans les filières énergétiques.

Des problèmes d'approvisionnement et de coût semblent ainsi se profiler pour les éleveurs, d'autant plus que les gisements de matériaux sont parfois éloignés des lieux d'utilisation comme litière.

3) Résidus de désencrage

- le papier journal : seulement le noir et blanc
- Propre, biodégradable
- Excellente absorption

4) Lin

5) Miscanthus

Le Miscanthus est une graminée pérenne (15 à 20 ans), utilisée comme biocombustible, pouvant également servir de litière. Le rendement est de 15 t MS/ha à partir de la 5^e année. L'implantation est coûteuse, ce qui limite son utilisation.

6) Alpiste roseau

- vivace des milieux humides

- Très envahissante
- Aucune étude comme litière mais pourrait faire l'affaire

7) **Lupin**

- Bonne litière si le taux d'humidité varie de 10 à 14 %, évite les champignons
- Hacher finement

8) **Canola**

- culture annuelle
- Hacher

9) **Cannes de maïs**

- Attendre longtemps pour obtenir un séchage à 85% MS
- Pressage comme le foin

10) **Saule**

- sur sols lourds, pauvres, frais et humides
- Bonne litière pour porcs si hachée

Avantages:

- ✓ Plante pérenne (plus de 20 ans de production)
- ✓ Potentiel de rendement élevé (plus de 11 t/ha/an sur base sèche)
- ✓ Développement dans des sols humides, abords de cours d'eau
- ✓ % de cendre: 1 à 2,7 %

Inconvénients:

- ✓ Coût d'implantation élevé (4 500 \$/ha)
- ✓ Établissement par boutures
- ✓ Production et récolte nécessite la machinerie spécialisée
- ✓ Humidité à la récolte (environ 50 %)

11) **Autres**

- Coques d'arachides
- Compost de champignons usagé
- tourbe
- balles de riz

12) **Matériaux d'avenir : la tourbe de sphaignes**

- Peut absorber 20x son poids
- Génère plus de poussières que la paille
- La sphaigne permet de contrôler les odeurs de litière de porcs en absorbant l'ammoniaque et l'hydrogène sulfuré. La quantité nécessaire pour réduire de façon significative les odeurs est d'environ 10% de sphaigne sur une base volumique.



<i>Types de litière</i>	<i>Avantages</i>	<i>Désavantages</i>
Bran de scie (sciure de bois)	Excellente absorption, Facilité de compostage Bien connu	Demande élevée, offre faible, coût élevé
Copeaux de bois ¹	Matériel propre	Absorption médiocre, compostage plus difficile, demande élevée en production de poulets à griller
Écorce de bois	Demande faible, faible coût	Litière humide, matériel brut de grosseur inégale, compostage très médiocre
Paille de céréales ¹	Faible coût	Faible absorption, compostage plus difficile, problème de reprise avec paille longue (croûte)
Résidus de tiges de maïs hachées ¹	Faible coût	Litière humide

II. Les différentes techniques de gestion de la litière

1) Litière biomaitrisée

- litière préférablement de sciure
- épaisseur varie de **60 à 90 cm**
- **enzymes** biologiques incorporées à la litière avec les déjections, pour intensifier l'activité des bactéries naturellement présentes dans les déjections de porcs. Cette activité microbienne dégrade ainsi rapidement la cellulose et la lignine de la litière.
- dégagement de chaleur résultant de cette activité : températures de **30°C en surface et de plus de 50 à 60°C à une profondeur de 30 cm**
- l'activité microbienne capte l'azote du lisier avant qu'il ne se volatilise (élimination des odeurs) et sèche la litière (fumier solide).
- démarrage de l'élevage sur sciure biomaitrisée :
 - mise en place d'un fond de 20 cm d'un mélange litière, lisier et enzymes de fermentation

- la litière est amenée à une épaisseur de 70 cm et plus
- délai de quelques jours (10 à 12) est recommandé pour que l'activité microbienne soit bien démarrée au moment de l'arrivée des porcs
- 1 à 2 fois par semaine, les déjections restées en surface sont réparties et enfouies dans la litière et une dose du produit enzymatique est ajoutée (recommandations du fabricant). À cette même occasion, le brassage de la litière est effectué. Tous les 12 à 18 mois, la couche superficielle de 20 cm est renouvelée par de la litière fraîche. **Un vide sanitaire de 2 semaines est recommandé entre deux bandes.** La totalité de la litière est renouvelée tous les 3 ou 4 ans.

Il est possible de bien réussir l'élevage sur litière profonde sans l'utilisation de produits enzymatiques. La gestion de la litière est alors la même que ci-dessus, sauf pour le démarrage où les porcs sont introduits directement sur la litière fraîche.

2) Litière raclée

- Fumier évacué une à deux fois par semaine
- Litière fraîche ajoutée au même rythme

3) Litière accumulée

- Litière plutôt de paille
- Utilisation également à des **produits enzymatiques ou pas** (varie d'après les sources <http://www.agrireseau.qc.ca/porc/documents/%C3%89tat%20situation%20liti%C3%A8re%2027-04-2006.pdf>)
- Pratique demandant beaucoup moins de main-d'œuvre, particulièrement pour le déplacement, l'enfouissement et le travail de la litière de même que pour l'épandage du produit enzymatique
- démarrage de l'élevage sur litière accumulée :
 - mise en place d'une litière d'environ 20 à 30 cm de paille entière
 - l'ensemencement au produit ne se fait qu'au besoin et seulement sur les zones souillées
 - ajout régulier de litière afin de maintenir la surface de la litière sèche et d'éviter tout écoulement de purin.
- Cette technique ne permet pas un compostage aussi intense que la litière biomâtrisée et l'évaporation se fait plus lentement. Ainsi les températures atteintes dans la litière en cours d'élevage sont moins élevées et **l'évacuation de la litière est effectuée entre chaque bande.** Ceci permet de désinfecter les parcs entre chaque entrée de nouveaux porcs, les températures de compostage n'étant pas suffisantes pour assurer l'hygiénisation de la litière.

Litière accumulée utilisée chez des porcs à l'engraissement :

- Paillée : 40 à 80 kg de paille par porc

- Sur sciure : 0,1 à 0,2 m³ de sciure par porc
En zone humide, température de la litière = 26-27°C en moyenne
En zone sèche, la température atteint 40-45°C.

4) Litière mince

- compostage de la litière activé par l'apport de produits enzymatiques mais le complexe enzymatique est fourni directement dans l'alimentation du porc plutôt qu'incorporé aux déjections et à la litière
- épaisseur de 25 à 40 cm
- un minimum de litière est ajouté en cours d'élevage
- la litière doit **être évacuée après chaque bande d'élevage**, une épaisseur de quelques centimètres étant cependant laissée dans le parc afin d'inoculer la litière fraîche de la bande suivante
- **La litière évacuée est compostée à l'extérieur afin de détruire les germes pathogènes et peut être réutilisée comme litière pour trois ou quatre bandes supplémentaires**
- Aucun travail de la litière n'est recommandé

5) Litière profonde

- même principe que la litière biomâtrisée (70 cm et plus d'épaisseur), mais pas d'ajout de produits enzymatiques
- température : 30-40°C en profondeur, 20-25°C en surface
- retourner et mélanger régulièrement la litière (Texier, 1999)

6) Litière à écoulement continu

- technique basée principalement sur l'aménagement du bâtiment
- une trémie (ou râtelier) accessible aux porcs et placée près de celle pour l'alimentation fournit la paille longue, puis le plancher en pente permet à cette litière de se déplacer graduellement vers le bas de la pente, où se situent la zone de déjections et la rigole de raclage
- les quantités de paille utilisées n'assurent pas nécessairement toute l'absorption du liquide par la litière. Ainsi, on doit prévoir un système de récupération des urines non absorbées ou non évaporées
- la technique d'élevage sur litière en écoulement est le système qui s'adapte le mieux à la mécanisation des opérations reliées à la litière mais production plus élevée d'ammoniac de par le fait que les porcs manipulent sans cesse la litière.

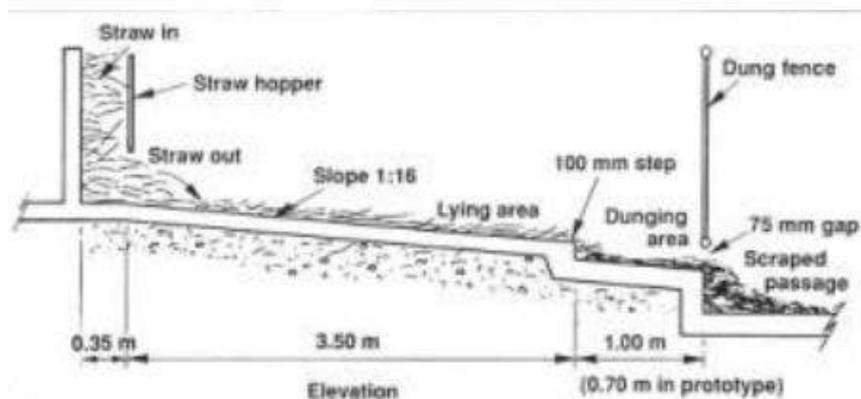


Tableau 5.4 Caractéristiques des techniques d'élevage du porc sur litière.

