



HAL
open science

Grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde : mise en place et validation

Floriane Benedetti

► To cite this version:

Floriane Benedetti. Grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde : mise en place et validation. Médecine vétérinaire et santé animale. 2022. dumas-03970820

HAL Id: dumas-03970820

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03970820v1>

Submitted on 2 Feb 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Année 2022

GRILLE D'ÉVALUATION DE LA DOULEUR CHEZ LE COCHON D'INDE : MISE EN PLACE ET VALIDATION

THÈSE

pour obtenir le diplôme d'État de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE
présentée et soutenue publiquement devant
la Faculté de Médecine de Créteil (UPEC)
le 25 Juillet 2022

par

Floriane, Claire BENEDETTI

sous la direction de

Charly PIGNON

JURY

Président du jury :	M. Loïc DESQUILBET	Professeur à l'EnvA
Directeur de thèse :	M. Charly PIGNON	Ingénieur de recherche à l'EnvA
Examinatrice 1 :	Mme Caroline GILBERT	Professeure à l'EnvA

Liste des enseignants intervenant dans l'encadrement des thèses de Doctorat vétérinaire



Version du 8 février 2022

Liste des Professeurs et Maîtres de conférences titulaires de l'HDR

M	Adjou	Karim	Professeur	DPASP
M	Audigié	Fabrice	Professeur	DEPEC
M	Bellier	Sylvain	Professeur	DSBP
M	Blaga	Radu	Maître de conférences HDR	DPASP
M	Blot	Stephane	Professeur	DEPEC
M	Boulouis	Henri-Jean	Professeur émérite	DSBP
Mme	Chahory	Sabine	Professeur	DEPEC
M	Chateau	Henry	Professeur	DSBP
Mme	Chetboul	Valerie	Professeur	DEPEC
Mme	Crevier-Denoix	Nathalie	Professeur	DSBP
M	Degueurce	Christophe	Professeur	DSBP
M	Denoix	Jean-Marie	Professeur	DEPEC
M	Desquilbet	Loic	Professeur	DSBP
Mme	Dufour	Barbara	Professeur émérite	DPASP
M	Eloit	Marc	Professeur	DSBP
M	Fayolle	Pascal	Professeur émérite	DEPEC
M	Fédérighi	Michel	Professeur	DPASP
M	Fontbonne	Alain	Professeur	DEPEC
Mme	Gilbert	Caroline	Professeur	DSBP
M	Grandjean	Dominique	Professeur	DEPEC
Mme	Grimard-Ballif	Bénédicte	Professeur	DPASP
Mme	Haddad-Hoang Xuan	Nadia	Professeur	DPASP
M	Jouvion	Gregory	Professeur	DSBP
M	Kohlhauer	Matthias	Maître de conférences HDR	DSBP
Mme	Le Poder	Sophie	Professeur	DSBP
M	Manassero	Mathieu	Professeur	DEPEC
Mme	Maurey-Guéneç	Christelle	Maître de conférences HDR	DEPEC
M	Millemann	Yves	Professeur	DPASP
M	Perrot	Sébastien	Maître de conférences HDR	DSBP
Mme	Pilot-Storck	Fanny	Professeur	DSBP
M	Ponter	Andrew	Professeur	DPASP
Mme	Rivière	Julie	Maître de conférences HDR	DPASP
Mme	Robert	Céline	Professeur	DSBP
M	Tiret	Laurent	Professeur	DSBP
M	Tissier	Renaud	Professeur	DSBP
M	Verwaerde	Patrick	Professeur	DEPEC
Mme	Viateau	Véronique	Professeur	DEPEC

Liste des Maîtres de conférences et Ingénieurs de recherche DMV

M	Arné	Pascal	Maître de conférences	DPASP
Mme	Barassin	Isabelle	Maître de conférences	DPASP
Mme	Benckekroun	Ghita	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Bertoni	Lelia	Maître de conférences	DEPEC
M	Bolnot	Francois	Maître de conférences	DPASP
Mme	Canonne-Guibert	Morgane	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Chevallier	Lucie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Cochet-Faivre	Noëlle	Maître de conférences	DEPEC
Mme	Constant	Fabienne	Maître de conférences	DPASP
Mme	Cordonnier-Lefort	Nathalie	Maître de conférences	DSBP
Mme	Crepeaux	Guillemette	Maître de conférences	DSBP
Mme	De Paula Reis	Aline	Maître de conférences	DPASP
Mme	Decambon	Adeline	Maître de conférences	DEPEC
M	Delsart	Maxime	Maître de conférences associé	DPASP
M	Desbois	Christophe	Maître de conférences	DEPEC
M	Deshuillers	Pierre	Maître de conférences	DSBP
M	Gauthier	Michel	Maître de conférences associé	DPASP
Mme	Guétin-Poirier	Valentine	Maître de conférences	DPASP
Mme	Jacquet	Sandrine	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
Mme	Lagrée	Anne-Claire	Maître de conférences	DSBP
Mme	Le Roux	Delphine	Maître de conférences	DSBP
Mme	Legrand	Chantal	Maître de conférences associé	DSBP
Mme	Marignac	Genevieve	Maître de conférences	DSBP
M	Maufré	Vincent	Maître de conférences	DPASP
Mme	Mtimet	Narjès	Maître de conférences	DPASP
Mme	Mespoulhès-Rivière	Céline	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Mortier	Jérémy	Maître de conférences associé	DEPEC
M	Nudelmann	Nicolas	Maître de conférences	DEPEC
M	Pignon	Charly	Ingénieur de recherche (DMV)	DEPEC
M	Polack	Bruno	Maître de conférences	DSBP
Mme	Ravary-Plumioën	Bérangère	Maître de conférences	DPASP
M	Reyes-Gomez	Edouard	Maître de conférences	DSBP
Mme	Risco-Castillo	Véronica	Maître de conférences	DSBP
Mme	Rose	Hélène	Maître de conférences associé	DSBP

Remerciements

Au Président du Jury de cette thèse, M. Loïc DESQUILBET, Professeur à l'EnvA,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse et pour vos précieux conseils en statistique,

Hommages respectueux.

À M. Charly PIGNON, Ingénieur de recherche à l'EnvA,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter le rôle de directeur et pour avoir été à l'origine de ce projet, pour votre disponibilité et pour m'avoir accompagnée et conseillée avec bienveillance,

Sincères remerciements.

À Mme Caroline GILBERT, Professeur à l'EnvA,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter le rôle d'examineur et pour avoir été à l'origine de ce projet,

Sincères remerciements.

À Patricia MUFFAT,

Pour ton investissement et ton temps consacrés à l'évaluation des vidéos,

Sincère reconnaissance.

À Delphine LEHUEDE,

Pour ton aide précieuse et assidue dans la réalisation des vidéos,

Sincère reconnaissance.

A Claire VINCENT,

Pour tes conseils avisés,

Sincère reconnaissance.

À toute l'équipe du service NAC du ChuvA,

Pour votre aide dans la réalisation des vidéos,

Sincère reconnaissance.

À mes parents,

Pour votre soutien durant ces années d'étude et pour avoir rendu tant de choses possibles, merci pour tout.

À mes amis d'école et à ceux de plus longue date,

Pour tous ces bons moments qui ont embelli ces années, merci.

À Florian,

Pour ton amour infailible et pour avoir été ma principale source de motivation, merci d'avoir été présent pour moi à chaque instant.

Table des matières

Liste des figures.....	5
Liste des tableaux	7
Liste des abréviations.....	9
Introduction	11
Partie 1 - Étude bibliographique : Physiopathologie de la douleur et éléments d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde	13
I) Généralités sur la douleur	13
a. Définitions	13
i. Définition donnée par l'IASP	13
ii. Autres définitions.....	13
b. Classifications de la douleur	14
i. Classification physiopathologique	14
ii. Classification selon l'intensité de la douleur.....	16
iii. Classification selon la durée et la récurrence.....	19
iv. Classification selon l'origine et la localisation.....	20
c. Physiopathologie de la douleur.....	22
i. Transduction	22
ii. Transmission.....	23
iii. Projection	24
iv. Perception.....	27
v. Modulation et dérèglements.....	28
d. Conséquences physiologiques de la douleur	31
i. Changements hormonaux.....	31
ii. Conséquences sur le système immunitaire.....	32
iii. Complications cardiovasculaires et circulatoires.....	34
iv. Complications respiratoires.....	34
v. Conséquences gastro-intestinales.....	34
vi. Conséquences métaboliques.....	35
e. Analgésie et prévention de la douleur chez le cochon d'Inde	35
i. Analgésie	35
ii. Prise en charge clinique et mesures de soutien.....	37
II) Outils d'évaluation de la douleur.....	38
a. Intérêts et principes d'évaluation de la douleur	38
b. Difficultés à l'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde	39
c. Intérêt des grilles d'évaluation de la douleur	40
d. Les différentes grilles d'évaluation de la douleur.....	41
i. Échelles monoparamétriques et d'auto-évaluation	41
ii. Échelles multiparamétriques.....	43
e. Protocole de validation d'une grille d'évaluation de la douleur.....	52
i. Principe général de validation d'une méthode de mesure.....	52
ii. Évaluation de la répétabilité	52
iii. Évaluation de la reproductibilité	54
iv. Évaluation de la validité	55
v. Évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité item par item	56
vi. Calcul du nombre d'individus à inclure dans l'étude.....	56
vii. Évaluation de la spécificité et de la sensibilité	57
III) Physiologie, comportement et douleur chez le cochon d'Inde	58
a. Généralités.....	58
b. Physiologie.....	58
i. Constantes physiologiques	58

ii. Physiologie digestive.....	58
c. <i>Comportement</i>	59
d. <i>Signes de douleur</i>	62
i. <i>Activité et apparence</i>	62
ii. <i>Signes physiologiques</i>	65
iii. <i>Signes fonctionnels</i>	66
iv. <i>Comportements sociaux et interactions</i>	67
IV) Affections fréquentes et douleur chez le cochon d'Inde	68
a. <i>Affections gastro-intestinales</i>	68
b. <i>Troubles dermatologiques</i>	70
c. <i>Maladies de la reproduction</i>	71
d. <i>Maladies ophtalmologiques</i>	71
e. <i>Maladies du tractus urinaire</i>	72
f. <i>Troubles musculo-squelettiques</i>	72
g. <i>Maladies respiratoires</i>	73
h. <i>Maladies neurologiques</i>	73
i. <i>Maladies cardiovasculaires</i>	73
j. <i>Maladies endocriniennes</i>	73
k. <i>Autres maladies courantes</i>	74
Partie 2 - Partie expérimentale : Mise en place du protocole et validation d'une grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde	75
I) Élaboration de la grille d'évaluation « Dolocavy »	75
a. <i>Choix des critères composant la grille</i>	75
i. <i>Composante apparence</i>	76
ii. <i>Composante fonctionnelle</i>	76
iii. <i>Composante physiologique</i>	77
iv. <i>Composante comportementale</i>	77
v. <i>Signes de douleur non inclus dans la grille d'évaluation</i>	78
b. <i>Attribution d'une note aux critères et établissement d'un score final</i>	79
c. <i>Présentation de la grille « Dolocavy »</i>	80
II) Matériel et méthode	83
a. <i>Recrutement des cochons d'Inde participant à l'étude</i>	83
i. <i>Population cible</i>	83
ii. <i>Critères d'inclusion</i>	83
iii. <i>Critères d'exclusion</i>	84
b. <i>Nombre d'animaux à recruter</i>	84
c. <i>Protocole expérimental</i>	85
i. <i>Principe général</i>	85
ii. <i>Prise de vidéos</i>	85
d. <i>Outils statistiques</i>	88
i. <i>Évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité</i>	88
ii. <i>Évaluation de la validité</i>	88
iii. <i>Évaluation item par item</i>	89
iv. <i>Évaluation de la sensibilité et de la spécificité</i>	89
III) Résultats	90
a. <i>Animaux inclus dans l'étude</i>	90
b. <i>Présentation des résultats</i>	93
c. <i>Évaluation de la répétabilité</i>	96
d. <i>Évaluation de la reproductibilité</i>	99
e. <i>Évaluation de la validité</i>	102
f. <i>Évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité item par item</i>	103
i. <i>Répétabilité item par item</i>	104
ii. <i>Reproductibilité item par item</i>	105
g. <i>Évaluation de la sensibilité et de la spécificité</i>	106

iii. Discussion.....	107
a. <i>Originalité de l'étude</i>	107
b. <i>Limites du protocole</i>	107
i. Population étudiée	107
ii. Réalisation des vidéos	109
iii. Choix des opérateurs.....	109
iv. Items composant la grille	110
c. <i>Répétabilité et reproductibilité de la grille</i>	111
d. <i>Validité, sensibilité et spécificité de la grille « Dolocavy »</i>	112
e. <i>Perspectives</i>	112
Conclusion.....	115
Liste des références bibliographiques	117
Annexe 1 : Grille complétée par l'observateur 1 à t1 pour chaque individu	123
Annexe 2 : Grille complétée par l'observateur 1 à t2 pour chaque individu	124
Annexe 3 : Grille complétée par l'observateur 2 pour chaque individu	125
Annexe 4 : Intensités de douleur présumées et estimées par la grille	126
Annexe 5 : Tableaux comparant les scores attribués à t1 et à t2 par l'observateur 1 pour chaque item	127
Annexe 6 : Tableaux comparant les scores attribués par les observateurs 1 et 2 pour chaque item	129

Liste des figures

Figure 1 : L'échelle analgésique de l'Organisation Mondiale de la Santé pour traiter la douleur cancéreuse (Vargas-Schaffer, 2010).....	16
Figure 2 : Nouvelle adaptation de l'échelle analgésique (Vargas-Schaffer, 2010).....	17
Figure 3 : Les voies impliquées dans la nociception (Gaynor et Muir, 2015).....	22
Figure 4 : Récepteurs cutanés correspondant aux différentes fibres afférentes (Le Bars et Willer, 2004).....	24
Figure 5 : Couches de Rexed et projections centrales des fibres A β , A δ et C (Le Bars et Willer, 2004).....	25
Figure 6 : Projection du message douloureux vers les centres supra-médullaires. 1 : nocicepteur ; 2 : interneurone de la corne dorsale ; 3 : neurone du thalamus (Tiret, 2017).....	26
Figure 7 : Localisation des centres supraspinaux impliqués dans la perception de la douleur (Shilo et Pascoe, 2014).....	27
Figure 8 : Action des neurotransmetteurs au niveau d'une synapse lors du phénomène de sensibilisation (Le Bars et Willer, 2004).....	29
Figure 9 : Étages encéphaliques impliqués dans les voies descendantes de la modulation. PAG : substance grise périaqueducal, DPLT : tegmentum, RVM : moelle rostrale ventromédiale (Shilo et Pascoe, 2014).....	30
Figure 10 : Mécanismes nerveux et hormonaux entraînant différents changements physiologiques après un stimulus douloureux (Gaynor et Muir, 2015).....	31
Figure 11 : Cascade de réactions physiologiques dues à la douleur et au stress pouvant mener à un MODS d'après Gaynor et Muir (2015) (ATP : adénosine tri-phosphate ; IL-2 : interleukine 2 ; IFN : interféron ; SNC : système nerveux central).....	33
Figure 12 : Échelle Verbale Simple (illustration d'après Phan <i>et al.</i> (2012)).....	42
Figure 13 : Échelle numérique (illustration d'après Phan <i>et al.</i> (2012)).....	42
Figure 14 : Échelle visuelle analogique (illustration d'après Phan <i>et al.</i> (2012)).....	43
Figure 15 : University of Melbourne Pain Scale.....	45
Figure 16 : Échelle de douleur aiguë chez le chien de la <i>Colorado State University</i>	46
Figure 17 : Échelle de Glasgow pour l'évaluation composite de la douleur (version abrégée).....	47
Figure 18 : Index de douleur chronique d'Helsinki.....	49
Figure 19 : « Mouse Grimace Scale » (Langford <i>et al.</i> , 2010).....	51
Figure 20 : Coprophagie chez un cochon d'Inde (crédit photo : EnvA).....	59

Figure 21 : Regroupement lors du repas (crédit photo : Zoidy, de.wikipedia.org).....	60
Figure 22 : Répartition des activités du cochon d'Inde sur 24h. Dans ce graphique, les « interactions » ne comprennent pas le repos contre un congénère ou le toilettage mutuel, ce qui explique sa faible importance ici. (Fuchs, 1980)	61
Figure 23 : Posture de repos (gauche) et comportement de toilettage (droite) (crédits photos : instagram.com/guineapigsadventures (gauche) et EnvA (droite))	61
Figure 24 : Aspect du pelage d'un cochon d'Inde ayant diminué sa fréquence de toilettage suite à une douleur (crédit photo : EnvA)	63
Figure 25 : Cochons d'Inde ayant le dos voûté (crédit photo : gauche : Rongeurs.net ; droite : EnvA)	63
Figure 26 : Expression faciale d'un cochon d'Inde pouvant être douloureux (crédit photo : Getty)	64
Figure 27 : Expressions faciales d'un rat (gauche) et d'une souris (droite) ayant une douleur intense (crédit photo : Langford <i>et al.</i> , 2010 (gauche) ; Sotocinal <i>et al.</i> , 2011 (droite))	65
Figure 28 : Malocclusion dentaire sévère chez un cochon d'Inde (crédit photo : O'Rourke, 2004)	68
Figure 29 : Radiographies de stase gastro-intestinale chez un cochon d'Inde (A : vue latérale ; B : vue ventro-dorsale). On notera l'importante quantité de gaz dans l'estomac et dans le cæcum (crédit photo : (Pignon et Mayer, 2021))	69
Figure 30 : Pododermatite sur le membre antérieur (A) et sur les deux postérieurs (B) chez un cochon d'Inde (crédit photo : Pignon et Mayer, 2021).....	70
Figure 31 : Grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde « Dolocavy », première version	81
Figure 32 : Fiche à remplir lors de la prise de vidéos.....	87
Figure 33 : Grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde « Dolocavy », nouvelle version	94
Figure 34 : Coefficient de Concordance de Lin pour l'évaluation de la répétabilité de la grille Dolocavy obtenu à partir d'un effectif de 45 cochons d'Inde	97
Figure 35 : Graphique de Bland et Altman pour l'évaluation de la répétabilité de la grille Dolocavy obtenu à partir d'un effectif de 45 cochons d'Inde.....	98
Figure 36 : Coefficient de Concordance de Lin pour l'évaluation de la reproductibilité de la grille Dolocavy obtenu à partir d'un effectif de 45 cochons d'Inde	100
Figure 37 : Graphique de Bland et Altman pour l'évaluation de la reproductibilité de la grille Dolocavy obtenu à partir d'un effectif de 45 cochons d'Inde	101
Figure 38 : Répartition des scores totaux obtenus avec la grille lors des évaluations de 34 cochons d'Indes en fonction des intensités de douleur présumée (102 évaluations)	103

Liste des tableaux

Tableau 1 : Intensités de douleur présumées associées à certaines conditions cliniques (Kohn <i>et al.</i> , 2007 ; Mathews <i>et al.</i> , 2014 ; Della Rocca <i>et al.</i> , 2015 ; Banchi <i>et al.</i> , 2020)	18
Tableau 2 : Variation de production des hormones par les glandes neuroendocrines après un stimulus douloureux d'après Gaynor et Muir (2015)	32
Tableau 3 : Doses en mg/kg des analgésiques utilisés chez le cochon d'Inde d'après Miller et Richardson (2011) et Grenet (2015) (PO = per os - SC = sous-cutanée - IM = intra-musculaire - IV = intra-veineuse - CRI = perfusion continue (Continuous Rate Infusion)).....	36
Tableau 4 : Exemples d'échelles d'évaluation de la douleur aiguë existant chez le chien et le chat d'après Reid <i>et al.</i> (2018)	44
Tableau 5 : Exemples d'échelles d'évaluation de la douleur chronique existant chez le chien et le chat d'après Reid <i>et al.</i> (2018).....	48
Tableau 6 : Tableau à remplir pour évaluer la répétabilité d'un outil de mesure (Desquilbet, 2020)	53
Tableau 7 : Interprétation des valeurs du coefficient de Lin (Landis et Koch, 1977).....	53
Tableau 8 : Présentation des données pour des calculs de sensibilité et spécificité (Desquilbet, 2020a) (VN = vrai négatif, FN = faux négatif, FP = faux positif, VP = vrai positif, TN = total négatifs, TP = total positifs)	57
Tableau 9 : Interprétation du score total obtenu avec la première version de la grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde	79
Tableau 10 : Cochons d'Inde inclus dans le groupe « sain »	90
Tableau 11 : Cochons d'Inde inclus dans le groupe « malade »	91
Tableau 12 : Nombre d'évaluations dans chaque groupe ayant permis de tester la répétabilité, la reproductibilité et la validité	92
Tableau 13 : Interprétation du score total obtenu avec la nouvelle version de la grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde	93
Tableau 14 : Résultats des évaluations à t1 (série 1) et t2 (série 2)	96
Tableau 15 : Résultats des évaluations par l'opérateur 1 (série 1) et l'opérateur 2 (série 2)	99
Tableau 16 : Répartition des intensités estimées par la grille d'évaluation Dolocavy et des intensités présumées à partir d'un effectif de 34 cochons d'Inde	102
Tableau 17 : Coefficient Kappa et évaluation de la répétabilité de chaque item	104

Tableau 18 : Coefficient Kappa et évaluation de la reproductibilité de chaque item.....	105
Tableau 19 : Données pour le calcul de la sensibilité et spécificité	106

Liste des abréviations

ACTH : Hormone adrénocorticotrope (*Adrenocorticotropic hormone*)

AAHA : *American Animal Hospital Association*

AINS : Anti-inflammatoire non stéroïdien

AMPA-R : Récepteur acide 2-amino-3-hydroxy-5-méthyl-4-isoxazol-4-propionate

ATP : Adénosine tri-phosphate

BDNF : Facteur neurotrophique issu du cerveau (*Brain-derived neurotrophic factor*)

CGRP : Peptide relié au gène calcitonine (*Anti calcitonin gene related peptide*)

CHUVA : Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire d'Alfort

COX : Cyclooxygénase

CRI : Perfusion continue (*Continuous rate infusion*)

EnvA : École nationale vétérinaire d'Alfort

GABA : Acide gamma-aminobutyrique (*Gamma aminobutyric acid*)

GDNF: Facteur neurotrophe dérivé de la glie (*Glial cell line derived neurotrophic factor*)

GH : Hormone de croissance (*Growth hormone*)

IASP : Association internationale pour l'étude de la douleur (*International Association for the Study of Pain*)

IM : Intramusculaire

IV : Intraveineux

MODS : Syndrome de défaillance multiorganique (*Multiple organ dysfunction syndrome*)

NAC : Nouveaux animaux de compagnie

NGF : Facteur de croissance nerveuse (*Nerve growth factor*)

NK : Cellules tueuses naturelles (*Natural killer cells*)

NK1 : Neurokinine 1

NMDA-R : Récepteur acide N-méthyl-D-aspartate (*N-méthyl-D-aspartate receptor*)

NO : Oxyde nitrique (*Nitric Oxide*)

OIE : Organisation mondiale de la santé animale (Office International des Epizooties)

PGE : Prostaglandine

SC : Sous-cutané

SIRS : Syndrome inflammatoire à réponse systémique

SNC : Système Nerveux Central

SNP : Système Nerveux Périphérique

SP : Substance P

TNF alpha : facteur de nécrose tumorale (*Tumor Necrosis Factor*)

TSH : Thyroestimuline (*Thyroid Stimulating Hormone*)

Introduction

Le cochon d'Inde (*Cavia porcellus*) fait partie des nouveaux animaux de compagnie (NAC), qui prennent aujourd'hui une place grandissante parmi la patientèle vétérinaire. Ces derniers sont, au même titre que tous les animaux, reconnus comme des êtres sensibles capables de ressentir la douleur. La douleur est une expérience complexe, sensorielle et émotionnelle déclenchée par une atteinte tissulaire réelle ou potentielle (IASP, 2020). Elle a un rôle protecteur lorsque l'organisme fait face à un stimulus potentiellement dangereux provoqué par une pathologie, un traumatisme, une procédure invasive ou une intervention chirurgicale. Elle permet alors de prévenir l'apparition de lésions plus importantes.

L'absence de douleur est une condition *sine qua non* au bien-être animal, qui suscite aujourd'hui un intérêt croissant pour la société civile et les professionnels. Le bien-être est défini dans le Code sanitaire pour les animaux terrestres de l'organisation mondiale de la santé animale (OIE) comme l'état physique et mental d'un animal en relation avec les conditions dans lesquelles il vit et meurt (OIE, 2021).

De plus, le vétérinaire a l'obligation, selon le code de déontologie, de mettre en œuvre tous les moyens à sa disposition pour limiter au maximum la souffrance de l'animal lors de sa prise en charge. La douleur fait partie, selon le *Global Pain Council*, des signes vitaux à surveiller avec la température, le pouls ou la fréquence cardiaque et la fréquence respiratoire (Mathews *et al.*, 2014). Une gestion inadaptée augmente la morbidité et la mortalité. Par conséquent, le vétérinaire doit être capable de reconnaître un animal en état douloureux et évaluer l'intensité de cette douleur. Cela lui permet d'adapter le traitement analgésique le plus régulièrement possible pour soulager au mieux son patient.

Au cours de ces dernières décennies, il y a ainsi eu une amélioration progressive de la prise en compte et donc de la prise en charge de la douleur en médecine vétérinaire (Flecknell, 1998). Cependant, plus de 60 % des vétérinaires doutent de leurs compétences en ce qui concerne l'évaluation de la douleur et l'analgésie chez les lapins et les cochons d'Inde (Keown *et al.*, 2011). La douleur est donc souvent mal évaluée chez les NAC, ce qui implique une mauvaise gestion de l'analgésie chez ces espèces.

Les animaux n'étant pas capables de communiquer verbalement, l'évaluation de la douleur est un exercice difficile. C'est pourquoi l'utilisation d'outils objectifs tels que des échelles ou des grilles est souvent nécessaire. Par conséquent, les outils employés pour reconnaître la douleur chez les animaux de compagnie et de laboratoire se sont fortement développés ces dernières années, dans le but d'adapter le traitement analgésique et de soulager au mieux l'animal lors de sa prise en charge. Mais le nombre d'outils d'évaluation de la douleur est encore limité chez les NAC et il n'existe pas à ce jour d'outil objectif de mesure de la douleur chez le cochon d'Inde.

Le but de cette étude est donc d'établir et de valider une grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde qui pourra être utilisée en premier lieu dans un contexte clinique par les praticiens vétérinaires.

Pour cela, dans un premier temps, une étude bibliographique vise à étudier la physiologie de la douleur, ses circonstances d'apparition et conséquences chez le cochon d'Inde ainsi que les différents outils d'évaluation de la douleur existant à ce jour en médecine vétérinaire. À partir des

données bibliographiques, nous avons pu par la suite élaborer une grille d'évaluation de la douleur à partir des signes de douleur décrits chez cette espèce. C'est une grille multiparamétrique qui conduit à l'obtention d'un score dans le but de détecter un état douloureux et d'évaluer l'intensité de cette douleur.

Puis, dans un second temps, la partie expérimentale de cette étude a eu pour objectif de valider cette grille statistiquement grâce au visionnage par deux évaluateurs de vidéos de cochons d'Inde prises au service NAC du Centre Hospitalier Universitaire Vétérinaire d'Alfort. Cette grille doit être répétable dans le temps par un même observateur, reproductible entre deux observateurs et être valide, c'est-à-dire indiquer une intensité de douleur proche de celle ressentie réellement par le cochon d'Inde évalué. Nous avons ainsi testé ces trois paramètres pour la grille proposée.

Partie 1 - Étude bibliographique : Physiopathologie de la douleur et éléments d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde

I) Généralités sur la douleur

a. Définitions

i. Définition donnée par l'IASP

L'association internationale pour l'étude de la douleur (IASP), a donné une définition révisée de la douleur en 2020. Elle est définie comme « une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable associée ou ressemblant à celle associée à un dommage tissulaire réel ou potentiel ».

C'est une expérience individuelle qui est influencée par des paramètres biologiques, psychologiques et sociaux. Elle provoque des réactions motrices et végétatives protectrices, et conduit à l'apprentissage d'un comportement d'évitement. La douleur a donc un rôle adaptatif mais peut aussi avoir des effets néfastes sur le bien-être fonctionnel, social et psychologique. En effet, elle peut modifier le comportement spécifique de l'individu. L'impossibilité à communiquer verbalement ne doit pas conduire à nier la possibilité qu'un individu puisse ressentir de la douleur (IASP, 2020).

ii. Autres définitions

Chez l'animal, la douleur semble plus difficile à définir que chez l'Homme. En 1997, Molony et Kent donnent une définition qui rappelle le rôle de la douleur. Elle est décrite comme une expérience sensorielle et émotionnelle aversive indiquant un dommage ou une menace pour l'intégrité des tissus de l'animal. La douleur change la physiologie et le comportement de l'animal afin de réduire ou d'éviter des lésions, de réduire la probabilité de récurrence et de favoriser la guérison (Molony et Kent, 1997).

Le département américain de l'agriculture (USDA, 2004) considère que la douleur est présente lors de toute intervention dont on peut raisonnablement s'attendre à ce qu'elle cause une douleur ou une détresse chez un humain. On considère ici que si une intervention chez l'Homme

n'est pas plus douloureuse qu'une injection ou une procédure mineure, alors l'animal subissant cette même intervention n'est pas douloureux (Kohn *et al.*, 2007).