Technique	Litière utilisée		Fumier produit	Réduction de volume
	Type	Quantité (m ³ /porc produit)	Quantité (m ³ /porc produit)	(%)
Biomâtrisée	Sciure	0,3 à 0,7	< 0,25	> 70 %
Accumulée	Sciure	0,73	0,36	60
	Paille	0,7 à 1,2	0,3 à 0,5	40 à 65
Mince	Sciure	0,3 à 0,5	0,2 à 0,45	25 à 50
À écoulement	Paille longue	0,15 à 0,45 ¹	0,15 à 0,50	40 à 80

¹ Une quantité minimum de 0,45 m³ de paille par porc par jour permet de gérer les déjections sous forme solide seulement.

7) Système High Rise

Le système High Rise s'applique aux élevages spécialisés en croissance-finition. Le bâtiment est muni de caillebotis, mais il comprend une cave profonde sous le plancher au fond de laquelle est étendue une litière. Si ce système comporte les avantages environnementaux et agronomiques de la gestion solide des déjections, il est important de mentionner qu'il n'améliore en rien les conditions d'élevage des animaux.

En résumé, les principaux avantages de l'élevage sur litière :

- réduction du potentiel d'odeurs et des volumes de fumiers à gérer
- concentration de la charge fertilisante
- gestion d'un fumier solide plutôt que liquide
- stabilité de l'azote contenu dans le fumier
- meilleure perception de la population pour cette technique.

Toutefois, certains inconvénients se dessinent :

- perte importante d'azote au bâtiment
- augmentation des coûts de chauffage, de ventilation et de gestion

- augmentation de la main-d'œuvre nécessaire
- problème éventuel de rareté de la litière
- un certain risque sanitaire

III. Aspects bien-être et santé

1) **Bien-être des porcs élevés sur litière**

Le recours à l'élevage sur litière améliore le confort des animaux et ce, quel que soit le type de litière utilisée. Le contact avec la litière, qui constitue pour les animaux un plancher souple et procurant de la chaleur, améliore leur bien-être, particulièrement lorsque la température ambiante est basse. Un risque de stress existe cependant durant les journées les plus chaudes de l'été durant lesquelles une ventilation plus importante et une litière plus mince réduiront l'effet de ce stress.

Les observations indiquent également que les porcs élevés sur litière sont plus enjoués et moins agressifs que ceux élevés sur caillebotis. Ainsi, Bohmer et Hoy (1993) indiquent que les porcs sur litière biomâtrisée s'assoient moins et sont davantage engagés dans des activités exploratoires qui correspondent à des besoins comportementaux de base. Ils passent également moins de temps en interactions agressives avec d'autres congénères, la fréquence des combats, des morsures d'oreilles et de queues et des frottements étant significativement plus faible pour les porcs sur litière tout au long de la période d'élevage.

2) **Santé des porcs élevés sur litière**

L'élevage du porc sur litière comporte, pour les animaux, des risques plus élevés de maladies que l'élevage sur caillebotis. D'une part, la litière fraîche est une source importante de micro-organismes (bactéries, champignons et autres) et d'autre part, elle constitue un milieu propice pour le développement des organismes pathogènes, particulièrement dans le cas de la litière biomâtrisée, où la même litière est utilisée pour plusieurs bandes successives d'élevage.

D'autre part, Hoy et al. (1992a) ont observé que les porcs élevés sur caillebotis montraient plus souvent des diarrhées liquides que ceux sur litière profonde et ils ont attribué cette différence au fait que l'absorption d'une quantité non négligeable de litière aurait des effets positifs sur ceux-ci.

Face à l'aspect sanitaire de l'élevage sur litière, Huysmans et al. (1992) concluent que la stratégie optimale serait de changer de litière à chaque bande mais ils indiquent du même coup la difficulté rencontrée du point de vue économique. En revanche, ils proposent de laisser les parcs vides le plus longtemps possible entre les bandes afin de diminuer le nombre de pathogènes.

Les auteurs concluent que, dans le cas de la litière profonde biomâtrisée, les avantages observés sur le meilleur comportement des porcs ne compensent pas les risques sanitaires plus élevés encourus par les porcs.

Les concentrations mesurées de moisissures totales dans les élevages sur litière sont semblables à celles relevées dans les porcheries conventionnelles.

Dans le cas des contaminants chimiques, toutes les concentrations mesurées sont généralement assez faibles. La concentration d'ammoniac est moins élevée que dans les porcheries sur caillebotis à cause de la transformation de l'azote sous des formes intermédiaires par l'action du compostage.

Dans le cas des poussières, bien que les parcs soient remplis de litière, les concentrations de poussières sont faibles, soit de l'ordre de 0,5 à 1 mg/m³, et généralement inférieure à celle rencontrée dans les élevages sur caillebotis (Lavoie, 1995).

Tableau 5.1 Normes et seuils relatifs aux concentrations de différents contaminants de l'air et concentrations moyennes maximales obtenues pour l'élevage sur litière profonde au Québec (Lavoie *et al.*, 1994).

Contaminant	Unité	Norme	Seuil	Litière biomaitrisée
Bactéries totales	UFC ¹ /m ³	10 000	-	270 000
Bactéries Gram-négatives	UFC/m ³	1 000	-	3 840
Thermoactinomycètes	UFC/m ³	-	1 000	3 840
Moisissures totales	UFC/m ³	-	13 000	8 740
<i>Aspergillus fumigatus</i>	UFC/m ³	-	10 à 10 000	9 420
Poussières totales	mg/m ³	10	-	< 1
Anhydride carbonique (CO ₂)	ppm	5 000	-	700 à 2500
Ammoniac (NH ₃)	ppm	25	-	1 à 5
Protoxyde d'azote (N ₂ O)	ppm	50	-	2 à 12
Monoxyde de carbone (CO)	ppm	50	-	1 à 34
Oxyde nitrique (NO)	ppm	25	-	< 1
Bioxyde d'azote (NO ₂)	ppm	5	-	< 2

¹ UFC: unités formant des colonies

IV. Odeurs

Kay (1992) a obtenu une réduction d'au moins 70 % des odeurs par rapport à une gestion sur caillebotis avant le brassage de la litière.

Cependant, lors du brassage de la litière une augmentation d'un facteur 10 de l'émission a été observée. Ces résultats ont cependant été obtenus dans des conditions où le fonctionnement de la litière n'était pas optimal (ventilation insuffisante et humidité trop élevée de la litière, donc mauvais compostage de la litière).

Ainsi, lorsque la litière est brassée, une grande quantité d'ammoniac est libérée et est responsable de cette odeur. D'autre part, lorsque l'activité de compostage est ralentie, une émission plus intense d'ammoniac est mesurable de même que l'émission de gaz

généralement formés dans des conditions anaérobies tels que l'hydrogène sulfuré (H₂S, odeur d'œufs pourris) et un autre gaz toxique mais inodore, le méthane (CH₄).

Ces conditions de faible compostage se rencontrent dans plusieurs situations: lorsque les porcs deviennent plus lourds (production plus élevée d'urine), lorsque la litière est plus vieille, lors de conditions déficientes de ventilation ou de chauffage ou lorsque l'entretien de la litière n'est pas effectué de façon convenable. Ces conditions se rencontrent moins fréquemment dans l'élevage sur litière biomaitrisée que dans les autres types d'élevage sur litière.

Le CORPEN (2003) considère que l'émission d'ammoniac sera d'environ :

- 24% de l'azote excrété pour des élevages avec une densité animale habituelle (1,2 m²/porc) sur litières de paille,
- 10% dans le cas de bâtiments à faible densité animale (plus de 2 m²/porc) sans courette, sur litières de paille.
- 20% de l'azote excrété pour des élevages sur litière de sciure, dont le fonctionnement est bien maîtrisé.

Pour comparaison, dans les systèmes sur caillebotis, le CORPEN a retenu une valeur de 25% de l'azote excrété pour l'émission d'ammoniac.

La technique d'élevage sur litière de paille pourrait donc permettre une réduction de 4 à 60 % des émissions d'ammoniac au logement par rapport à un élevage classique sur caillebotis.

Pour les élevages en litière de sciure la réduction des émissions d'ammoniac au logement est d'environ 40 % par rapport à un système d'élevage sur caillebotis

Un système sur litière serait donc favorable à la réduction des émissions d'ammoniac en bâtiment.

Au bilan des émissions azotées, la majorité des pertes d'azote dans les élevages sur litière serait attribuable à la production d'azote moléculaire, un gaz non polluant (Kermarrec et Robin, 2002). Ainsi, selon Kermarrec et Robin (2002) l'élevage sur litière peut être perçu comme un procédé de traitement des déjections plus ou moins sobre en énergie, dépendamment des techniques d'élevage utilisées.