En 2007, Kohn *et al.* tentent de donner une définition combinant celles de l'IASP et de l'USDA afin de l'appliquer au mieux aux rongeurs et aux lapins. La douleur est alors définie comme « une expérience sensorielle et émotionnelle désagréable associée à des dommages tissulaires réels ou potentiels et doit être attendue chez un animal soumis à toute procédure ou ayant une maladie susceptible de causer une douleur chez l'Homme ».

La douleur est une sensation subjective, individuelle et non uniformément reproductible. Elle diffère de la nociception car elle ne peut pas être induite uniquement par l'activité des neurones sensoriels (IASP, 2020). La nociception est la perception et le cheminement d'une information douloureuse après un stimulus nocif, tandis que la douleur suppose l'intégration corticale de la nociception et sa modulation en faisant intervenir émotion et mémoire (Deschamps, 2009).

Une douleur non traitée et prolongée favorise une réponse de stress prolongée, ce qui entraîne des dérèglements neuroendocrines, de la fatigue, des comportements anormaux et des performances physiques altérées (Gaynor et Muir, 2015).

b. Classifications de la douleur

La douleur étant une notion complexe, différentes classifications permettent de définir les divers types de douleur. Ainsi, on peut classer une douleur selon sa physiopathologie, son intensité, sa durée et sa récurrence et, enfin, selon la localisation de son origine.

i. Classification physiopathologique

On distingue la douleur physiologique, ou « adaptative » qui permet la survie par les réactions d'évitement, de la douleur pathologique, ou « mal-adaptative », qui n'a pas de rôle pour l'organisme et peut même s'avérer délétère.

1. Douleur physiologique

La douleur dite « physiologique » est perçue en réponse à des stimuli supérieurs au seuil nociceptif, pouvant provoquer des dommages tissulaires. Elle correspond à un fonctionnement du système sensoriel qu'on peut qualifier de normal. C'est un phénomène protecteur qui joue un rôle de signal d'alarme informant le sujet qu'un stimulus menace son intégrité, dans ce sens elle est aussi appelée douleur « adaptative ». Elle permet le déclenchement d'une réaction visant à diminuer la cause et en limiter les conséquences. L'ampleur de la réponse est proportionnelle à l'intensité du stimulus. Cependant, celle-ci peut être modulée selon l'expérience passée et le contexte immédiat. Cette douleur correspond à une douleur localisée au niveau des nocicepteurs.

C'est donc soit une douleur nociceptive, c'est-à-dire aiguë, brève et localisée et qui ne concerne que l'activation des nocicepteurs, soit une douleur inflammatoire débutante. Une douleur inflammatoire apparaît lors de la sensibilisation des nocicepteurs, en cas d'excès de nociception. Elle est en général rencontrée pendant la période post-opératoire et doit disparaître avec la cicatrisation (Le Bars et Willer, 2004 ; Mathews *et al.*, 2014 ; Poitte, 2015a).

2. Douleur pathologique

Lorsque la douleur est pathologique, elle perd son rôle d'alarme et n'a plus de justification physique. Elle est dite « mal-adaptative » : elle est inutile et peut même s'avérer dangereuse pour l'organisme. Elle apparaît lorsque des phénomènes d'hypersensibilisation entraînent une amplification de la douleur (Poitte, 2015a).

L'hyperalgésie apparaît lorsque qu'un stimulus supérieur au seuil nociceptif provoque une douleur majorée. Autrement dit, l'animal ressent douloureusement de manière exagérée un stimulus nociceptif de faible intensité. Elle résulte de l'amplification de la sensibilité des fibres nociceptives C. On peut différencier l'hyperalgésie primaire et secondaire (Poitte, 2015a) :

- L'hyperalgésie primaire concerne une lésion tissulaire. C'est une amplification des réponses aux stimuli douloureux avec une latence diminuée. En effet, cette lésion entraîne des transformations tissulaires profondes avec libération de médiateurs de l'inflammation qui abaissent le seuil de la douleur. Il s'agit de l'essentiel des douleurs identifiées chez l'animal (Deschamps, 2009 ; Mathews *et al.*, 2014).
- L'hyperalgésie secondaire est la conséquence de la propagation de la sensibilisation périphérique aux tissus environnants associée à une sensibilisation centrale (*wind-up*) (Partie 1, c, v, 1). Elle caractérise les douleurs chroniques (Partie 1, I, b, iii).

L'allodynie correspond à la sensation d'une douleur inédite qui apparaît après un stimulus inférieur au seuil nociceptif. Elle est la conséquence de la sensibilisation des fibres tactiles A β , qui ne conduisent pas un stimulus douloureux en temps normal. En d'autres termes, c'est le fait de ressentir douloureusement des stimuli qui sont normalement non nociceptifs, comme le toucher ou l'effleurement (Poitte, 2015a).

Enfin, dans les douleurs mal-adaptatives, on décrit aussi l'hyperpathie qui est ressentie par un individu lorsque qu'un stimulus supérieur au seuil nociceptif provoque une douleur très majorée, persistante et étant ressentie bien au-delà de la zone stimulée (Poitte, 2015a).

La douleur pathologique correspond ainsi à une douleur inflammatoire persistante, à une douleur neuropathique, ou à une douleur fonctionnelle (Partie 1, I, b, iii) (Poitte, 2015a).

ii. Classification selon l'intensité de la douleur

L'intensité de la douleur est proportionnelle à l'étendue des dommages dus à un traumatisme, à une chirurgie ou à une pathologie. Elle ne dépend pas de la gravité de la maladie, mais est proportionnelle à l'importance de l'inflammation (Deschamps, 2009). Plus le tissu est délabré, plus la réponse inflammatoire et le nombre de terminaisons nerveuses impliquées sont importants, et donc plus la douleur est intense. Ainsi, un traumatisme invasif doit être considéré comme très douloureux, mais certaines procédures peu invasives peuvent aussi produire une forte douleur comme l'injection d'un produit très irritant par exemple. L'intensité peut dépendre entre autres de l'individu, de son expérience passée avec la douleur, de la présence concomitante d'autres douleurs, de l'espèce, de l'âge, du sexe et de l'expérience du chirurgien (Della Rocca *et al.*, 2015).

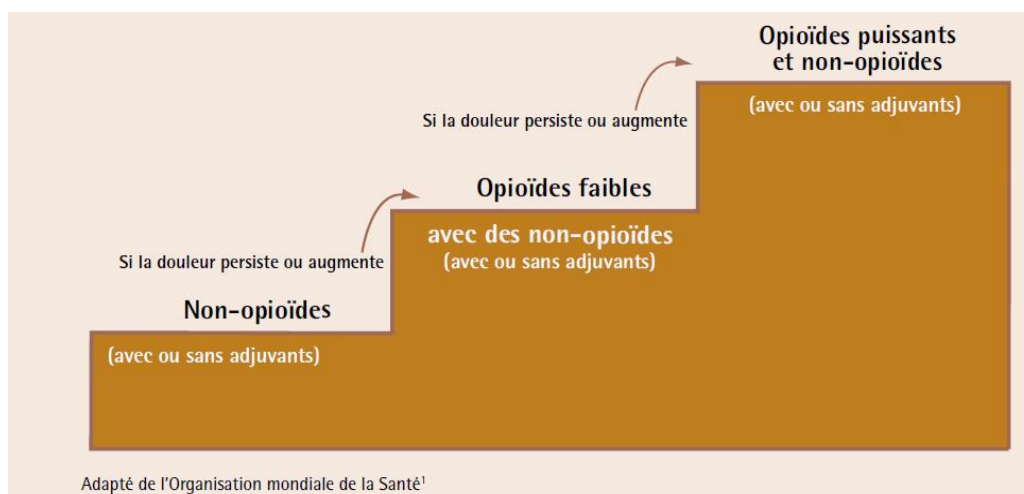
En 1986, l'OMS a défini trois paliers de douleur en fonction de l'intensité de celle-ci afin d'évaluer et d'adapter au mieux le traitement des patients atteints de cancer. On peut ainsi distinguer les douleurs légères, modérées et sévères (Figure 1) :

- Le premier palier correspond à une douleur légère ressentie lors d'un traumatisme mineur tel que l'implantation d'un cathéter ou l'exérèse d'une masse superficielle. Elle peut être considérée comme un inconfort et doit être traitée avec des médicaments non-opioïdes (Banchi *et al.*, 2020).

- Le second palier correspond à une douleur modérée, ressentie, par exemple, lors de maladies dentaires ou d'otites externes. Elle doit être traitée avec des opioïdes faibles.

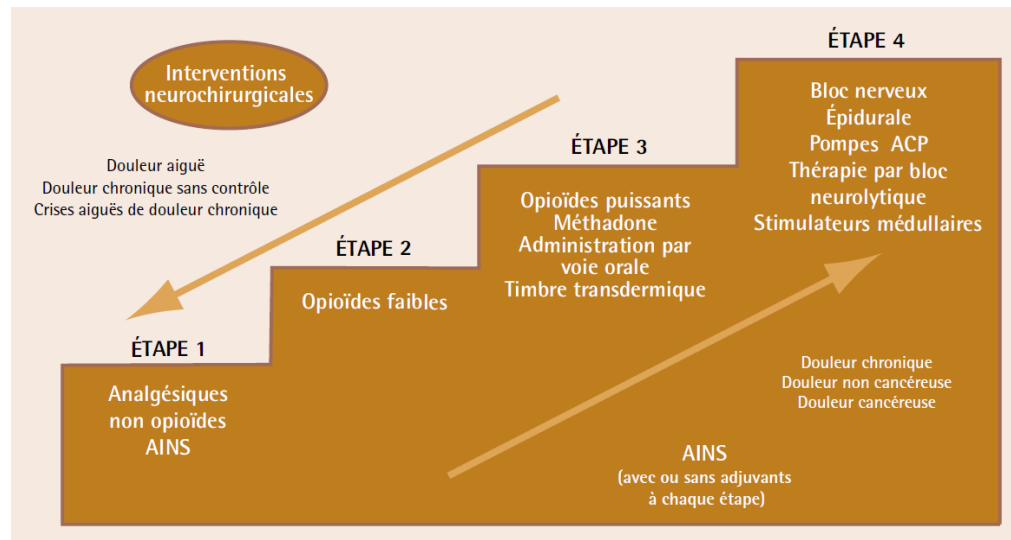
- Le dernier palier correspond à une douleur sévère qui est celle provoquée par une chirurgie ou une affection entraînant des lésions tissulaires importantes et des troubles persistants. En médecine vétérinaire, il est recommandé de toujours considérer un patient dans un mauvais état clinique comme un cas de douleur sévère (Banchi *et al.*, 2020). Cette douleur doit être soulagée avec des opioïdes forts, associés à des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS).

Figure 1 : L'échelle analgésique de l'Organisation Mondiale de la Santé pour traiter la douleur cancéreuse (Vargas-Schaffer, 2010)



Cette échelle analgésique a été revue en 2010 par Vargas-Schaffer, qui propose un quatrième palier afin d'affiner la prise en charge des patients atteints de cancer ou non. Cette nouvelle échelle inclut une étape supplémentaire qui correspond à la prise en charge de patients ayant subi une intervention chirurgicale (Figure 2).

Figure 2 : Nouvelle adaptation de l'échelle analgésique (Vargas-Schaffer, 2010)



De nombreux auteurs ont tenté de regrouper les affections et interventions en fonction de la douleur qu'elles provoquent. Ces travaux, effectués entre autres chez les rongeurs et les lapins, sont regroupés dans le tableau ci-après. Un patient qui n'est pas douloureux est défini comme un patient en bonne santé présenté pour une consultation vaccinale, des contrôles de santé réguliers ou une consultation de pré-stérilisation (Banchi *et al.*, 2020). Certains auteurs distinguent la douleur sévère de la douleur « intolérable » dont l'intensité est encore plus importante (Mathews *et al.*, 2014 ; Della Rocca *et al.*, 2015) . Enfin, selon les études, certaines affections sont considérées comme provoquant des intensités de douleur différentes et se retrouvent donc dans plusieurs colonnes du tableau ci-après (Tableau 1).

Tableau 1 : Intensités de douleur présumées associées à certaines conditions cliniques (Kohn *et al.*, 2007 ; Mathews *et al.*, 2014 ; Della Rocca *et al.*, 2015 ; Banchi *et al.*, 2020)

Intensité de douleur	Affections ou procédures
Absence de douleur	Patient sain présenté pour vaccination, visite de contrôle ou bilan avant chirurgie de convenance
Douleur légère	Petite blessure, coupure ou brûlure superficielle, petite incision, chirurgie peu invasive (ex. exérèses de nodules) Réplétion vésicale ou intestinale Lésion de la cavité orale mineure Infestation par des ectoparasites Implantation d'un cathéter Coupe de queue ou d'oreille Tumeur superficielle Intervention oculaire Lymphadénectomie superficielle Injection de produit peu ou pas irritant Implantation d'électrodes intracérébrales Vasectomie Inflammation trachéale (lors d'intubation), œsophagite (lors d'endoscopie) Vidange des glandes anales Myosite
Douleur modérée	Incision de laparotomie mineure, incision de césarienne Maladie dentaire, parage, extraction dentaire Stase gastrique avec distension viscérale modérée Chirurgie de l'abdomen caudal (castration, ovariectomie, hystérectomie, cystotomie) Lésion traumatique de la peau, dermatite localisée Exérèse de masse non adhérente aux plans adjacents Thyroïdectomie, orchidectomie, hypophysectomie, thymectomie Stades précoces ou résolutifs de blessure/inflammation/maladie des tissus mous Cystite, obstruction urétrale Abscess Otitis externe Infestation par des endoparasites Transfert d'embryon Endoscopie avec biopsie, arthroscopie, laparoscopie Biopsie musculaire Stabilisation de fracture des os longs (fibula/tibia, radius/ulna) Intervention orthopédique extra-articulaire Arthrite
Douleur sévère	Incision de laparotomie/d'organe, chirurgie de l'abdomen crânial Thoracotomie, hernie diaphragmatique Ovariectomie Chirurgie vertébrale, affection des disques intervertébraux Brûlure profonde, ulcère, inflammation, gelure étendus Chirurgie articulaire, stabilisation de fracture des os longs et pelviens Arthrite, panostéite, chirurgie articulaire Fracture multiple ou ouverte Organomégalie Dilatation sévère des organes creux, torsion mésentérique, gastrique, testiculaire Stades précoces ou avancés de blessures/inflammation/maladie des tissus mous Obstruction urétrale ou urétérale ou biliaire Ulcère oculaire, glaucome, uvéite, énucléation Certaines tumeurs (orales...) Otitis moyenne ou interne Transplantation d'organe Thrombose ou ischémie Amputation des griffes Dystocie Mammite, mastectomie Péritonite, pleurésie
Douleur intolérable	Chirurgie à thorax ouvert Chirurgie étendue (mastectomie, thoracotomie...) Nécrose du pancréas, de la vésicule biliaire Stades avancés de blessures/inflammation/maladie des tissus mous Brûlure profonde, ulcère, inflammations étendues Ostéodystrophie hypertrophique Ostéosarcome Fracture multiple ou ouverte, fracture articulaire ou pathologique Hernie discale, écrasement de nerfs (douleur neuropathique), méningite, névrite Infarctus du système nerveux central, tumeur Dilatation intestinale sévère Ablation totale du canal auditif Thrombose aortique, ischémie Amputation d'un membre Péritonite généralisée, cellulite

iii. Classification selon la durée et la récurrence

Il convient de distinguer la douleur aiguë de la douleur chronique, qui interviennent dans des circonstances différentes et n'ont pas les mêmes manifestations. Cependant, la différence entre les deux n'est pas toujours claire.

1. Douleur aiguë

La douleur aiguë est associée à des dommages tissulaires, s'accompagne généralement de changements physiologiques et répond au traitement analgésique. Elle est la réaction directe à une menace, et est donc un moyen de survie : l'animal adapte son comportement immédiatement pour éviter ou minimiser le danger, et optimiser les conditions de guérison. Cette douleur disparaît quand la guérison est finie (Molony et Kent, 1997 ; Mathews *et al.*, 2014).

2. Douleur aiguë récurrente

La société américaine de la douleur (*American Pain Society*) définit en 1987 la douleur aiguë récurrente comme la douleur prolongée ressentie notamment lors de cancer, qui s'apparente à des douleurs aiguës répétées.

3. Douleur chronique

La douleur chronique est définie comme une douleur de plus de 3 mois, qui persiste après la guérison d'une affection ou qui est ressentie lors d'une pathologie chronique. Elle peut être considérée comme une pathologie à part entière. La douleur chronique est le résultat d'une hyperalgésie secondaire, elle s'accompagne toujours de mécanismes d'hypersensibilisation. La prise en charge d'une telle douleur est beaucoup plus complexe et requiert une approche holistique et multidisciplinaire du patient (Mathews *et al.*, 2014 ; Poitte, 2015a).

La douleur chronique est par exemple associée à de l'arthrose, une otite, une gingivite, une dermatite ou des douleurs de dos. En revanche, elle peut ne pas avoir de cause évidente ni de signe d'apparition constaté par le propriétaire ou le clinicien. Les signes de douleur chronique sont beaucoup plus subtils que lors de douleur aiguë, car l'animal compense au fur et à mesure (Thompson, 2014). Ces signes sont plutôt des modifications du mode de vie (perte de l'appétit, diminution de l'activité, du nombre d'interactions ou du toilettage...) (Della Rocca *et al.*, 2015).

iv. Classification selon l'origine et la localisation

1. Douleur somatique

La douleur somatique est liée à l'activation des récepteurs à la douleur de la peau, des tissus sous-cutanés, des os, des articulations ou des muscles. Elle diffère de la douleur viscérale car elle ne concerne pas les mêmes parties du corps et ne se manifeste pas toujours de la même façon. La douleur somatique est très localisée, qu'elle soit superficielle ou profonde (Shilo et Pascoe, 2014).

2. Douleur viscérale

La douleur viscérale résulte de l'activation des nocicepteurs des organes abdominaux, thoraciques et pelviens. Elle est souvent décrite comme une sensation profonde, diffuse et sourde. Elle entraîne généralement une forte réponse émotionnelle et autonome qui se traduit notamment par de la pâleur, de la transpiration, de la nausée, des vomissements et un changement de pression artérielle et de fréquence cardiaque. La douleur viscérale est ressentie lors de distension des organes creux, de traction du mésentère, d'ischémie ou d'action de molécules endogènes associées à une inflammation. Couper ou brûler un organe creux n'entraîne pas de douleur sauf s'il y a déjà une distension ou une inflammation de cet organe. Enfin, les poumons, le foie et les reins sont insensibles à la douleur, bien qu'il y ait des nocicepteurs sensibles à l'inflammation et à la distension sur les capsules de ces organes (Shilo et Pascoe, 2014).

La douleur viscérale est très diffuse car il y a, pour chaque organe, une large distribution des afférences terminales au niveau de la moelle. La majorité des fibres afférentes viscérales sont des fibres C. De plus, cette douleur est souvent référée à des structures somatiques, ce qui rend sa localisation d'origine encore plus difficilement identifiable. En effet, une douleur irradiée, ou référée, est une douleur qui n'est pas localisée à son origine mais dans une zone adjacente ou à distance. C'est en général une douleur qui est ressentie au niveau des sites somatiques alors qu'elle est en réalité viscérale. Elle a lieu lors d'une douleur chronique, c'est-à-dire qui dure dans le temps, ou qui est récurrente. Elle est due à la convergence des afférences somatiques et viscérales au niveau du système nerveux central. D'autres mécanismes semblent impliqués comme des contractions musculaires réflexes et une activation orthosympathique ou antidromique des fibres afférentes (Shilo et Pascoe, 2014 ; Tiret, 2017). Deschamps (2009) distingue la douleur référée qui est ressentie sur le trajet du nerf, de la douleur projetée qui est aussi ressentie à distance de la lésion, mais hors du trajet du nerf.

Ainsi, une telle douleur n'est le plus souvent pas associée à une pathologie viscérale évidente. Par ailleurs, il y a peu de corrélation entre la gravité d'une pathologie viscérale et la douleur ressentie : un infarctus du myocarde peut être non douloureux alors que des lithiases urétrales entraînent des coliques néphrétiques extrêmement douloureuses par simple distension d'un organe creux (Le Bars et Willer, 2004 ; Shilo et Pascoe, 2014).

3. Douleur neuropathique

La dernière localisation possible de l'origine d'une douleur est au niveau du système nerveux central (SNC) et du système nerveux périphérique (SNP). Il s'agit alors d'une douleur neuropathique, comme évoqué précédemment (Shilo et Pascoe, 2014).

La douleur neuropathique est la conséquence directe d'une lésion ou d'une pathologie affectant le système somatosensoriel. C'est une douleur chronique. L'exemple type est la douleur provoquée par la compression d'un nerf, lors d'hernie discale par exemple (Deschamps, 2009). Elle se traduit par l'hyperactivité électrique et chimique des nocicepteurs associée à un défaut des systèmes inhibiteurs descendants (Poitte, 2015a). Cette douleur est possiblement associée à un déficit moteur, sensoriel ou autonome (Gaynor et Muir, 2015).

C'est aussi, par exemple, la douleur ressentie dans un membre fantôme après amputation et désafférentation. Dans ce cas, elle serait la conséquence de lésions nerveuses centrales et périphériques dues à la douleur préopératoire (Shilo et Pascoe, 2014). Prévenir la douleur neuropathique repose sur le bon choix et la bonne durée des analgésiques (Mathews *et al.*, 2014).

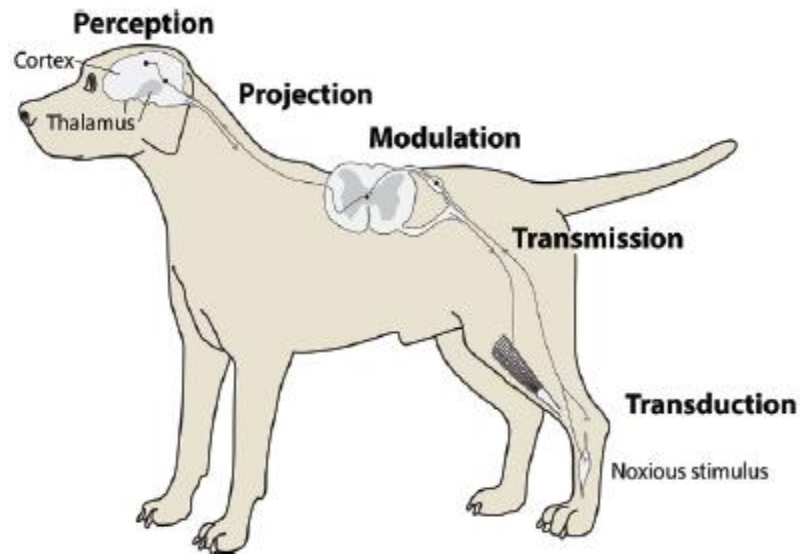
4. Douleur fonctionnelle

La douleur fonctionnelle, ou psychogène n'a pas de support lésionnel identifié. Elle apparaît lors de dysfonction des systèmes de contrôle de la douleur. On la rencontre par exemple lors de migraine ou de cystite interstitielle chez l'animal. Appelée aussi douleur *sine materia* ou idiopathique, une composante psychologique a été mise en évidence chez l'Homme. De ce fait, elle est méconnue et très difficile à explorer, surtout chez l'animal (Deschamps, 2009 ; Poitte, 2015a).

c. Physiopathologie de la douleur

Un stimulus nociceptif entraîne la création d'un message nociceptif lors de la transduction, qui est transmis à la moelle épinière, puis projeté à l'encéphale où il y a perception du message douloureux, grâce au cheminement de différents nerfs regroupés en tractus (Figure 3) (Gaynor et Muir, 2015).

Figure 3 : Les voies impliquées dans la nociception (Gaynor et Muir, 2015)



i. Transduction

La genèse de la douleur se fait lors de la transduction, au niveau des nocicepteurs. La transduction est la conversion d'un stimulus nuisible en un potentiel d'action au niveau de récepteurs spécialisés ou de terminaisons nerveuses libres (Shilo et Pascoe, 2014).

Les nocicepteurs sont des récepteurs du système nerveux périphérique somesthésique sensibles aux stimuli nocifs, c'est-à-dire qui sont une menace pour l'intégrité des tissus. Ce message peut être de nature mécanique, électrique, chimique ou calorifique. Il est capté par différentes familles de récepteurs comme les récepteurs vanilloïdes ou les prurinorécepteurs. Les nocicepteurs sont situés à l'extrémité libre des neurones sensitifs primaires et se trouvent au niveau de la peau, des muscles, des articulations, des viscères et des territoires orofaciaux (Le Bars et Willer, 2004).

Quand un tissu est lésé, les cellules larguent des substances localement dans leur environnement. Ces substances se fixent sur les nocicepteurs et les activent pour ensuite permettre la transmission du message nerveux (Kohn *et al.*, 2007).

On distingue les nocicepteurs spécifiques sensibles à des stimuli mécaniques intenses et à des températures extrêmes, des nocicepteurs polymodaux répondant à des stimuli tactiles, thermiques ou chimiques et présents dans les muscles, les tendons, les articulations et les viscères. Enfin, il existe aussi une autre population de nocicepteurs appelés « nocicepteurs silencieux », qui s'activent lors d'inflammation locale et par intervention du système sympathique. Les nocicepteurs silencieux participent à la sensibilisation centrale (Mathews *et al.*, 2014 ; Poitte, 2015b).

ii. Transmission

Après genèse d'un potentiel d'action au niveau des nocicepteurs, celui-ci se propage le long des neurones afférents primaires jusqu'à la corne dorsale de la moelle épinière : c'est la transmission. Ce potentiel d'action se propage grâce à la dépolarisation de proche en proche des canaux voltage-dépendant sodiques, calciques et potassiques situés sur les axones de ces neurones. Ces afférences nociceptives sont réparties en trois types de fibres (Shilo et Pascoe, 2014). Ces fibres ont toujours une activité minimale en cas d'absence de stimulus et la fréquence des potentiels d'action qu'elles transmettent augmente proportionnellement à l'intensité du stimulus (Gaynor et Muir, 2015).

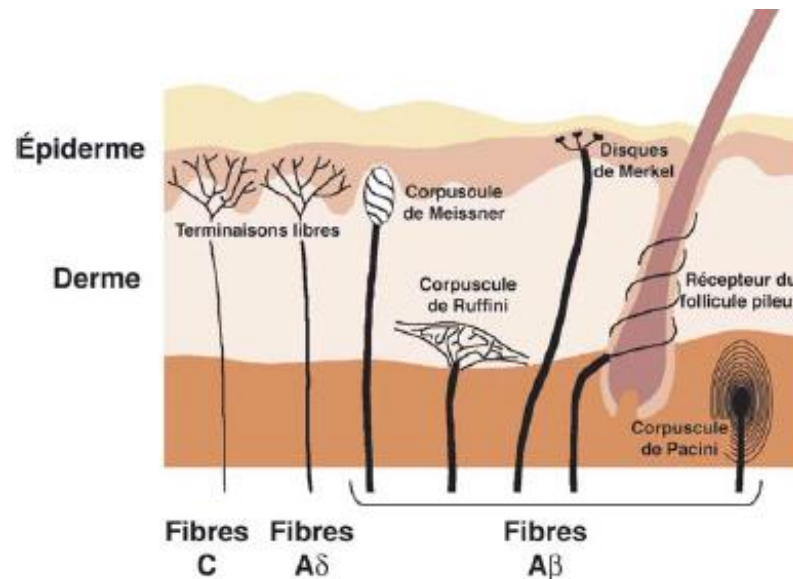
Les fibres myélinisées de gros calibre (fibres A α et A β) ne détectent normalement que des stimuli mécaniques non nocifs donc véhiculent des messages non nociceptifs et ont un rôle dans la proprioception et le toucher. Toutefois, elles participent à la modulation de la douleur. De plus, s'il y a un traumatisme trop important, ces fibres peuvent aussi conduire un message douloureux. Les fibres A β représentent 20 % des fibres sensorielles cutanées, cependant il n'en existe pas au niveau des viscères. La conduction du message sensitif y est très rapide, de 80 à 120 m/s (Gaynor et Muir, 2015 ; Poitte, 2015b).

Les fibres A δ sont de diamètre moyen et légèrement myélinisées, ce qui permet une conduction rapide (30 à 120 m/s). Elles s'activent principalement lors de stimuli mécaniques et thermiques, leurs parties libres d'axone sont constituées par les nocicepteurs spécifiques. Leur rôle protectif est d'alarmer l'animal d'un stimulus nocif, via une douleur aiguë. En effet, elles créent une sensation précise et brève qui entraîne un réflexe de retrait. Ces fibres arrêtent de conduire l'information dès l'arrêt du stimulus (Gaynor et Muir, 2015 ; Poitte, 2015b).

La douleur déclenchée par une afférence dans les fibres non myélinisées de faible calibre (fibres C) est plus tardive. La vitesse de la conduction y est lente, de 0,4 à 2 m/s. Le seuil de déclenchement de la propagation d'un message nerveux au niveau des fibres C est plus élevé que pour les fibres A δ . De plus, ces fibres sont sensibles à des stimuli plus variés : mécaniques, thermiques et chimiques. Les nocicepteurs associés à ces fibres sont les nocicepteurs polymodaux, qui sont activés par exemple lors d'ischémie, de distension ou d'étirement. La durée de la douleur dépend alors de la durée d'activation de ces fibres et l'intensité de l'activation dépend de la lésion (Mathews *et al.*, 2014 ; Shilo et Pascoe, 2014 ; Gaynor et Muir, 2015). La majorité des terminaisons des fibres C se trouve au niveau de la sphère cutanée, des muscles squelettiques et des articulations (elles représentent 75 % des fibres des nerfs périphériques). Il y a peu de fibres C viscérales, bien que les fibres C soient presque les seules fibres présentes dans les viscères. En l'absence d'inflammation, les fibres dans les viscères ne sont pas sensibles aux stimuli mécaniques ou thermiques. Parmi les fibres C, les fibres peptidergiques libèrent des

neuropeptides tels que la substance P et le peptide relié au gène calcitonine (CGRP) au niveau des synapses et sont sensibles au facteur de croissance nerveuse (NGF) dont elles expriment les récepteurs spécifiques. Ces fibres sont responsables de la douleur inflammatoire. Les fibres C dites « non peptidergiques », quant à elles, expriment des récepteurs au facteur neurotrophe dérivé de la glie (GDNF) et sont responsables de la douleur neuropathique (Le Bars et Willer, 2004 ; Poitte, 2015b).