Tableau 5.5 Quantité d'azote émis sous forme NH₃, NO et N₂O par espace de porc par année pour deux systèmes d'élevage en litière profonde biomaitrisée.

Gaz azoté		Système Envistim (Finfeeds Inc)	Système Écopor (Sef-c)
NH ₃	(kg N / porc espace/an)	1,9	1,1
NO	(kg N / porc espace/an)	0,4	0,1
N ₂ O ¹	(kg N / porc espace/an)	2,4	1,9

¹ Basé sur des mesures mensuelles alors que NH₃ et NO étaient mesurés en continu

Le choix de la litière a également une influence sur l'émission d'odeurs. Ainsi, l'élevage sur **litière biomaitrisée de sciure** procure une meilleure réduction des odeurs qu'une litière à

base de paille.

Selon l'ITP, l'émission d'odeurs par les porcheries sur caillebotis apparaît, en moyenne, environ deux fois supérieure à celle des porcheries sur litière biomaîtrisée.

Selon Pigeon et Bélanger (2000), l'élevage de porcs sur litière mince (30 cm) a pour effet de réduire potentiellement les odeurs et semble par ce fait s'attirer les faveurs de la population. Ses résultats de recherche montrent que les performances zootechniques dans un engraissement sur litière sont globalement équivalentes aux élevages conventionnels sur caillebotis.

V. Caractéristiques des fumiers produits - Valeur agronomique des composts de fumiers de porcs

Le mélange de la litière avec les déjections amène une transformation plus rapide de celles-ci comparativement à un lisier. La litière constitue d'abord une source de carbone pour les micro-organismes qui dégradent les déjections. Puis, elle permet de maintenir un certain degré d'oxygène dans le fumier ce qui stimule l'activité des micro-organismes aérobies. Cette dégradation par voie aérobie est plus intense dans le cas de la litière profonde que dans celui des autres types de litière car un travail intense et fréquent d'aération mécanique est recommandé pour profiter pleinement de cette technique.

Dans un premier temps, on constate qu'indépendamment du type de litière étudiée, les teneurs en matière sèche des fumiers varient autour de 40 à 50% et les teneurs en azote total et en phosphore (sur base sèche) sont généralement de l'ordre de 1 à 2 %. Outre les différences concernant la teneur en matière sèche et le rapport C/N, l'examen des teneurs humides indique que le produit solide est davantage concentré en éléments fertilisants et que les formes d'azote organique sont plus importantes.

Les résultats indiquent également que le procédé de compostage, se produisant à différentes intensités selon le type de litière, est incomplet. L'apport régulier de déjections fraîches et de litière explique cette situation. Ainsi il serait plus indiqué de compléter ce procédé de compostage avant de procéder à la valorisation agricole de ce fumier lors de sa sortie du bâtiment.

Le compostage d'un fumier de porcs à l'engrais permet d'épandre un produit plus homogène, plus sec (à condition de le protéger des intempéries) et beaucoup plus riche en azote total (*annexe 4*). Le compost vieillit bien et conserve tous ses éléments fertilisants, sauf une partie de l'azote qui est volatilisée. Les teneurs en phosphore et en potassium du compost sont d'ailleurs généralement doubles de celles du fumier non composté. Par ailleurs, les composts de fumiers de porcs ont un effet alcalinisant sur le sol, puisque la teneur en CaO est généralement assez élevée. Il existe essentiellement deux types de composts de fumier, le compost de fumier de porcs sur litière raclée ou sur litière accumulée.

Tableau 5.3 Comparaison de la valeur fertilisante d'un lisier de porcs et d'un fumier de porcs élevés sur litière biomatrisée.

Paramètre	Unité	Lisier de porc moyen ¹	Fumier de porc moyen ²	Indices de perte d'efficacité de l'azote ³		
				Saison	Lisier	Fumier
Matière sèche	(%)	3,5	45			
C/N	-	3	20-45			
Base humide						
N-total	(kg/t)	3,5 - 4,2	4,5 - 9,0	Automne	1,4 - 1,8	1,2 - 1,4
N-NH4	(kg/t)	2,1 - 2,8	0,9 - 3,6	Print.-été	1,0 - 1,1	1,0 - 1,1
Norg / N-total	(%)	20 - 40	60 - 70			
P	(kg/t)	1,0 - 1,5	4,5 - 13,5			
K	(kg/t)	1,0 - 2,0	4,5 - 13,5			
Cu	(ppm)		90 - 225			
Zn	(ppm)		135 - 315			
Base sèche						
N-total	(%)	10 - 12	1 - 2			
N-NH4	(%)	6 - 8	0,2 - 0,8			
Norg / N-total	(%)	20 - 40	60 - 70			
P	(%)	2 - 3	1 - 3			
K	(%)	3 - 6	1 - 3			

Le compostage de fumier de porcs a donc surtout concentré le phosphore et le potassium et dans une moindre mesure l'azote qui au bout d'un an n'est plus du tout sous forme ammoniacal. Ces teneurs en P et K sont d'ailleurs généralement supérieures à celles du compost de fumier de bovin. La minéralisation nette de l'azote organique en % de l'azote organique total apporté serait pour le compost de fumier de porcs de 8 %. De plus, le compost présente des concentrations en CaO et en MgO non négligeables ainsi qu'en oligo-éléments notamment pour le zinc et le cuivre. Ainsi, le compost de fumier de porcs est généralement un amendement organique (surtout pour la première année) et d'autant plus lorsqu'il s'agit d'un compost de fumier de porcs sur litière accumulée. Celle-ci possède un C/N élevé est des teneurs en N, P et K plus faible que le compost de fumier de porcs sur litière raclée qui semble être d'avantage un engrais organique.

Enfin, le compost de fumier de porcs est épanachable sur toutes les cultures de printemps : cultures de printemps précoces (céréales de printemps) et cultures de printemps tardives (maïs, tournesols). Les priorités d'épandage entre les cultures pour les composts de fumiers de porcs sont :

Le fumier de porc subit la majorité de ses pertes azotées au bâtiment lors du compostage, alors que pour le lisier, c'est aux champs. En effet, l'azote du fumier est surtout sous forme organique alors que l'azote du lisier est surtout sous forme ammoniacal, ce qui entraîne des émissions d'ammoniac lors de l'épandage au champ.

L'épandage de fumier améliore la structure globale du sol, réduisant le processus de dénitrification, et accroît également le taux de matière organique des sols, produisant un effet de stockage du carbone, d'amélioration de la fertilité des sols à long terme.

Période d'application	Cultures conseillées	Cultures possibles
Fin été	Semis de prairies , colza d'hiver semé tôt	Semis de culture intermédiaire, prairie installée
Automne	Prairie installée, céréales d'hiver, lin oléagineux d'hiver, toutes les cultures de printemps	-
Hiver	Prairies installée, toutes cultures de printemps	Céréales d'hiver
printemps	Prairies installée, chanvre , lin à fibres, lin oléagineux de printemps, maïs, pomme de terre de consommation, sorgho, tournesol	-
Début été		Prairie installée

VI. Essais

Comparaison d'un élevage de porcs en croissance-finition sur caillebotis intégral (0,65 m² /porc) (C) avec un élevage de porcs croissance-finition sur **litière accumulée de sciure de bois** de 30 cm avec accès à une courette extérieure (2,4m² /porc) (L)

Litière-courette :

- augmentation du comportement d'investigation
- moins sensibles aux pathologies des voies respiratoires supérieures
- moins d'odeur : La volatilisation de l'ammoniac est peu influencée par le mode de logement, mais la production d'odeur est nettement moins marquée dans le système litière-courette.