Figure 4 : Récepteurs cutanés correspondant aux différentes fibres afférentes (Le Bars et Willer, 2004)



iii. Projection

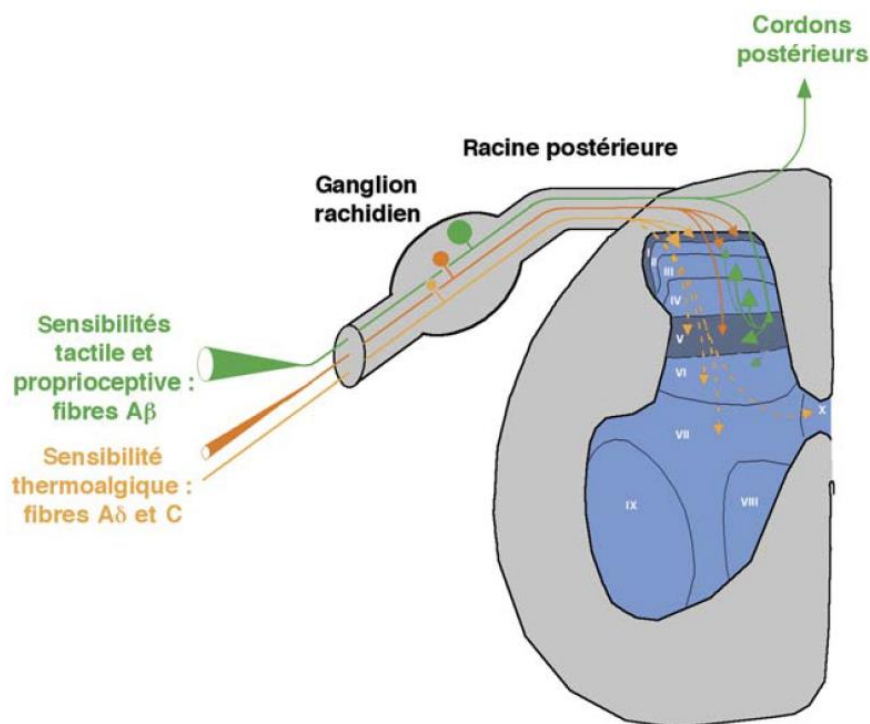
La projection est l'étape du transport d'une information nociceptive dans la moelle épinière vers les centres supra-médullaires, c'est-à-dire l'encéphale.

Les corps cellulaires des neurones sensitifs primaires sont localisés dans les ganglions rachidiens. Leurs axones bifurquent en une branche périphérique qui innerve différents tissus et en une branche centrale qui passe dans la racine dorsale jusqu'à la corne dorsale au niveau de la substance grise de la moelle épinière. Les axones des fibres Aβ, Aδ et C y forment des synapses avec des neurones secondaires au niveau des couches de Rexed (Figure 5). Les fibres tactiles Aβ normalement localisées dans les lames III et IV, peuvent, lors de pathologies, envoyer des collatérales dans les lames I et II. L'information tactile non nociceptive crée alors un message douloureux : il s'agit d'allodynie. Il y a convergence des afférences somatiques et viscérales dans les couches I et V, ce qui peut être la cause d'une douleur irradiée. Les corps cellulaires des ganglions crâniens se projettent, quant à eux, dans les noyaux sensitifs des nerfs trijumeaux pour la face. Les interneurons constituent la majeure partie des neurones de la corne dorsale et jouent un rôle critique en modulant les signaux nociceptifs provenant des afférences primaires et en transmettant l'information aux neurones de projection. Il y a alors projection controlatérale et les

fibres rejoignent le thalamus via les tractus dédiés à la douleur (Shilo et Pascoe, 2014). En effet, le message en provenance des fibres A δ , après relais au neurone secondaire, emprunte la voie de la douleur sensorielle en rejoignant le faisceau néo-spino-thalamique puis le thalamus latéral et enfin les aires S1 et S2 du cortex sensitif. Les fibres C véhiculent un message qui emprunte ensuite la voie de la douleur émotionnelle en rejoignant le faisceau réticulo-spino-thalamique et cheminent, après un relais, dans le tronc cérébral, dans le thalamus médian et enfin arrivent au niveau des structures limbiques et du cortex frontal (Poitte, 2015b).

Les interneurons et les neurones de projection peuvent être répartis selon deux catégories : les neurones nociceptifs spécifiques et les neurones nociceptifs non spécifiques. Les neurones nociceptifs spécifiques se projettent dans les lames I et II et transmettent un message uniquement lors de stimuli mécaniques, thermiques ou chimiques nocifs. Les neurones nociceptifs non spécifiques, ou neurones convergents, reçoivent des informations nociceptives ou non des fibres A β , A δ et C et se projettent dans la lame V. Ils sont activés par de faibles stimuli mécaniques, mais la fréquence des potentiels d'action augmente avec l'intensité du stimulus. Plus ils subissent des stimuli, plus ils deviennent sensibles aux stimuli nociceptifs : ils jouent un rôle essentiel lors de douleur inflammatoire ou neuropathique (Shilo et Pascoe, 2014 ; Poitte, 2015c).

Figure 5 : Couches de Rexed et projections centrales des fibres A β , A δ et C (Le Bars et Willer, 2004)

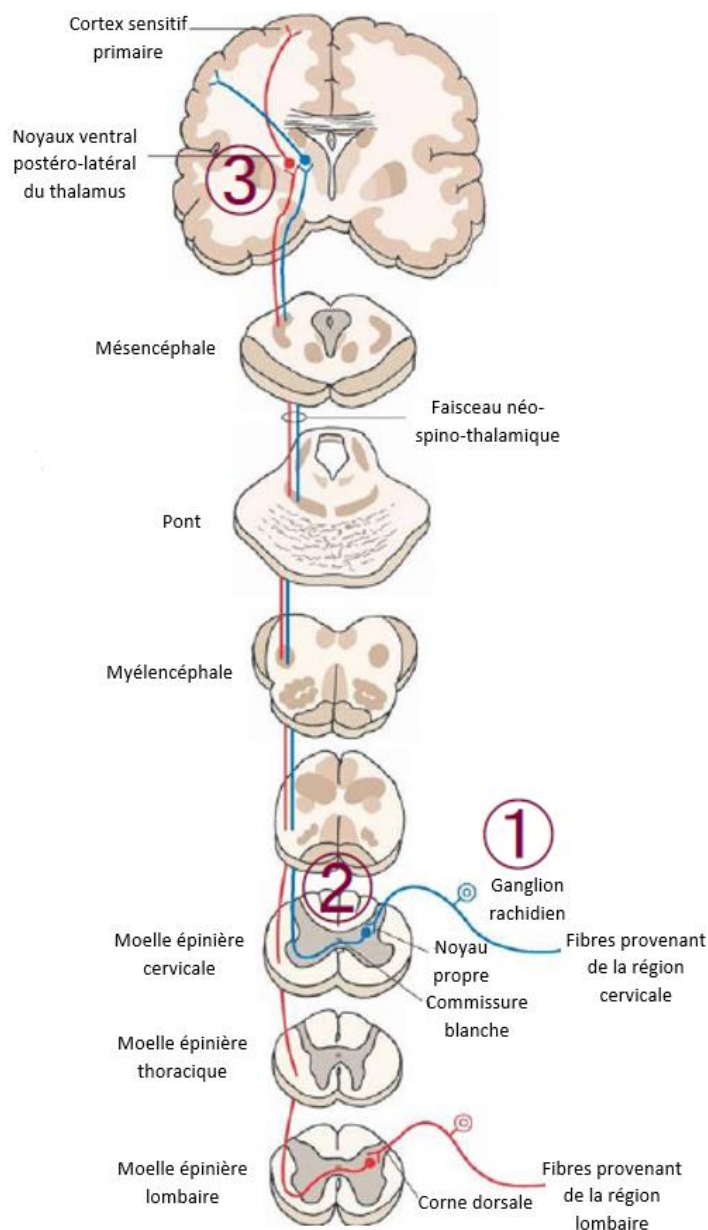


Au niveau des synapses, le message est transmis via des neurotransmetteurs libérés par le neurone pré-synaptique suite à une augmentation de la concentration en calcium dans celui-ci. Les molécules ainsi libérées sont réparties en deux groupes : les acides aminés excitateurs comme le glutamate ou l'aspartate et les neuropeptides comme la substance P qui ont un rôle de modulation. Ces molécules se fixent aux récepteurs exprimés à la surface des neurones de

second ordre. Il existe une grande diversité de récepteurs : certains sont excitateurs comme le récepteur à la neurokinine 1 (NK1) et d'autres sont inhibiteurs tels que le récepteur à l'acide amino-butyrique (GABA) (Le Bars et Willer, 2004).

Après décussation et trajet dans la moelle épinière, le message chemine au travers du tronc cérébral (bulbe rachidien, pont et cerveau moyen), puis du thalamus, puis est intégré au niveau du cortex (Figure 6) (Shilo et Pascoe, 2014). Au niveau du bulbe rachidien, le noyau du tractus solitaire est responsable notamment d'élévation de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle lors de l'arrivée d'un stimulus nociceptif. La formation réticulée bulbaire, située dans la partie caudale du bulbe, projette ses neurones vers le thalamus, constituant ainsi un maillon des voies spino-réticulo-thalamiques. Ce noyau émet aussi des axones vers la moelle et a donc un rôle de régulation (Le Bars et Willer, 2004)

Figure 6 : Projection du message douloureux vers les centres supra-médullaires. 1 : nocicepteur ; 2 : interneurone de la corne dorsale ; 3 : neurone du thalamus (Tiret, 2017)

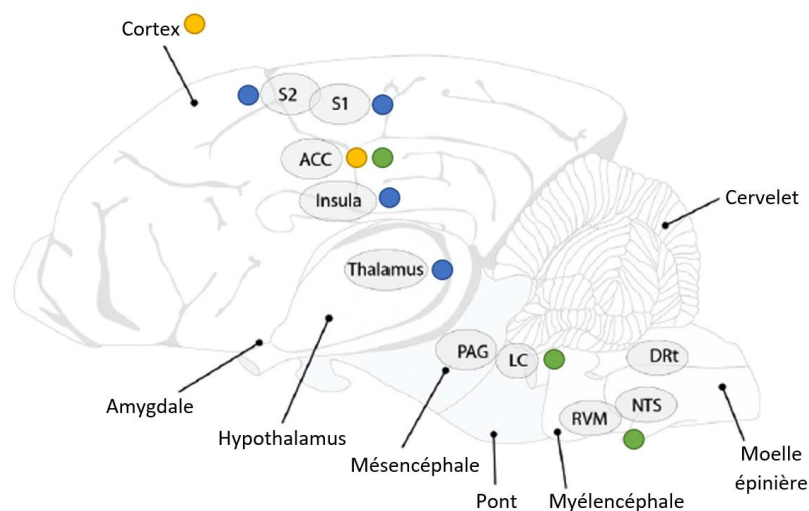


iv. Perception

La perception est l'intégration de l'information nociceptive par l'encéphale, c'est-à-dire l'expérience consciente et émotionnelle de la douleur. Il existe trois grandes activités cérébrales pour cette perception. Premièrement, la discrimination sensorielle permet de localiser la douleur, d'en connaître la qualité (stimulus thermique, mécanique...) et la temporalité. Ensuite, la motivation et l'affect déterminent le comportement d'approche ou d'évitement de l'individu et incluent la réaction émotionnelle à la douleur. Enfin, l'évaluation cognitive peut influencer la perception de la douleur et comprend la confrontation à l'expérience, l'évaluation de l'intensité et la pondération mnésique, c'est-à-dire le comportement appris via les expériences passées.

Les aires de l'encéphale permettant de percevoir la douleur constituent la matrice de la douleur. Elle est composée des aires corticales somatosensorielles primaire et secondaire, du cortex insulaire, du cortex cingulaire antérieur, de l'amygdale et du thalamus (Figure 7) (Shilo et Pascoe, 2014 ; Tiret, 2014). Une fois arrivé au cerveau moyen ou mésencéphale, le message nociceptif est transmis à l'amygdale impliquée dans les réactions émotionnelles et vers l'hypothalamus responsable de la régulation des fonctions végétatives. Un relais synaptique se fait au niveau du thalamus afin de transférer l'information de l'interneurone vers le neurone du thalamus. Le thalamus permet de localiser la douleur et transmet les informations vers le cortex. Enfin, le message nociceptif active les cortex somesthésiques primaire et secondaire et, dans une moindre mesure, les cortex cingulaire et insulaire. Ces derniers appartiennent au système limbique responsable de la genèse des émotions. Le cortex somesthésique est impliqué dans la discrimination sensorielle. C'est donc un ensemble d'aires cérébrales qui participent à la perception de la douleur, il n'y a pas un unique « centre » de la douleur (Le Bars et Willer, 2004).

Figure 7 : Localisation des centres supraspinaux impliqués dans la perception de la douleur (Shilo et Pascoe, 2014)



Bleu : discrimination sensorielle ; Vert : motivation et affect ; Jaune : évaluation cognitive. ACC : cortex cingulaire antérieur ; S1 et S2 : cortex somesthésiques primaire et secondaire ; Insula : cortex insulaire ; PAG : substance grise périaqueducatale ; LC : locus cœreus ; RVM : médulla rostrale ventromédiale ; NTS : noyau du tractus solitaire ; DRT : noyau du raphé dorsal

v. *Modulation et dérèglements*

La modulation est le processus selon lequel une information nociceptive est inhibée ou augmentée aux niveaux spinal ou supraspinal. Des mécanismes modulent le message nociceptif à l'étage médullaire et à l'étage encéphalique, c'est-à-dire en regard du tronc cérébral et au niveau des centres supérieurs. Le système nerveux a alors un rôle de « récepteur actif » : des fonctions d'interprétation et de correction se superposent à la simple lecture de la douleur (Poitte, 2015d).

La plasticité est la capacité du SNC à se réorganiser en effectuant des changements dans les connexions synaptiques. Elle a lieu en réponse aux expériences que l'animal fait dans la vie. La sensibilisation est considérée comme un dérèglement neurophysiologique des voies de la douleur. Elle a lieu au niveau du SNC et du SNP. Elle correspond à l'abaissement du seuil de transmission du potentiel d'action et à une augmentation de la décharge des nocicepteurs, après répétition d'un stimulus nociceptif (Shilo et Pascoe, 2014).