Tableau 3 - Influence du mode d'élevage sur la concentration en poussières, et les émissions d'ammoniac et d'odeurs (répétitions 1 et 2)

		Système Litière+courette	Système Caillebotis
Température ambiante, °C	Répétition 1	18,3 ± 1,9	22,2 ± 0,42
	Répétition 2	23,2 ± 1,6	25,7 ± 1,5
	Moyenne	20,8 ± 3,0	24,0 ± 2,1
Débits moyens, m ³ /h/porc	Répétition 1	46,2 ± 6,9	62,7 ± 24,5
	Répétition 2	54,3 ± 7,7	55,5 ± 9,0
	Moyenne	50,2 ± 8,3	59,2 ± 18,8
Concentration en poussières, mg/m ³	Répétition 1	2,2 ± 0,8	2,0 ± 0,9
	Répétition 2	1,8 ± 0,5	1,1 ± 0,2
	Moyenne	2,0 ± 0,6	1,5 ± 0,8
Émission d'ammoniac, g/porc/jour	Répétition 1	14,3 ± 5,7	14,2 ± 5,6
	Répétition 2	10,8 ± 3,6	9,4 ± 2,5
	Moyenne	10,8 ± 3,6	12,6 ± 5,0
Émission d'odeurs, unités odeurs/porc/jour	Répétition 1	5,0 10 ⁵ ± 5,0 10 ⁵	21,0 10 ⁵ ± 15 10 ⁵
	Répétition 2	6,2 10 ⁵ ± 4,2 10 ⁵	17,0 10 ⁵ ± 13 10 ⁵
	Moyenne	5,6 10 ⁵ ± 4,5 10 ⁵	19,0 10 ⁵ ± 13 10 ⁵

- augmentation de la vitesse de croissance (10%)
- consommation alimentaire plus importante
- poids à l'abattage plus élevé (+7%)

	Mode d'élevage ^a	
	L	C
Croissance		
Poids vif initial, kg	38,0	37,5
Poids vif final, kg	72,8	71,4
Consommation alimentaire, kg/j	2,76	2,57
Vitesse de croissance, g/j	1171	1100
Indice de consommation, kg/kg	2,36	2,34
Finition		
Poids final, kg	119,0	110,6
Consommation alimentaire, kg/j	3,07	2,87
Vitesse de croissance, g/j	971	874
Indice de consommation, kg/kg	3,16	3,25
Croissance - finition		
Consommation alimentaire, kg/j	2,94	2,71
Vitesse de croissance, g/j	1045	960
Indice de consommation, kg/kg	2,82	2,83
Abattage		
Age, j	155	156
Poids vif, kg	116,6	109,6

- carcasses plus grasses
- TVM inférieur (-2 points)
- Augmentation des lipides intramusculaires

Au niveau de l'impact environnemental, la quantité de litière récoltée par porc sur le système **L** s'élève à environ 199 kg, soit 88,9 kg de MS (très proche de la quantité initiale apportée par la sciure à savoir 88,3 kg MS/ porc. L'équivalent de la totalité de la MS des déjections émises sur la litière s'est donc volatilisé.

Les effluents récoltés dans la courette correspondent d'une part à des déjections solides (101 kg/porc ; 21,2 % MS) et des purins (128 kg/porc, 1,5% MS), cette dernière fraction étant beaucoup plus importante en hiver.

La teneur en N ammoniacal de l'air s'élève à 10,2 et 11 mg/m³ pour les systèmes litière et caillebotis (émission par porcs sur toute la période d'engraissement : 899 et 1104 g/porc).

Tableau 2 - Influence du mode d'élevage sur les flux d'azote, de phosphore, de cuivre et de zinc par porc produit

Logement	Système "Litière + Courette"				Système "Caillebotis"	
	Intérieur		Extérieur		Total ⁽¹⁾	Lisier
	Litière ⁽¹⁾		Solide	Purin		
Effluents liquides et solides						
Quantité, kg/porc	199,2		101,0	127,5	427,7	366,1
% MS	44,7		21,2	1,1	26,1	9,0 %
N, kg/porc	1,14 (0,91)		0,79	0,07	2,01 (1,77)	1,89
P, kg/porc	0,24 (0,23)		0,31	0,01	0,55 (0,54)	0,52
K, kg/porc	0,89 (0,88)		0,32	0,25	1,46 (1,44)	1,44
Cu, g/porc	1,74 (1,60)		1,87	0,08	3,69 (3,54)	3,38
Zn, g/porc	15,0 (14,0)		13,6	0,5	29,1 (28,2)	23,6
N ammoniacal (air extrait)						
mg/m ³	10,2					11,0
kg/porc	0,90					1,10

⁽¹⁾ Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'enrichissement de la litière (quantité finale-quantité initiale), les autres aux quantités finales.

Comparaison d'un élevage de porcs charcutiers sur caillebotis intégral (C) avec un élevage de porcs charcutiers sur **litière accumulée de paille (L)**

Les deux salles étaient ventilées de façon à obtenir des températures ambiantes équivalentes.

GQM : C : 742 et L : 729 g/j

IC : C : 3 et L : 3,1 kg/kg

Taux de viande maigre : C : 59,8 et L : 60%

C : Poids de lisier produit : 290 kg/porc → contenu en N : 3,04 kg/porc

L : Poids de fumier produit : 187 kg/porc → contenu en N : 2,06 kg/porc

VII. Dimension économique

Les études de Pigeon et Drolet (1996) ainsi que Pouliot et al. (2006) présentent des bilans économiques pour la production porcine sur litière. Ces bilans s'attardent principalement à la rentabilité économique de l'élevage sur litière, en comparaison avec la production sur lisier.

Les deux études notent une augmentation des coûts d'élevage supplémentaires associés à la production sur litière qui sont attribuables principalement à un besoin en main-d'œuvre accrue, au contrôle d'ambiance plus exigeant en hiver (ventilation et, par conséquent, chauffage), à la densité animale plus faible ainsi qu'à la disponibilité saisonnière et aux variations du prix de marché pour la litière. Le seul avantage économique qu'ils évoquent pour la production sur litière concerne le coût de construction du bâtiment d'élevage. En effet, l'élevage sur litière peut s'effectuer dans un bâtiment de ferme désaffecté alors que la production sur lisier nécessite la construction d'un bâtiment spécifique adapté à la gestion liquide des déjections. De plus, la construction d'un bâtiment neuf destiné à l'élevage sur litière est généralement moins coûteux qu'un bâtiment d'élevage sur lattes (Pigeon et Drolet, 1996; Pouliot et al., 2006).

Selon Pouliot et al (2006) les coûts directement reliés à la gestion des déjections seraient en moyenne plus élevés en production sur litière. Cependant, selon une étude réalisée en 1994 par le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ), le groupe de consultants BPR et l'Université Laval, si la distance du lieu d'épandage dépasse 3 km du site d'élevage, la production sur lisier devient moins avantageuse (Pouliot et al., 2006). Or, dans un contexte où les productions sur lisier possèdent de plus fortes densités d'élevage et où les normes environnementales exigent de plus en plus des superficies suffisantes pour l'épandage de la totalité des déjections, davantage de producteurs porcins ont recours à des ententes d'épandage pour pouvoir disposer de leur lisier sur des terres toujours plus éloignées du site de production. Certains producteurs doivent même épandre jusqu'à 100 km de leur lieu d'élevage (Gagné, 2006).

Coût de la mise en place de la technique

Pour une quantité de paille distribuée comprise entre 80 et 120 kg par porc charcutier produit, le coût indicatif de la mise en œuvre de la litière se situe entre 4 et 6 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier/an (5 ct d'€/kg de porc charcutier/an en moyenne).

Ce prix comprend l'achat de la paille (qualité élevage), la main d'œuvre et les consommations d'énergie (fuel du tracteur) nécessaires pour l'ajout de la litière (source : Bureau commun des pailles et fourrage, 2008 ; IFIP, 2008 ; CA du Nord Pas de Calais et FRCUMA Nord Pas de Calais, 2008).

<http://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations//tp2003n5texier.pdf>

<http://journees-recherche-porcine.com/texte/2002/02txtEnv/E0201.pdf>

<http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2012/be/PBE9f.pdf>

<http://www.agrireseau.qc.ca/porc/documents/%C3%89tat%20situation%20liti%C3%A8re%2027-04-2006.pdf>

<http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/1997/97txtEnv/E9701.pdf>

http://www7.rennes.inra.fr/var/umrsas/storage/htmlarea/probin/Brochure_Litiere_Porc_CRA_Betal2012.pdf

http://www.agrireseau.qc.ca/bovinsboucherie/documents/Nouvelles_cultures_nouvelles_souces_de_litiE8re%202.pdf

http://www.valbiom.be/files/library/Docs/TtCR/guidettcr_gazenbois1252398055.pdf

<http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/prod-porcine/documents/Prod72.pdf>

Référence; Fédération des PRODUCTEURS DE BOVINS DU Québec, revue de littérature sur les litières en production bovine, juillet2007, 66 pages.