1. *Modifications de la transmission à l'étage spinal*

La transmission peut être modulée par plusieurs molécules modificatrices au niveau des synapses de la corne dorsale de la moelle épinière. En effet, des médiateurs peuvent faciliter l'ouverture des canaux, ce qui permet une transduction plus facile, ou inversement. Ces molécules sont donc soit excitatrices comme la substance P ou le NGF ou inhibitrices telles que la sérotonine, la GABA ou les opioïdes (Tiret, 2017). En particulier, l'activation des récepteurs aux opioïdes inhibe les fibres C et ont donc une action anti-nociceptive c'est-à-dire analgésique. Les cellules gliales qui entourent les neurones ont également un rôle de régulation : elles libèrent des substances qui modulent l'action des neurotransmetteurs au niveau des synapses de la corne dorsale de la moelle épinière (Shilo et Pascoe, 2014).

Dans la moelle épinière, le système modulateur inhibiteur est appelé « *gate control* ». Il est décrit pour la première fois par Melzack et Wall en 1965. Il s'agit de l'inhibition par les fibres de gros calibre A α et A β de la transmission du message nociceptif dans la corne dorsale de la moelle épinière via des interneurons inhibiteurs situés dans la substance gélatineuse. Ainsi, les signaux de douleur venant des fibres C et A δ sont inhibés, ce qui explique que la douleur soit diminuée lors d'un stimulus cutané d'une surface corporelle voisine (Kohn *et al.*, 2007 ; Shilo et Pascoe, 2014). De ce fait, la transmission du message nociceptif est régie par un équilibre entre les influx excitateurs et inhibiteurs et le message ne se propage que lorsqu'il y a rupture d'équilibre en faveur du message excitateur (Le Bars et Willer, 2004).

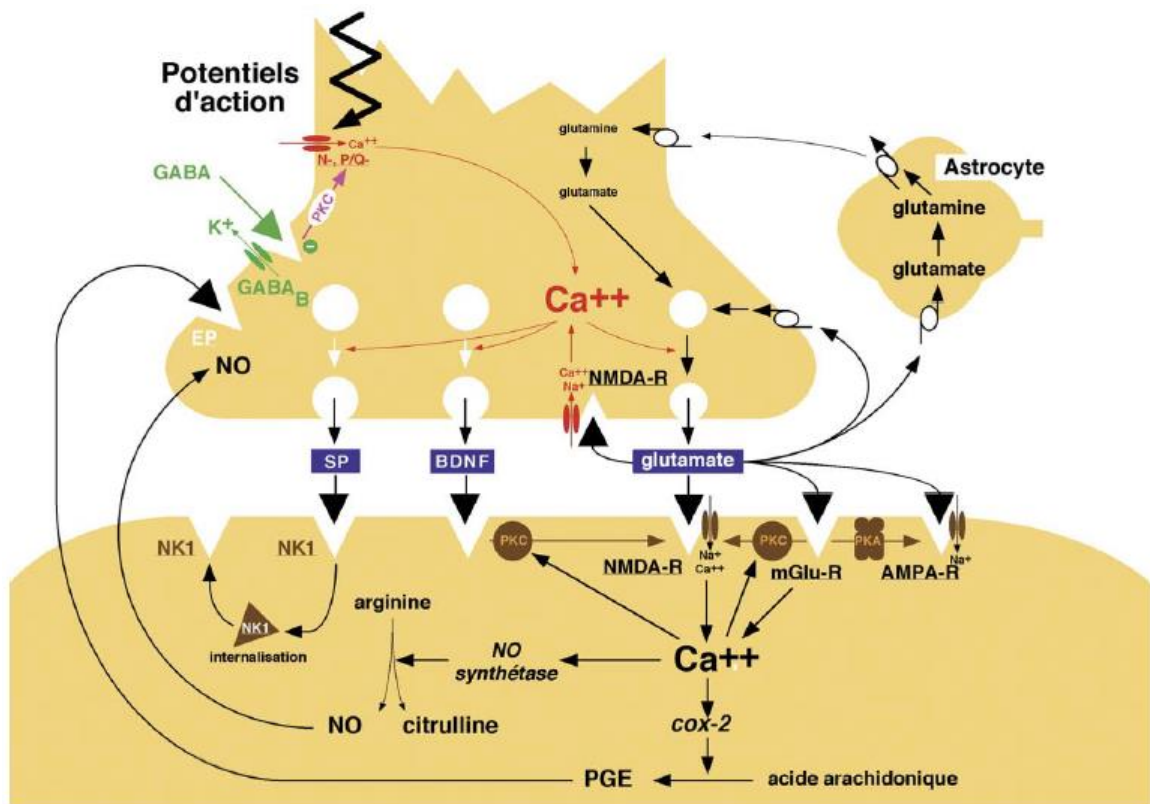
Il y a sensibilisation périphérique lorsqu'une blessure ou une inflammation entraîne le relargage de médiateurs de l'inflammation, tels que la bradykinine ou les prostaglandines, au niveau des terminaisons des nerfs sensitifs. Le message est alors amplifié et des fibres supplémentaires sont recrutées pour conduire l'information (Le Bars et Willer, 2004).

La sensibilisation centrale a lieu au niveau de la corne dorsale. Après une brève mais intense stimulation des nocicepteurs, le seuil de réponse des neurones centraux baisse, leur réponse à une même stimulation est donc plus importante. De plus, une succession de décharges rapides et continues provenant des fibres C peut accentuer la sensibilisation centrale et être à

l'origine du « *Wind-up* », appelé aussi plasticité structurelle ou système d'amplification, c'est-à-dire une dépolarisation de plus en plus importante des neurones sensitifs secondaires (Kohn *et al.*, 2007 ; Poitte, 2015a). C'est à cet instant que les fibres silencieuses sont recrutées dans la transmission nociceptive (Mathews *et al.*, 2014).

Par exemple, le glutamate est un neurotransmetteur important impliqué dans la sensibilisation (Figure 8). Il se fixe à trois types de récepteurs au niveau du neurone post-synaptique : les récepteurs ionotropiques acide-2-amino-3-hydroxy-5-méthyl-4-isoxazol-4-propionate (AMPA-R) permettant l'ouverture de canaux sodiques, les récepteurs ionotropiques N-méthyl-D-aspartate (NMDA-R) permettant l'ouverture de canaux calciques et les récepteurs métabotropiques libérant des protéines kinases permettant d'amplifier les effets des deux premiers types de récepteurs. L'augmentation du calcium dans le neurone post-synaptique qui en résulte entraîne l'augmentation de la production d'oxyde nitrique (NO) et de prostaglandines (PGE) qui sont libérés dans la synapse et se fixent sur la fibre présynaptique pour y augmenter la concentration en calcium intracellulaire et donc la libération de glutamate. Ce phénomène d'amplification correspond à la sensibilisation. De plus, l'interaction du glutamate avec des récepteurs NMDA présynaptiques participe à cette sensibilisation. Lors d'inflammation périphérique, la substance P (SP) et le facteur neurotrophique issu du cerveau (BDNF) sont surexprimés sous l'influence du NGF et amplifient aussi le signal (Le Bars et Willer, 2004).

Figure 8 : Action des neurotransmetteurs au niveau d'une synapse lors du phénomène de sensibilisation (Le Bars et Willer, 2004)



2. Modulation aux étages supraspinaux

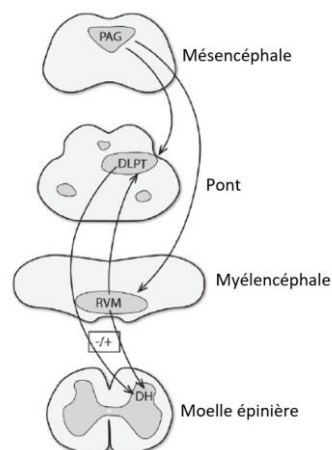
Lors de contrôle supraspinal, il y a activation des voies inhibitrices ou excitatrices descendantes. Ces phénomènes se passent principalement au niveau du tronc cérébral, les contrôles hypothalamiques, thalamiques et corticaux étant peu connus.

Le tronc cérébral permet les « contrôles inhibiteurs diffus nociceptifs » induits par des stimulus nociceptifs. Ces mécanismes font intervenir des interneurons inhibiteurs conduisant un message descendant impliquant des endorphines et des amines biogènes (sérotonine et noradrénaline). Cela a pour but de diminuer le bruit de fond afin de permettre une meilleure discrimination du territoire stimulé (Poitte, 2015d).

Le cortex cérébral est le siège de la douleur consciente, il exerce un contrôle en amont et peut moduler la sensation de douleur (Mathews *et al.*, 2014). Ce sont des contrôles émotionnels et cognitifs qui permettent la hiérarchisation de la perception de la douleur par rapport à d'autres besoins comportementaux et physiologiques. Ce contrôle fait intervenir des mécanismes inhibiteurs et excitateurs (Shilo et Pascoe, 2014 ; Poitte, 2015d ; Tiret, 2017) :

- Les voies descendantes inhibitrices permettent de protéger l'individu en amoindrissant la douleur ressentie en situation de danger, ce qui lui permet de fuir malgré la douleur. C'est donc un mécanisme de survie qui intervient lors d'un stimulus de grande intensité. Les molécules inhibitrices mises en jeu au niveau des étages encéphaliques sont la norépinephrine, la sérotonine, la dopamine, les opioïdes, la GABA, les cannabinoïdes et les adénosines.
- Les voies descendantes excitatrices, quant à elles, amplifient la sensation de douleur suite à un stimulus de faible intensité ; c'est également un mécanisme de protection qui permet l'anticipation lors d'un stimulus connu. Le contexte émotionnel a un rôle important dans cette modulation : les émotions négatives majorent la sensation de douleur. Les molécules excitatrices impliquées sont la substance P, le glutamate, le NGF, la bradykinine et la cholécystokinine.

Figure 9 : Étages encéphaliques impliqués dans les voies descendantes de la modulation.
PAG : substance grise périaqueducal, DLPT : tegmentum, RVM : moelle rostrale ventromédiale
(Shilo et Pascoe, 2014)



d. Conséquences physiologiques de la douleur

A ce jour, le nombre d'études à propos de la douleur chez le cochon d'Inde est limité, alors qu'un nombre beaucoup plus important d'études a été mené chez le lapin, le rat et la souris. Le cochon d'Inde, bien qu'étant un rongeur, a de nombreuses similitudes avec le lapin, lui-même étant un lagomorphe (Thompson, 2014). Il est donc nécessaire de se référer aux études menées chez ces autres espèces, afin de comprendre les conséquences physiologiques de la douleur chez le cochon d'Inde.

i. Changements hormonaux

Les stimuli douloureux arrivant à l'encéphale ont pour conséquence le relargage de nombreuses hormones via l'axe hypothalamo-hypophysaire, puis par les différentes glandes endocrines périphériques (Figure 10 et Tableau 2). Ces changements hormonaux ont pour but dans un premier temps de rétablir l'homéostasie et ont un effet protecteur sur les fonctions vitales, via des phénomènes anti-inflammatoires, grâce à la libération d'endorphines par exemple. Cependant, ils peuvent avoir des conséquences délétères sur les différents systèmes, à plus ou moins long terme (Gaynor et Muir, 2015).

Figure 10 : Mécanismes nerveux et hormonaux entraînant différents changements physiologiques après un stimulus douloureux (Gaynor et Muir, 2015)