<http://www.agrireseau.qc.ca/porc/Documents/ATContr%C3%B4leOdeurs.PDF>

[http://rhone-alpes.synagri.com/synagri/pj.nsf/TECHPJPARCLEF/13143/\\$File/Fiche_AB-elevage-porc-bio.pdf?OpenElement](http://rhone-alpes.synagri.com/synagri/pj.nsf/TECHPJPARCLEF/13143/$File/Fiche_AB-elevage-porc-bio.pdf?OpenElement)

<http://www.sphaigne.com/sphaigne-controle-odeurs.htm>

<http://www.vigie->

[viande.info/VigieViande/VViande.nsf/75b3c9e70b9938c8c1256f70005591a0/a8639a54499024a0c1256ff1003356cd/\\$FILE/lebret_JRP.pdf](http://viande.info/VigieViande/VViande.nsf/75b3c9e70b9938c8c1256f70005591a0/a8639a54499024a0c1256ff1003356cd/$FILE/lebret_JRP.pdf)

http://www.facmv.ulg.ac.be/amv/articles/2006_150_2_05.pdf

http://www.caaag.gouv.qc.ca/userfiles/File/Memoire%20Laurentides-Montreal%20special/06-14-MS-Chaire_recherche_education_environnement_Annexe1.pdf

Table des matières : sécurité des travailleurs en élevage porcin

1. Intro : Eleveurs de porcs
2. Risques rencontrés dans les élevages porcins et mesures à adopter

2.1.Manipulation des animaux

- 2.1.1. Risques
- 2.1.2. Mesures générales
- 2.1.3. Techniques d'élevage adaptées au comportement animal minimisant le stress chez les animaux et les risques pour l'éleveur
 - Mise-bas**
 - Distribution automatique d'aliments**
 - Déplacement des animaux en groupe**
 - Chargement**
 - Prise de sang et vaccination**

2.2.Gaz toxiques dans les étables

- 2.2.1. Dangers pour la santé
- 2.2.2. Corrosion des matériaux
- 2.2.3. Mesures pour réduire l'influence des gaz toxiques
- 2.2.4. Risque d'explosion (H2S)
- 2.2.5. Mesure pour réduire la production et l'accumulation de gaz

2.3.Les poussières

- 2.3.1. Facteurs de présence de poussières
- 2.3.2. Risques
- 2.3.3. Mesures

2.4.Les produits dangereux

- 2.4.1. Nettoyage rapide et sûr de la porcherie
- 2.4.2. Conseils pour une utilisation et un entreposage sûr des produits dangereux

2.5.Maladies porcines et parasites dangereux pour l'homme

2.5.1. Mesures

2.6. Machines et équipement des étables

2.7. Charges physiques

2.7.1. Mesures pour prévenir les problèmes de dos

2.8. Stress et pression psychosociale

2.8.1. Sources du stress ?

Contenu de travail

Circonstances de travail

Conditions de travail

Relations de travail

2.9. Electricité

2.9.1. Mesures

2.10. Incendie

2.9.2. Causes

2.9.3. Mesures

2.11. Nuisances sonores

2.12. Mesures globales contre tout type d'accident

2.12.1. Conseils de construction porcherie – étable

2.12.2. Équipement de protection individuelle

2.13. Loi sur le bien-être des travailleurs

Sécurité des éleveurs porcins

1. Intro : Eleveurs de porcs industriels

- Travail très **physique** et **sans relâche** ; arrêts maladie très rares car pas ou peu de personnel pour reprendre le travail
- Travail très **usant** (dos, bras, mains, rhumatismes, surdité, fatigue, problèmes respiratoires)
- Travail **stressant**
 - Exemple : Insémination de plus de truies que ce que permettent les maternités, car certaines truies ne seront pas gestantes après l'insémination. Cependant, parfois, il y a plus de truies gestantes après l'insémination que prévu → que faire ? De plus, dans ce genre de situation, les éleveurs sont alors contraints d'outrepasser les règles élémentaires de sécurité ou d'hygiène (exemple : nettoyer la maternité alors que les truies de la bande suivante y sont déjà)
 - Angoisse également des éleveurs par rapport à des méthodes scientifiques qui dépassent la nature et qu'ils ne maîtrisent pas (exemple : usage de vaccins, d'hormones,...)
 - Compétitivité,
 - Ethique : tuer les malades au lieu de les soigner, les animaux improductifs, la castration,...

→ Parfois, remise en question, doutes des éleveurs.

→ Améliorer le bien-être et la sécurité des éleveurs porcins

2. Risques rencontrés dans les élevages porcins et mesures à adopter

2.1. Manipulation des animaux

2.1.1. Risques

Face à des mouvements inattendus ou agressifs de l'éleveur, le porc peut charger, donner des coups, plaquer l'éleveur ou même parfois mordre.

Au plus les animaux seront stressés, au plus ce genre de situation risque de se produire.

2.1.2. Mesures générales

Au niveau du comportement de l'éleveur

- Attitude calme et précise
- Familiariser les animaux à sa voix et à ses mouvements
- Privilégier l'adresse à la force
- Bien connaître ses animaux pour anticiper

Au niveau des animaux

- Sélection génétique d'animaux plus calmes
- Race plus docile
- Garder les groupes sociaux depuis la naissance jusqu'à l'abattage → animaux moins stressés, même vis-à-vis de l'éleveur

Au niveau du bâtiment

- aménager le poste de travail
- Au plus l'espace d'élevage pour les animaux est réduit, au plus les animaux seront stressés (bagarres, stress vis-à-vis des interventions de l'éleveur,...)

2.1.3. Techniques d'élevage adaptées au comportement animal minimisant le stress chez les animaux et les risques pour l'éleveur

Mise-bas

En élevage biologique de porcs, les truies sont logées en groupe, et sont conduites dans le box individuelle de mise-bas juste avant la parturition. Elles y resteront quelques jours avant d'être regroupées. Au plus vite les truies sont regroupées, au mieux c'est car elles retrouvent plus facilement leur place au sein du groupe et seront moins soumises au stress. Mettre des gants pendant toute intervention pendant la mise-bas !

Distribution automatique d'aliments

Afin d'apprendre aux jeunes truies à utiliser le système d'alimentation automatique, l'éleveur doit se placer dans le groupe. Isoler les jeunes truies ensemble pendant l'apprentissage est important afin qu'elles ne soient pas stressées par les truies habituées au système.

Déplacement des animaux en groupe

Quand les animaux rebroussement chemin, cela est très stressant et contraignant pour l'éleveur.

Mesures au niveau des bâtiments :

- Réduire les déplacements le plus possible
- Le chemin que doivent emprunter les porcs doit être complètement accessible (exemple : une lance d'incendie au mur peut effrayer les porcs qui ne voudront plus avancer)
- Les lignes de murs doivent être brisées (les porcs n'aiment pas les murs sans fenêtre ni les espaces ouverts)

- Éclairer fortement le lieu où les porcs doivent se rendre (attirance par la lumière)

Attitude de l'éleveur :

- Rester calme
- Parler aux animaux

Chargement

Le chargement doit se passer dans le calme, de façon organisée, au sein d'une structure d'exploitation adaptée. La viande sera de meilleure qualité si le chargement se passe bien.

Mesures au niveau du bâtiment :

- Des couloirs larges, suffisamment éclairés et peu encombrés facilitent les déplacements.
 - Utiliser des cloisons :
 - Pour bloquer la vue.
 - Pour éviter que les animaux ne partent dans la mauvaise direction.
 - Les planches doivent être plus étroites que les couloirs (de 2 cm) et avoir une hauteur de 50 à 60 cm.
 - Les panneaux doivent être aussi légers que possible, et munis de poignées.
 - Utiliser un bâton faisant du bruit.
 - Pensez à une échappatoire (un marchepied avec une poignée)
 - Évitez les dénivellations de plus de 20 %.
 - Prévoir des cloisons pour déplacer des petits groupes.
-
- La cour de la ferme doit être bien éclairée car le chargement des porcs a généralement lieu en soirée ou pendant la nuit.
 - Le grand avantage d'un quai de chargement et d'un parc d'attente séparés est de pouvoir rassembler les animaux quelques heures avant le chargement et de minimiser le trajet à leur faire parcourir au moment de l'embarquement.
 - Le camion doit pouvoir facilement accéder au pont de chargement, avec un minimum de manœuvres.
 - Veillez à ce que rien ne soit entreposé dans le parc d'attente, afin d'empêcher le chauffeur ainsi que les porcs de se blesser.
 - Libérez l'accès le soir précédent le chargement (tracteur, amas de fumier, matériaux de construction...)
 - Éliminez tout objet contondant (silos, poignées ou crochets) susceptible de blesser.
 - Attention aux fosses à lisier ou aux irrégularités. Le chauffeur ne connaît pas parfaitement la disposition de l'exploitation. Recouvrez les fosses et signalez la présence de tranchées ou tout autre danger.
 - Le sol doit être suffisamment rugueux, de manière à éviter les glissades, mais doit cependant être facile à nettoyer.
 - Prévoyez suffisamment de compartiments pour éviter tout comportement agressif entre les animaux. Les portes amovibles permettent d'adapter la taille des sections en fonction du nombre d'animaux.
 - Une douche équipée d'une minuterie parviendra à calmer les animaux et dès lors, à faciliter le chargement.