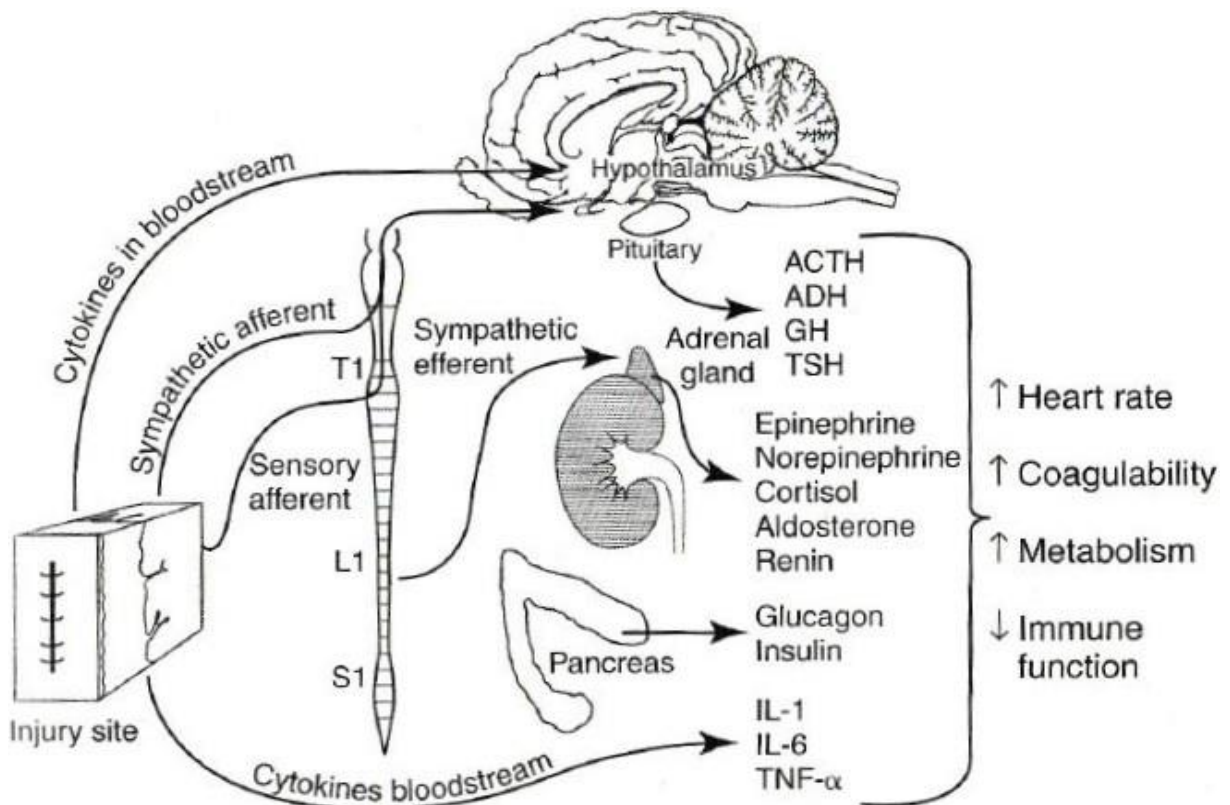


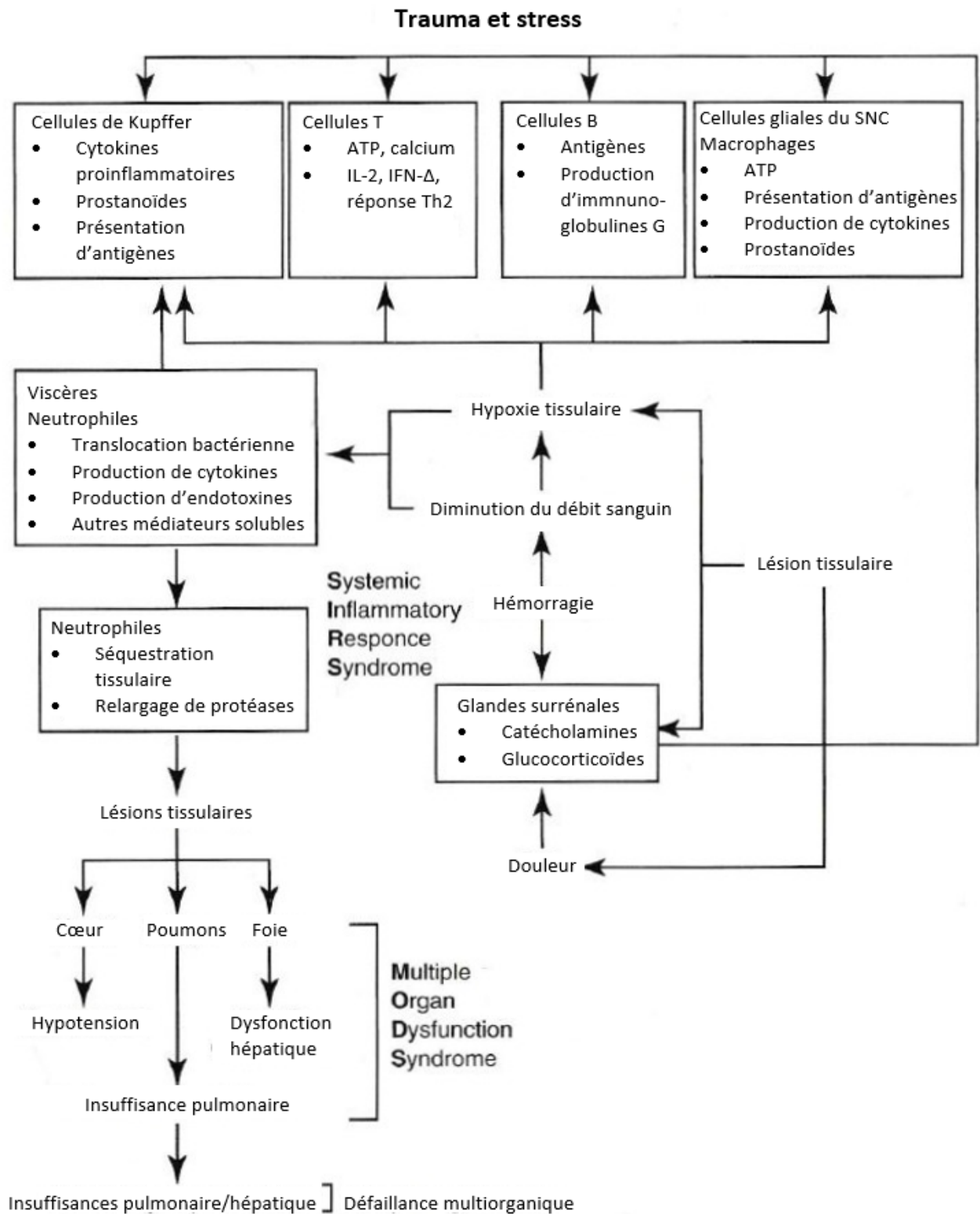
Tableau 2 : Variation de production des hormones par les glandes neuroendocrines après un stimulus douloureux d'après Gaynor et Muir (2015)

GLANDE ENDOCRINE	HORMONE	PRODUCTION
HYPOPHYSE	Hormone adénocorticotrope (ACTH)	Augmentée
	Hormone de croissance (GH)	Augmentée
	Vasopressine	Augmentée
	Thyréostimuline (TSH)	Augmentée ou diminuée
CORTEX SURRENALIEN	Cortisol	Augmentée
	Aldostérone	Augmentée
	Catécholamine	Augmentée
PANCREAS	Insuline	Souvent diminuée
	Glucagon	Augmentée
THYROÏDE	Thyroxine	Diminuée

ii. Conséquences sur le système immunitaire

La douleur a des effets délétères sur le système immunitaire via la réponse au stress et l'activation des voies neuroendocrines. En effet, la production de cortisol secondaire à la douleur, qui a un premier effet anti-inflammatoire, entraîne par la suite une lymphopénie, notamment par une diminution des cellules NK et une variation du nombre de cytokines. Elle est aussi responsable d'une leucocytose neutrophilique. L'immunité à médiation cellulaire est alors affaiblie, ce qui peut avoir des impacts majeurs sur l'organisme menant parfois à un syndrome systémique à réponse inflammatoire (SIRS), puis à un syndrome de défaillance multiorganique (MODS) (Figure 11). Par exemple, un faible taux de cellules NK est associé à un plus grand risque de cancer et à un plus fort taux de mortalité. Une grande quantité de cytokines, telles que le TNF-alpha, peut produire des signes de choc (par exemple une hypotension), une hémococoncentration, une hyperglycémie, une hyperkaliémie ou une acidose métabolique (Shilo et Pascoe, 2014 ; Gaynor et Muir, 2015).

Figure 11 : Cascade de réactions physiologiques dues à la douleur et au stress pouvant mener à un MODS d'après Gaynor et Muir (2015) (ATP : adénosine tri-phosphate ; IL-2 : interleukine 2 ; IFN : interféron ; SNC : système nerveux central)



iii. Complications cardiovasculaires et circulatoires

La douleur et le stress induisent une libération massive de catécholamines dans la circulation qui augmentent la pression artérielle, le débit et la fréquence cardiaque. La coagulabilité du sang se trouve également augmentée (Gaynor et Muir, 2015). Lors de douleur chronique, ces modifications récurrentes peuvent être à l'origine d'une cardiomyopathie et donc causer à terme la mort de l'animal à cause d'une défaillance cardiovasculaire (Weber et Van Der Walt, 1975).

La libération accrue de vasopressine par l'hypophyse suite à l'arrivée d'un stimulus douloureux permet la rétention d'eau par les reins, en diminuant le débit de filtration glomérulaire et donc l'émission d'urine. Le volume de sang circulant est ainsi augmenté et la réponse vasculaire aux catécholamines est améliorée (Gaynor et Muir, 2015).

iv. Complications respiratoires

La libération de catécholamines dans la circulation par le cortex des glandes surrénales a pour conséquence une augmentation de la fréquence respiratoire en réduisant le volume courant. Ainsi, cela peut aggraver toute infection respiratoire préexistante, d'autant plus si le système immunitaire est affaibli (Barter, 2011 ; Gaynor et Muir, 2015).

v. Conséquences gastro-intestinales

La période d'anorexie que peut entraîner une douleur est à l'origine d'une hypoglycémie et d'une déshydratation (Miller et Richardson, 2011). La déshydratation diminue la motilité intestinale et entraîne une hypovolémie (Paul-Murphy, 2007).

La libération de glucocorticoïdes suivant un stimulus douloureux a également pour effet d'augmenter l'acidité gastrique, pouvant alors provoquer des ulcérations gastriques, mais aussi et surtout de diminuer la motilité du côlon.

De plus, le cochon d'Inde est un animal très sensible aux affections gastro-intestinales, comme l'iléus paralytique. Il s'agit d'un arrêt du péristaltisme intestinal qui conduit à une distension du tube digestif par un contenu liquidien ou gazeux. Les mécanismes conduisant à un iléus sont complexes et multifactoriels. Un processus douloureux en est fréquemment la cause, mais l'iléus est aussi souvent dû à un manque de fibres dans la ration ou à toute affection conduisant à une anorexie ou à une déshydratation du contenu intestinal (Lee *et al.*, 2018 ; Pignon et Mayer, 2021).

Un arrêt de transit est donc très fréquent lorsqu'un cochon d'Inde est douloureux. Cela a pour conséquence, entre autres, une multiplication anormalement importante de *Clostridium spp* et une accumulation de gaz qui provoque une distension des anses intestinales pouvant mener à un état de choc. Il est alors possible qu'il y ait passage de bactéries à travers la barrière de la muqueuse intestinale, à l'origine d'un sepsis, ce qui peut mener à la mort de l'animal (Paul-Murphy, 2007).

vi. Conséquences métaboliques

La libération d'endorphines, d'hormone de croissance (GH), d'épinéphrine et de glucocorticoïdes secondaires à un stimulus douloureux a pour effet d'augmenter la sécrétion de glucagon et de diminuer la sécrétion d'insuline par le pancréas, via un effet bêta-adrénergique. Ainsi, il y a activation de la glycogénolyse hépatique, de la glycogénogénèse et donc de la glycémie, avec l'apparition possible d'une glycosurie (Gaynor et Muir, 2015).

La lipolyse hépatique est également stimulée par la libération de cortisol, de catécholamines et de GH. Cette mobilisation des réserves est aussi la conséquence d'une diminution ou d'une absence de prise alimentaire lors de douleur sévère. Ceci peut mener à une céto-acidose et une lipidose hépatique (Varga, 2013).

Les traumatismes sévères et les chirurgies importantes entraînent une augmentation du catabolisme protéique, via l'augmentation du cortisol circulant, ce qui peut avoir pour effet d'augmenter le risque d'infection et d'hypothermie, et donc d'allonger le temps de convalescence après une chirurgie par exemple (Gaynor et Muir, 2015).

Les sources bibliographiques à propos des conséquences physiologiques de la douleur chez le cochon d'Inde étant insuffisantes, nous pouvons considérer qu'il est possible d'extrapoler au cochon d'Inde les observations ci-dessus concernant d'autres mammifères.

e. Analgésie et prévention de la douleur chez le cochon d'Inde

i. Analgésie

Il est impératif d'administrer une analgésie à un animal se trouvant dans un état algique. L'analgésie ne cache pas les signes de la détérioration du patient, mais elle élimine la douleur qui pourrait être la cause de la détérioration clinique du patient et qui pourrait provoquer une douleur chronique. Cela permet un retour rapide à une activité normale et réduit la durée de la guérison. L'étude de Dunbar *et al.* (2016) a montré qu'il est recommandé de donner une analgésie pendant au moins 24 heures après une castration ou toute autre chirurgie étant pareillement invasive. Dans cette étude, aucune douleur n'a été identifiée chez le cochon d'Inde après 24 heures post-castration, tandis que certaines chirurgies entraînent une douleur qui dure plusieurs jours après l'opération. Cependant, malgré les résultats de cette étude, il faut souligner qu'une inflammation est toujours présente 24 heures après une castration, il est donc difficile de considérer que la douleur ait réellement disparu en seulement 24 heures. On peut tout de même en conclure que la durée du traitement analgésique doit dépendre de la procédure (Mathews *et al.*, 2014 ; Dunbar *et al.*, 2016).

Les molécules analgésiques pouvant être utilisées chez le cochon d'Inde sont, d'une part, les opioïdes agonistes comme la morphine et le fentanyl ou les agonistes partiels comme la buprénorphine 5 (Tableau 3). Les opioïdes peuvent avoir pour effets secondaires une dépression respiratoire, des nausées, un ralentissement de transit ou une sédation. D'autre part, les AINS ont également une valence analgésique en tant qu'inhibiteurs de cyclooxygénases (COX-1 et COX-2). En effet, les COX induisent la production de prostaglandines, médiateurs de l'inflammation impliqués dans la transmission du message nociceptif (Figure 8). Les AINS sont à utiliser lors de douleurs inflammatoires. Les plus utilisés chez les rongeurs sont le carprofène, le kétoprofène et le méloxicam. Ces molécules ont des effets secondaires rénaux et gastro-intestinaux si elles sont administrées sur une longue durée (lors d'arthrose ou de maladie dentaire par exemple). De plus, lors de stase, l'administration d'AINS est contre-indiquée, car elle peut entraîner des ulcères gastriques perforants et des lésions rénales du fait de l'insuffisance rénale pré-rénale due à la déshydratation. L'administration peut se faire par voie orale via un sirop, l'eau de boisson ou dans la nourriture, par voie intra-musculaire, sous-cutanée ou intra-veineuse. Il est aussi possible d'administrer un analgésique localement, via un topique en pommade, une injection de lidocaïne ou de bupivacaïne au niveau du site chirurgical ou en faisant un bloc nerveux, bien que ces molécules aient une grande toxicité chez les rongeurs (Miller et Richardson, 2011).

Tableau 3 : Doses en mg/kg des analgésiques utilisés chez le cochon d'Inde d'après Miller et Richardson (2011) et Grenet (2015) (PO = per os - SC = sous-cutanée - IM = intra-musculaire - IV = intra-veineuse - CRI = perfusion continue (Continuous Rate Infusion))

MOLECULE	DOSE (EN MG/KG)	VOIE D'ADMINISTRATION	INTERVALLE ENTRE 2 ADMINISTRATIONS	RÉFÉRENCE
OPIOÏDES				
BUPRENORPHINE (BUPAQ ND)	0,2	SC	8-12h	Sadar <i>et al.</i> (2018)
BUTORPHANOL (TORPHASOL ND)	1,0 - 2,0	SC	4h	Miller et Richardson (2011)
MORPHINE (MORPHINE ND)	2,0 - 5,0	SC, IM	4h	Miller et Richardson (2011)
FENTANYL (FENTADON ND)	0,002-0,005	IM, CRI	Induction / h	Pignon (2018)
METHADONE (COMFORTAN ND)	1	SC, IM	4h	Pignon (2018)
OXYMORPHONE*	0,2 - 0,5	SC	-	Miller et Richardson (2011)
AINS				
CARPROFENE (CARPROFELICAN ND)	4,0	SC	12-24h	Miller et Richardson (2011)
FLUNIXINE (LHIFLUNEX ND)	2,5	SC	12h	Miller et Richardson (2011)
KETOPROFENE (KETOFEN ND)	1,0	SC	12-24h	Longley (2008)
MELOXICAM (METACAM ND, MELOXIDYL ND)	0,1-0,3	SC, PO	24	Miller et Richardson (2011)
ASPIRINE (ASPIRINE ND)	50-100	PO	-	Harkness <i>et al.</i> (2010)
ANALGESIQUES LOCAUX				
LIDOCAÏNE (LAOCAINE ND)	< 4	locale	2-3h	Hawkins et Pascoe (2021)
BUPIVACAÏNE (BUPIVACAINE ND)	< 2	locale	2-6h	Hawkins et Pascoe (2021)

* non commercialisé en France

Chez le cochon d'Inde, les doses des molécules analgésiques sont relativement élevées, car ce sont des petits animaux et leur métabolisme est très rapide (Tableau 3). C'est surtout le cas pour les analgésiques administrés par voie orale, car l'effet de premier passage hépatique est très important chez les rongeurs (Miller et Richardson, 2011).