Conseils pendant le déplacement et le chargement

- Pour trier et déplacer les porcs de la porcherie vers les quais de chargement et de déchargement, utilisez de légers panneaux en bois ou en matière synthétique. Les cloisons en bois sont généralement plus lourdes à manier et plus difficiles à nettoyer.
- L'utilisation des cordes est déconseillée car elles peuvent provoquer des hématomes.
- Réservez uniquement les stimuli électriques au chargement des truies d'élevage ou de verrats dangereux, car ceci ne fait qu'augmenter le niveau de stress chez les animaux et provoque un effet contraire à celui recherché.
- Un animal refusant d'avancer obtiendra si vous faites preuve de patience. Vouloir accélérer les opérations ne fera qu'augmenter le niveau de stress de l'animal et de l'homme.
- L'éleveur porcin veillera toujours à sécuriser l'endroit où il se trouve, de manière à minimiser le risque de chute.
- Le chauffeur veillera à embarquer les porcs au moyen d'un pont de chargement ou d'un élévateur parfaitement sécurisé

Équipements de protection individuelle

Pour minimiser les risques, l'éleveur portera des équipements de protection individuelle, comme des chaussures et des gants de sécurité, ce qui constitue une manière de limiter les conséquences d'un accident. Retrouvez de plus amples

Prise de sang et vaccination

Réaliser cela le plus vite possible afin de minimiser le stress de l'animal. Une sangle de contention peut être placée autour du groin des porcs mais cela est une énorme contrainte pour le dos de l'éleveur.



2.2. Gaz toxiques dans les étables

Tableau 2: Gaz toxiques dans le secteur porcin

Gaz		Caractéristiques
CH ₄	Méthane	Explosif
H ₂ S	Sulfure d'hydrogène	Toxique , provoque nausées, syncopes, et est mortel à hautes concentrations. Incolore, plus lourd que l'air et soluble dans l'eau. Odeur d'œufs pourris. A hautes concentrations, n'est plus détecté car l'odorat est saturé. Explosif Irritant pour les yeux et les voies respiratoires
NH ₃	Ammoniac	Irritant pour les yeux et les voies respiratoires, provoque l'arrêt de transport de l'oxygène dans le sang. Odeur pénétrante caractéristique. Corrosif pour de nombreux alliages
CO ₂	Dioxyde de carbone	Plus lourd que l'air et supprime l'oxygène.
CO	Monoxyde de carbone	Se lie avec l'hémoglobine dans le sang et provoque la suffocation. Est dû à une combustion incomplète. Inodore.

2.2.1. Dangers pour la santé

L'effet de ces gaz dépend de leur concentration, de la santé de l'éleveur et des animaux. Descendre dans la fosse à lisier pour l'éleveur peut être mortel.

2.2.2. Corrosion des matériaux

L'ammoniac est corrosif. Les fosses à lisier en béton par exemple se dégradent petit à petit sans qu'on ne s'en aperçoive. De même, les caillebotis en béton se dégradent également et s'affaissent.

2.2.3. Mesures pour réduire l'influence des gaz toxiques

- Des instruments de mesure peuvent indiquer la concentration de gaz toxiques. Installez des détecteurs de CO à côté des brûleurs à gaz.
- Utilisez des masques respiratoires adaptés et équipés de filtres K spéciaux lorsque les concentrations en ammoniac sont élevées.
- Choisissez des matériaux résistants à la corrosion lors de la construction des porcheries.
- Ne descendez jamais dans la fosse à lisier sans porter de masque respiratoire équipé d'une assistance respiratoire autonome (apport d'air comprimé), ventilez correctement l'espace et ne travaillez jamais seul. Utilisez éventuellement un harnais avec un fil d'Ariane pour extraire la personne pénétrant dans l'enceinte confinée.
- Ne restez jamais à proximité de l'ouverture d'un réservoir à lisier ou d'un entrepôt de lisier, car les gaz peuvent rapidement atteindre la personne qui les respire. De plus, ces gaz sont lourds.
- Attention aux indices signalant la présence de gaz toxiques: noircissement des tuyaux en cuivre ou dépôt de sulfate de zinc sur l'acier galvanisé.

2.2.4. Risque d'explosion (H2S)

Le risque d'explosion provient de l'accumulation de gaz dans la fosse à lisier fermée. Attention à ne pas créer des étincelles juste à côté de la fosse (moteurs, installations électriques,...).

2.2.5. Mesure pour réduire la production et l'accumulation de gaz

- Mieux adapter le fourrage en fonction des besoins en protéines des porcs, de manière à limiter les pertes.
 - En optimisant la teneur protéique des aliments.
 - Affouragement **rassasiant ou en multi-phases**.
 - En améliorant la digestibilité des aliments.
- Limiter la transformation de l'urée et de l'ammoniac⁴ par l'ajout d'enzymes et d'autres additifs au fourrage.
 - Acidifier la nourriture.
 - Inhibiteurs de l'uréase dans la nourriture.
 - Autres additifs dans les aliments.
- Limiter autant que possible les stocks de lisier et la surface d'évaporation dans les porcheries, en transportant le lisier au moyen d'un caniveau étroit.
- Eliminer la poussière des ventilateurs et placer des grillages devant l'arrivée d'air.
- Assurer une ventilation minimale en hiver.
- Assainir l'air par ozone.⁵
- Traiter l'air grâce à un système d'assainissement biologique ou chimique réduisant les émissions et améliorant la qualité de l'air sortant.
- Placer des canalisations au sol pour évacuer l'air sous les caillebotis et à la surface du lisier.

- Aérer un maximum lors du déplacement du lisier.
- Placer une alarme signalant un défaut éventuel dans la ventilation mécanique.
- Veiller à ce que le lisier ne déborde pas ou ne commence pas à fermenter.
- Séparation et aération du lisier.
- L'ajout d'additifs dans le lisier permet de réduire la libération des gaz provenant de la fosse à lisier.
 - Acides ou additifs acidifiants.
 - Produits absorbant l'ammoniac.
 - Substances contenant des bactéries et des enzymes.
 - Substances chimiques⁶
- Evacuer le plus rapidement possible le lisier vers un espace clos: exemple une poche de lisier.
- Ne pas utiliser d'appareils de chauffage non ventilés si les porcheries ne peuvent être aérées en continu.

2.3. Les poussières

2.3.1. Facteurs de présence de poussières

- Âge et activité des animaux
- Type de nourriture, système d'alimentation
- Sol et litière
- Ventilation, température, saison (augmentation en hiver)
- Aménagement de la porcherie et système de logement (mieux d'encaster les éléments dans les murs : lampes, ...)
- La hauteur du bâtiment (plus il est haut, moins il y aura de poussières)
- Humidité (+ elle augmente, moins il y aura de poussières)

2.3.2. Risques

Inhalables : particules plus grosses → se fixent dans le nez ou dans la trachée → irritantes

Respirables : particules plus petites → se fixent dans les poumons

Poussière pathogène : virus → sang → problèmes au cerveau, au foie par exemple

Poussière toxique : endotoxines < bactéries ; mycotoxines < moisissures, ...

- Affection pulmonaire aiguë
- Affection pulmonaire chronique (éleveur plus sensible aux bronchites, pneumonies, refroidissements)
- Réactions allergiques

2.3.3. Mesures

Évitez la poussière!

- Une alimentation granulée dégage moins de poussière que la farine.
- Ajouter de l'eau à la farine permet de réduire la production de poussière.
- Enlevez rapidement le lisier, de manière à éviter le développement de bactéries et de virus pathogènes.
- Le remplissage des silos libère de grandes quantités de poussière. Restez le plus possible à l'écart.

Éliminez la poussière de l'air!

- Ventilation optimale⁹
- Nébulisation automatique d'une émulsion d'huile végétale ou d'eau dans les couloirs.¹⁰ La poussière s'y lie après quelques jours.
- Utilisation hebdomadaire d'un aspirateur industriel pour nettoyer les sols, les murs et les bâtiments.
- Filtration de l'air interne : système avec filtres remplaçables.
- Assainissement d'air électrique : éliminer dans l'air les particules chargées électriquement via des champs électriques¹¹

Utilisation des équipements de protection personnelle

- Portez un couvre-chef ou un masque anti-poussière bien ajusté avec filtre changeable (voir chapitre protection individuelle).
- Utilisez un filtre approprié (voir tableau 10) et remplacez-le à temps.
- Entretenez avec soin les masques anti-poussière et entreposez-les dans un endroit propre et à l'abri de la poussière.
- Pour éviter les allergies cutanées, évitez le contact direct avec les animaux et portez des gants pour les manipuler ou les capturer.

2.4. Les produits dangereux

Pénètrent dans l'organisme via la peau, la respiration ou le système digestif.
Degré de dangerosité des produits lié à la toxicité, au mode d'application, à la fréquence et aux mesures de protection.

- Produits de nettoyage : irritants ou corrosifs
- Désinfectants : utiliser préférentiellement des produits à base d'aldéhydes et de composés d'ammonium quaternaire, mais toujours porter un masque et une combinaison protectrice.
- Pesticides (pas utilisés en bio)
- Vaccination, médication : bien désinfecter et ranger les aiguilles !

2.4.1. Nettoyage sûr de la porcherie

- Eliminez tout d'abord le gros de la saleté. En général, le sol des porcheries est recouvert d'une couche durcie de sciure et de fumier, difficile à enlever. Pour faciliter le nettoyage, l'éleveur enlèvera cette couche à l'aide d'un pointeau alors que les animaux sont encore dans leur logette.
- Lorsque la porcherie est vide, l'éleveur éliminera le gros des saletés à l'aide d'un tuyau d'arrosage à basse pression. Un produit de trempage accélèrera le processus. Le temps de trempage ne devra être trop long, au risque de voir la couche se durcir une nouvelle fois. L'opération de trempage facilite grandement le nettoyage et l'élimination des saletés persistantes.
- L'utilisation de mousse évite les problèmes de formation de brume. Ces produits augmentent le temps de contact, optimisant ainsi l'effet nettoyant. Les produits sous forme de gel prolongent encore le temps de contact. Les produits nettoyants doivent pouvoir agir suffisamment longtemps mais ne peuvent sécher.
- Les produits désinfectants (voir plus loin) n'agissent qu'après un nettoyage en profondeur.
- Un travail à basse pression ou à l'aide d'un pulvérisateur à dos engendre une formation moindre de brume. Un travail à trop forte pression risque de faire éclater les particules de béton recouvrant les parois, entraînant plus tard des problèmes au niveau de l'hygiène.
- Le port de vêtements et d'équipements de protection adéquats pendant les opérations de nettoyage des porcheries réduisent l'exposition aux risques : une salopette imperméable, une veste à capuche, un masque respiratoire et des protections pour les yeux et les

oreilles. Le port d'un masque recouvrant la totalité du visage est recommandé pendant le nettoyage en raison de la présence d'endotoxines bactériennes (voir annexe).

- Lors du nettoyage à l'eau et de la désinfection au moyen d'un nettoyeur haute pression, la puissance du jet risque de provoquer des éclaboussures dans les yeux et sur le visage. Ces éclaboussures de boue forment alors un écran sur les lunettes de protection. Une visière grillagée offre une protection contre les projections de saleté et d'eau dans les yeux de l'utilisateur. On pourra combiner le port d'une visière avec un casque et des cache-oreilles.

2.4.2. Conseils pour une utilisation et un entreposage sûr des produits dangereux

- Lisez toujours attentivement l'étiquette.
- Conservez une fiche de sécurité pour tous les produits (MSDS¹³).
- Ne mélangez pas les produits, au risque de voir apparaître des gaz nocifs.
- Utilisez toujours la dose adéquate et ventilez correctement l'endroit.
- Utilisez un matériel de dosage adéquat.
- Conservez les produits dangereux dans un endroit fermé à clé et hors de portée des enfants.
- Veillez à une bonne protection individuelle.
- Evitez de stocker de trop grandes quantités de produits.
- Evitez le contact avec les aliments et les boissons et ne fumez en aucun cas.

2.5.Maladies porcines et parasites dangereux pour l'homme

- Grippe porcine
- Streptocoques (méningite, surdité)
- Campylobactériose
- Brucellose
- Salmonellose
- E. coli
- Leptosporiose
- Ascaris
- Erysipeloïde

NB : Usage d'antibiotiques dans l'alimentation des porcs → inhalés par l'éleveur. Si l'éleveur est infecté par la maladie en question, résistance antibiotiques ne fonctionneront peut-être plus.

2.5.1. Mesures

- Respectez les règles d'hygiène et de propreté dans les porcheries. Lavez-vous systématiquement les mains après tout contact avec les animaux.
- Désinfectez les blessures et portez des gants en cas d'interventions vétérinaires (voir annexe).
- Ne fumez pas pendant le travail avec les animaux.
- Suivez le schéma de vaccination et appliquez les instructions à la lettre.
- En cas d'apparition des premiers symptômes, consultez le vétérinaire et isolez les animaux si nécessaire.
- Mettez un équipement de protection (salopette, couvre-chef, bottes) à disposition des personnes chargées d'administrer les vaccins ou qui se rendent dans les porcheries pour un autre motif.
- Rincez les bottes avant de pénétrer dans les porcheries.
- Combattez les rongeurs. Les souris et les rats sont une source de nombreux micro-organismes et contaminent l'eau et l'alimentation des animaux via l'urine ou les excréments.
- Eliminez les cadavres, afin d'éviter que les micro-organismes ayant entraîné la mort de l'animal ne continuent à se développer. En attendant, conservez le cadavre dans un endroit réfrigéré (congélateur ou

chambre froides peuvent constituer une solution provisoire).

- Informez-vous auprès d'un médecin pour savoir si la vaccination des soignants est nécessaire en cas de déclenchement de maladies animales.
- Combattez la poussière, car elle est porteuse de nombreux germes pathogènes (voir les dangers de la poussière). Portez un masque anti-poussière lorsque la concentration en poussière est élevée, par exemple lors du nettoyage des étables ou du chargement des animaux.

2.6.Machines et équipement des étables

- Machine sûre : marquage CE
- Utilisation et entretien sûrs

NB : Accident : le plus souvent quand panne d'une machine. On veut la remettre en marche le plus vite possible. Bien débrancher les appareils quand on y chipote.

2.7.Charges physiques

Dans une exploitation porcine, de nombreuses opérations sont astreignantes pour le corps et pour le dos en particulier. Le soin de truies récalcitrantes, la surveillance des animaux et l'alimentation manuelle peuvent s'avérer physiquement lourds. C'est la répétition de mouvements contraignants qui, à long terme, entraîne des problèmes musculosquelettiques. Les mouvements répétitifs ou la manutention de charges lourdes peuvent provoquer une surcharge au niveau des muscles, des tendons et des articulations. Le stress, les vibrations, le froid et le vent influencent en outre négativement le fonctionnement optimal des muscles et des articulations. ¹⁶

2.7.1. Mesures pour prévenir les problèmes de dos

Eviter de :

- se pencher en avant, en ayant le dos rond,
- porter une charge, exécuter une torsion du dos,
- se pencher et effectuer une torsion du dos simultanément,
- soulever de lourdes charges,
- être exposé aux vibrations et secousses dues aux équipements et aux machines,
- sauter d'un véhicule sur un sol dur.

Planifier correctement les opérations, aménager les étables correctement, mettre les outils appropriés à disposition, bonne technique pour soulever des charges, faire du sport, des pauses,...



Fig. 6 Un robot de nettoyage à haute pression permet d'alléger le travail

Tableau 3. Tâches contraignantes dans une exploitation d'élevage porcin

Activité	Risque	Adaptations et outils
Distribution d'eau manuelle.	Soulever plus haut que les épaules	<ul style="list-style-type: none"> - Automatiser - Installer un robinet - Installer un escabeau
Distribution manuelle d'aliments dans une mangeoire.	<ul style="list-style-type: none"> - Manutention de charges à bout de bras - Se pencher en avant - Pousser 	<ul style="list-style-type: none"> - Installations de distributeurs automatiques d'aliments. - Chariots électriques soufflant automatiquement les aliments dans les mangeoires. - Chariot d'aliments avec poignées surélevées et équipé de grandes roues. Gardez une jambe droite et soulevez l'autre en prenant appui pour garder l'équilibre. - Recherchez un appui de la main. - Gardez le dos droit.
Contrôle des porcs	Douleurs à la nuque	<ul style="list-style-type: none"> - Eviter les torsions du cou. - Alterner les tâches. - Relaxer les épaules.
Contrôle du système d'alimentation en eau potable et en aliments		<ul style="list-style-type: none"> - Bonne accessibilité des équipements. - Placer un marchepied et des poignées au besoin.
Nettoyage des étables au nettoyeur à haute pression.	<ul style="list-style-type: none"> - Contrecoup au niveau des bras. - Torsion du dos. - Travail avec les bras au-dessus des épaules. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nettoyeur haute pression roulant équipé d'un bras télescopique. - Travailler à basse pression - Eviter toute torsion du dos. - Utiliser un escabeau pour diriger le jet sur les parties surélevées.
Charger et déplacer les animaux.	Se pencher vers l'avant	<ul style="list-style-type: none"> - Prévoir une salle d'attente et des couloirs avec des murs. - Utiliser des panneaux. - Maintenir la courbure naturelle du dos.

Activité	Risque	Adaptation et outils
Déplacer les cadavres.	<ul style="list-style-type: none"> - Se pencher - Soulever - Pousser - Tirer 	<ul style="list-style-type: none"> - Achat d'une mini-grue. - Manutentionner le cadavre à deux. - Chariot équipé d'un treuil, ne dépassant pas la hauteur des épaules.
Manutention de sacs.	<ul style="list-style-type: none"> - Porter des charges - Se pencher 	Chariots ergonomiques, avec poignées surélevées et grandes roues
Vaccination des animaux adultes.	- Se pencher	<ul style="list-style-type: none"> - Se rapprocher de l'animal - Lance avec poignée télescopique.
Maîtriser un animal adulte pendant la prise de sang	<ul style="list-style-type: none"> - Se pencher - Torsion du dos 	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher des alternatives: échantillons de sang dans la queue. - Une corde de contention.
Marcher sur le terrain et dans les étables	- Pression et chocs au niveau des vertèbres.	<ul style="list-style-type: none"> - Porter des chaussures de sécurité confortables. - Faire des exercices d'étirement et prendre suffisamment de repos.

Tableau 4. Tâches contraignantes pour le dos lors de la manipulation de verrats

Activité	Risque	Mesures
Prélèvements de sperme.	Position penchée prolongée	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher la stabilité - Maintenir la courbure naturelle du dos et fléchir les jambes. - Prévoir un tabouret - Chercher un appui de l'autre main.
Déplacer le mannequin	<ul style="list-style-type: none"> - Se pencher - Soulever 	<ul style="list-style-type: none"> - Equiper le mannequin de poignées pour améliorer la préhension lors de déplacements. Celles-ci ne doivent pas heurter le verroat et ne peuvent mettre en danger la stabilité. - Equiper le mannequin d'une roue pour la déplacer comme un chariot.
Donner à boire aux verrats en versant un seau par-dessus un mur.	Contrainte pour les épaules.	<ul style="list-style-type: none"> - Prévoir un tuyau ou un marchepied et une poignée pour verser l'eau par-dessus le mur. - Ne portez pas la charge par-dessus l'épaule.

Tableau 5. Activités contraignantes lors de la manipulation de truies

Activités	Risque	Mesures
Aide lors de la mise bas	Se pencher, se courber	<ul style="list-style-type: none"> - Maintenir la courbure naturelle du dos. - Rechercher un appui
Soulever les cages	Soulever	Box avec système pivotant.
Familiariser les truies au système d'alimentation automatique	Se pencher, torsion.	<ul style="list-style-type: none"> - Rechercher un appui de la main libre. - Maintenir la courbure naturelle du dos
Insémination	Faire le « dos rond »	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliser un conditionnement adapté (sonde) pour que l'éleveur porcin ne reste pas dans une position inconfortable. - Crochets de suspension pour suspendre le tube à une corde, à la cage ou à un crochet. - A l'aide d'une courroie ou d'un velcro, l'accrocher à la truie. - Rechercher un appui de la main, par exemple sur le dos de la truie. Fléchir les jambes, garder le dos bien droit en maintenant sa courbure naturelle. - Prévoir un siège.

Tableau 6. Activités contraignantes lors du soin des porcelets

Activités	Charge/risque	Mesures
Attraper les porcelets	- Se pencher - Torsion du dos	- Etre à deux pour attraper les porcelets. - Utiliser une longue tige de préhension - Technique de manutention adaptée
Déplacement des jeunes porcelets.		Chariots à porcelets équipés de grandes roues et de poignées à la bonne hauteur.
Attraper et déplacer des porcelets plus grands	- Soulever une charge.	- Les laisser courir. - Utilisation de panneaux pour les guider.
Soigner les porcelets : marquage de l'oreille, brûlage de la queue, vaccination	Torsion du dos, manutention, mouvements répétitifs.	- Conserver les outils à portée de main. Ex : dans une boîte légèrement inclinée en face de l'opérateur. - Chariots à porcelets surélevés.
Castration Limer les dents	Problèmes à la nuque car, lors du limage des dents, le cou de l'éleveur est plié.	-En cas de travail assis: opter pour un bon siège avec assise rotative, à hauteur réglable, dossier et roulettes.

2.8. Stress et pression psychosociale

Palpitations, tension niveau du thorax, épuisement, maux de dos, douleurs articulaire, mauvaise humeur, diminution de la concentration, distraction, insomnies, colère, changements alimentaires, frustrations.

2.8.1. Sources du stress ?

Contenu du travail

Professionalisme, compétences techniques, grand investissement + capacité de gestion (administratif, sens des affaires)

Nécessité d'une très bonne organisation !

Circonstances de travail

Poussières, ammoniac, installations, machines,...

Souvent les conditions qui améliorent le bien-être des animaux, rendent plus difficile les circonstances de travail (si machine avec ordinateur, devoir gérer des logiciels,..).

Conditions de travail

Sécurité sociale, organisation, situation financière, perspectives d'avenir,...

Stress < investissements, dettes, conditions fluctuantes du marché, absence de temps libre.

Relations de travail

Contacts sociaux limités, mauvaises relations avec les consommateurs, avec les voisins,...

2.9. Electricité

Attention si humidité élevée, si câbles à disposition des porcs, si présence de rongeurs, d'ammoniac (corrosif), si surcharge électrique, si panne (panique), si saleté, poussière empêchant le refroidissement des appareils électriques.

2.9.1. Mesures

- Confier la mise en place de l'installation électrique à des professionnels.
- Faire agréer l'installation électrique tous les 5 ans (une obligation légale).
- Des circuits séparés pour chaque bâtiment empêchent une surcharge.
- Un éclairage de secours garantit un minimum de lumière.
- Bien recouvrir les conduits et les moteurs électriques en cas de nettoyage à l'eau (utiliser du matériel présentant un indice de protection élevé – ex : IP55).

2.10. Incendie

2.10.1. Causes

Court-circuit, flemme ouverte (soudure), étincelles, cigarette, lampes infrarouges, fermentation du lisier, canon à air chaud, foudre, fuites de gaz, chaudière.

2.10.2. Mesures

- Assurance obligatoire mais ne rembourse jamais tout.
- Système de détection d'incendie + extincteurs automatiques là où t° trop élevée
- Lutte anti-incendie
- Evacuation (issue de secours)
- Prévention incendie (ne pas mettre un matériau inflammable près d'une source d'inflammation)
- Utiliser un matériau de construction à haute résistance incendie
(! Structures en bois résistent mieux à la chaleur !)
- Laisser assez de distance entre les différents bâtiments de l'exploitation
(! Direction dominante belge du vent : S-O)
- Compartimenter les locaux
(! Feu se répand très vite le long des matériaux isolants)

- Chaudière dans un local ignifugé, avec porte de résistance incendie de deux heures
- Coupoles pour évacuer la fumée
- Restaurer les différents éléments du circuit électrique (isolant, prise,...)
- Faire contrôler l'installation par des professionnels
- Si coupure de courant, en détecter la cause
- Entretenir les canons à chaleur et la chaudière (professionnel !!)

Au niveau de l'organisation du bâtiment point de vue incendie :

- Bien séparer les combustibles des sources de chaleur
- Lampes IR : suspendues par une chaîne et non par le cordon électrique

2.11. Nuisances sonores

Domages à l'ouïe suite aux cris des animaux (castration, vaccination, prise de sang, arrivée, départ d'animaux, attente de nourriture) + au bruit des ventilateurs, machines,...

Automatiser les systèmes de distribution d'aliments !

Porter de protections auditives

2.12. Mesures globales contre tout type d'accident

2.12.1. Conseils de construction porcherie – étable

- Bon accès aux installations devant être contrôlés
- Matériaux résistants à la corrosion
- Fixer solidement les installations, les machines
- Construire des sols aux surfaces rugueuses
- Couloirs hauts et larges pour déplacements faciles
- Couloir central (contrôle des animaux)
- Accès facile pour les pompiers, sortie de secours
- Distance minimale entre deux porcheries au moins égale à la largeur de la porcherie
- Matériaux à faible inflammabilité (☺ laine de roche, laine de verre, mousse de verre, brique, béton, pierre : non-inflammables)
- Espaces spécifiques pour stocker les matériaux dangereux
- Grilles devant les ouvertures de ventilation, et isolant pas directement collé au toit >< rongeurs

2.12.2. Équipement de protection individuelle

Protection respiratoire : Masques anti-poussière

Choix d'après la quantité de poussière et sa toxicité (! marquage CE !). Soit recouvre la ½ ou la totalité du visage. Remplacer à temps le filtre du masque.

Protection oculaire

Gants : solides, imperméables, résistants aux acides et produits nocifs

Protection auditive

Chaussures : avec renforts métalliques et bottes en caoutchouc à semelles antidérapantes

Salopette et couvre-chef : parfois imperméable

2.13. Loi sur le bien-être des travailleurs
--

Chacun veille à sa sécurité personnelle mais l'exploitant doit bien avertir ses employés de tous les risques professionnels et les mesures préventives.

Différents domaines concernés par la loi :

- Sécurité au travail
- Hygiène au travail
- Charge psychologique provoquée par le travail
- Protection de la santé au travail
- Ergonomie
- Embellissement des lieux de travail
- Environnement de vie interne

<http://www.secteursverts.be/ressources/porcs%2012.pdf>

http://books.google.be/books?id=WuRcaxLSXKcC&pg=PA25&lpg=PA25&dq=s%C3%A9curit%C3%A9+travail+%C3%A9levage+porcin&source=bl&ots=ijv7jlJm8&sig=1d_POrWZ_qgdfNdCZVDz-eBnqrs&hl=fr&sa=X&ei=zVmUUuPgOOrOygO4x4KoBQ&ved=0CHcQ6AEwBw#v=onepage&q=s%C3%A9curit%C3%A9%20travail%20%C3%A9levage%20porcin&f=false