Il est intéressant d'utiliser une analgésie multimodale pour diminuer les effets secondaires en diminuant la dose de chaque molécule. De plus, avant une chirurgie, il est possible d'administrer une molécule analgésique afin d'avoir une concentration plasmatique analgésique au moment où la douleur va apparaître. Par exemple, on peut utiliser de la buprénorphine 30 minutes avant la chirurgie, de la lidocaïne pendant l'opération et du méloxicam en post-opératoire. Cette analgésie multimodale peut aussi consister à administrer une perfusion continue, si une voie veineuse est disponible avec un opioïde, de la kétamine et un alpha-agoniste, par exemple. L'association fentanyl-lidocaïne-kétamine est couramment utilisée (Miller et Richardson, 2011). Une stratégie antihyperalgésique multimodale permet aussi de s'opposer aux mécanismes d'hypersensibilisation. Cependant ce phénomène fait intervenir une myriade de substances chimiques aux interactions complexes qui rend l'approche pharmacologique particulièrement difficile (Poitte, 2015a).

La prise en charge d'une douleur aigue est différente d'une douleur chronique. Le traitement lors de douleur aigue a pour but de guérir la cause sous-jacente et d'interrompre les signaux nociceptifs au niveau du système nerveux, tandis que l'approche du traitement pour une douleur chronique doit reposer sur une approche multidisciplinaire et holistique de la gestion de la qualité de vie (Mathews *et al.*, 2014).

ii. Prise en charge clinique et mesures de soutien

Lors d'une prise en charge en hospitalisation, il est primordial d'éviter la déshydratation de l'animal qui peut être aggravée avec la douleur, mais qui peut aussi elle-même être indirectement la cause de douleur si elle provoque un iléus. Pour cela, il convient de stimuler l'appétit et la motilité intestinale, qui peuvent être altérés avec la douleur. C'est pourquoi, il est important de proposer la nourriture favorite lors de convalescence, ainsi que du foin à volonté et de bonne qualité. Il ne faut pas tarder à gaver le cochon d'Inde à l'aide d'une seringue, lorsque celui-ci ne se nourrit plus de façon autonome. En effet, une réalimentation précoce diminue la douleur, en plus de favoriser la motilité et de diminuer les risques de translocation bactérienne. Cependant la réalimentation peut aussi accentuer la douleur gastro-intestinale en cas d'iléus, notamment mécanique. C'est pourquoi elle est contrindiquée en cas de douleur intense, de déshydratation, d'hypothermie, d'hypovigilance et de processus obstructif. Certains auteurs recommandent l'administration de prokinétiques pour favoriser la digestion, mais cette utilisation est controversée. Enfin, la fluidothérapie est essentielle pour maintenir une hydratation correcte et doit être un adjuvant au traitement analgésique (Paul-Murphy, 2007 ; Miller et Richardson, 2011 ; Thompson, 2014).

Les facteurs environnementaux et les soins apportés à l'animal doivent toujours être pris en compte en plus de l'analgésie. Il faut minimiser le stress en gardant le cochon d'Inde éloigné de prédateurs. L'idéal est d'hospitaliser un cochon d'Inde avec ses congénères habituels (Miller et Richardson, 2011).

II) Outils d'évaluation de la douleur

a. Intérêts et principes d'évaluation de la douleur

Le vétérinaire a une obligation éthique de traiter au mieux et de limiter les souffrances d'un animal. Selon l'association américaine des hôpitaux vétérinaires (AAHA), l'évaluation de la douleur doit être une routine dans tout examen clinique et la douleur est le quatrième signe vital à prendre en compte après la température, le pouls (ou la fréquence cardiaque) et la respiration (Mathews *et al.*, 2014 ; Epstein *et al.*, 2015). Ainsi, cette étape est primordiale lors de la prise en charge d'un animal pour mettre en place un traitement analgésique adapté. En effet, cette évaluation permet dans certains cas de distinguer une douleur somatique d'une douleur d'origine inflammatoire ou neuropathique, dont le traitement diffère. Ensuite, la seconde évaluation quelques heures après l'administration de l'analgésique permet d'adapter le traitement en fonction de l'évolution des signes de douleur chez l'animal. L'évaluation de la réponse à un traitement analgésique est la méthode *gold standard* pour mesurer la présence et le degré de la douleur *a posteriori*. L'évaluation de la douleur permet aussi d'évaluer l'efficacité du traitement dans son ensemble et l'évolution de la maladie (Deschamps, 2009 ; Mathews *et al.*, 2014 ; Della Rocca *et al.*, 2015).

En outre, l'animal n'ayant pas la capacité de parler pour exprimer son ressenti, il est important de pouvoir interpréter ses signes de douleur. Les grandes variations d'expression de la douleur entre individus, en fonction de l'âge, de l'espèce, de la race, du contexte *etc.*, supposent de prendre du temps pour évaluer chaque animal. Roughan et Flecknell (2003) ont montré que 5 à 10 minutes d'observation suffisent pour faire une évaluation correcte de la douleur. Cependant, bien qu'une absence de comportements normaux soit souvent liée à une douleur, une absence de signe de douleur ne signifie pas une absence de douleur (Della Rocca *et al.*, 2015; Deschamps, 2009; Roughan et Flecknell, 2003).

Hawkins (2006) propose trois questions à se poser systématiquement pour savoir si un animal peut être douloureux :

1. La lésion ou la procédure serait-elle douloureuse pour une quelconque espèce ?
2. La lésion ou la procédure entraîne-t-elle des dommages pour les tissus chez toutes les espèces ?
3. Le patient présente-t-il des réactions comportementales anormales ?

Si la réponse à une de ces questions est oui, le vétérinaire doit initier un traitement analgésique. Ensuite, une observation plus méticuleuse des changements physiologiques et comportementaux, comprenant entre autres un examen clinique, permet de grader cette douleur et de choisir la molécule et la dose adéquate (Hawkins, 2006).

Selon Flecknell (2009), l'évaluation de la douleur repose sur trois principes. Il faut :

- Connaître l'espèce et son comportement habituel,
- Manipuler et palper la zone atteinte pour évaluer les réponses,
- Évaluer le fonctionnement de la zone atteinte si c'est un membre.

Ensuite, il convient de monitorer la douleur régulièrement pour détecter le moindre changement, surtout dans les quelques heures qui suivent une chirurgie ou une blessure. Cette évaluation doit être faite par un seul et même observateur qui a de bonnes connaissances de l'espèce en question, afin de détecter le moindre changement physiologique ou comportemental (Miller et Richardson, 2011).

b. Difficultés à l'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde

De nombreux facteurs influencent l'évaluation de la douleur d'un animal. Tout d'abord, l'environnement conditionne la qualité de cette évaluation. En effet, lors d'une hospitalisation, l'animal n'est pas familier du lieu et des personnes qui l'entourent ; il a donc plus tendance à exprimer du stress et/ou à cacher ses signes de douleur. Le confinement dans une petite cage ne permet pas d'observer certains comportements, tels que l'exploration ou tout autre déplacement (Gaynor et Muir, 2015).

De plus, l'expression de la douleur dépend de chaque individu, certains sont plus stoïques et moins enclins à montrer des signes de douleur. L'âge a une influence importante sur le ressenti et l'expression de la douleur. En effet, un dérèglement de l'axe hypothalamo-hypophysaire et une dégénérescence neuronale peuvent survenir avec l'âge, ce qui modifie la sensibilité de l'animal à la douleur et peut diminuer l'expression des signes de douleur. Les nouveau-nés ont, quant à eux, une douleur qui peut être exacerbée ou diminuée, car leur SNC est en cours de développement et la myélinisation des neurones est incomplète. L'évaluateur doit donc prendre en compte l'âge de l'animal dans ses observations, ainsi que l'avis du propriétaire sur un éventuel changement, car celui-ci connaît le comportement habituel de son animal (Gaynor et Muir, 2015).

Lorsqu'il s'agit de douleur chronique, l'animal compense en général au fur et à mesure que la douleur apparaît, ce qui rend les changements comportementaux très subtils. Ainsi, cette douleur est difficile à évaluer (Thompson, 2014).

Il existe plusieurs spécificités chez le cochon d'Inde qui rendent l'évaluation de la douleur particulièrement difficile. Premièrement, le cochon d'Inde est une proie : c'est par conséquent un animal qui a tendance à se cacher et, avec sa petite taille, il peut donc être compliqué de l'observer pendant un long moment. Deuxièmement, il masque son inconfort et les changements comportementaux sont discrets. Il peut rester immobile et supprimer des comportements spontanés de douleur si un humain ou un prédateur est présent dans la pièce, ce qui rend difficile l'établissement d'un score de douleur (Thompson, 2014 ; Dunbar *et al.*, 2016).

En clinique vétérinaire canine ordinaire, les cliniciens et les auxiliaires vétérinaires sont moins familiers avec cette espèce qu'avec les chiens et les chats. Ils connaissent en général moins bien son apparence et ses comportements normaux. En effet, une récente étude a montré que le pourcentage de vétérinaires qui doutent de leurs compétences pour évaluer la douleur est plus important pour les lapins et les cochons d'Inde (60 %) que pour les chiens et les chats (42 et 30 %). Il a aussi été mis en évidence que le manque de méthode *gold standard* conduit à des difficultés d'évaluation et de prise en charge de la douleur (Benato *et al.*, 2019). De plus, les propriétaires passent moins de temps avec les rongeurs, qui restent souvent en cage, qu'avec un chien ou un chat et sont donc eux-mêmes souvent moins familiers avec le comportement de leur cochon d'Inde. Or, il est impératif que l'évaluateur soit accoutumé à l'espèce et connaisse son comportement normal, afin de déceler toute anomalie (Flecknell, 1998 ; Thompson, 2014 ; Gaynor et Muir, 2015).

Par ailleurs, c'est une espèce sociale, donc une grande partie des comportements a lieu entre individus de la même espèce et le cochon d'Inde peut réagir différemment à la douleur s'il est seul ou en groupe. Ainsi, les changements de comportement intra-espèce ne seront pas visibles en clinique, car l'animal est souvent hospitalisé seul. Cependant, lorsqu'il est avec ses congénères, il peut manifester moins de signes de douleur, afin de maintenir son statut social. Il y a donc aussi une difficulté à observer des signes à la maison si plusieurs congénères vivent ensemble (Miller et Richardson, 2011; Thompson, 2014).

Enfin, c'est un animal facilement stressé et anxieux et les signes liés à ces états sont souvent proches de ceux de la douleur ; il peut être alors difficile de les distinguer (Thompson, 2014).

c. Intérêt des grilles d'évaluation de la douleur

Selon l'*Evidence-based medicine*, le vétérinaire est conditionné à l'évaluation des faits objectifs. L'utilisation de grilles est donc nécessaire, car elle permet de se baser sur des critères objectifs en utilisant des paramètres mesurables. Effectivement, l'évaluation de la douleur doit reposer sur des mesures subjectives (apparence, comportement...) et objectives (consommation d'eau et de nourriture, poids du corps...). Les scores de douleur permettent de mettre en évidence des intensités de douleur différentes, mais requièrent de longues observations en ce qui concerne le comportement. L'objectif d'un tel outil est donc de classer la douleur selon plusieurs catégories (par exemple : absente, faible, modérée et sévère) et non pas de déterminer avec précision cette intensité (Deschamps, 2009 ; Keating *et al.*, 2012).

Une grille d'évaluation doit être simple, prête à l'emploi, multifactorielle, indépendante de l'évaluateur (c'est-à-dire reproductible), répétable dans le temps et valide. Il n'existe pas de consensus pour évaluer la douleur, ni pour l'élaboration d'une grille d'évaluation de la douleur. Ces scores de douleur ont pour l'instant été développés pour peu de procédures et sur un nombre limité d'espèces (Deschamps, 2009 ; Keating *et al.*, 2012).

Les échelles de douleur permettent aussi à l'observateur de considérer des paramètres comportementaux et physiologiques auxquels il n'aurait pas forcément prêté attention. De plus, l'importance d'évaluer tous ces paramètres en utilisant une grille est indéniable, car on considère la douleur comme une expérience multidimensionnelle. En effet, de nombreux signes cliniques associés à la douleur sont relativement peu spécifiques et peuvent apparaître lors de maladies infectieuses par exemple. Ainsi, l'évaluation de la douleur doit se faire en combinant l'observation de l'apparence de l'animal, des signes physiologiques et les informations de l'anamnèse et des commémoratifs (Flecknell, 1998 ; Della Rocca *et al.*, 2015) .

Tout comme l'évaluation de la douleur, les grilles doivent être utilisées avant et après la mise en place d'un éventuel traitement, pour adapter le protocole. Cette aide à l'évaluation de la douleur ne devrait pas être utilisée uniquement par le personnel hospitalier, mais aussi à la maison en période post-chirurgicale par exemple. Cependant, bien que l'utilisation de grilles permette l'évaluation de la douleur pour déterminer le degré et la durée du traitement analgésique, il ne faut pas attendre cette évaluation pour administrer un traitement analgésique si la douleur est prévisible (comme en cas de chirurgie) (Mathews *et al.*, 2014 ; Della Rocca *et al.*, 2015).

d. Les différentes grilles d'évaluation de la douleur

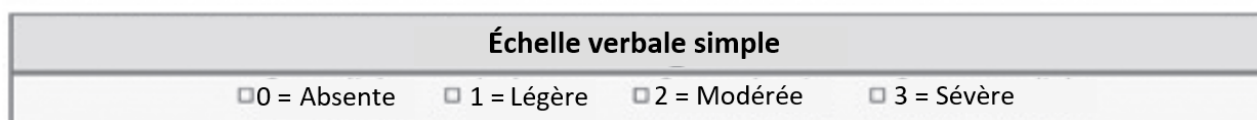
i. Échelles monoparamétriques et d'auto-évaluation

En médecine humaine, pour les patients pouvant s'exprimer, l'utilisation de telles échelles consiste surtout à une auto-évaluation du patient de sa propre douleur ressentie. En médecine vétérinaire, l'utilisation d'échelles monoparamétriques consiste à évaluer le degré de douleur d'un animal en se basant sur son observation et son interaction celui-ci, ainsi que sur son jugement clinique. Ce sont des échelles plus ou moins sensibles, reproductibles, fiables et facilement utilisables. Ces échelles sont universelles et largement utilisées dans l'évaluation de la douleur chez les petits mammifères. Elles sont simples et faciles d'utilisation, mais évaluent l'intensité de la douleur ressentie par le patient sans description qualitative de celle-ci. De plus, ce sont des méthodes très subjectives, il y a donc beaucoup de variations entre chaque opérateur (Mathews *et al.*, 2014; (Gaynor et Muir, 2015 ; Rocca *et al.*, 2015).

1. Échelle Verbale Simple (EVS) ou Verbal Rating Scale (VRS)

Cette échelle d'autoévaluation permet au patient d'indiquer son ressenti parmi 4 ou 5 degrés de douleur (Figure 12) : 0 = pas de douleur, 1 = douleur légère, 2 = douleur modérée, 3 = douleur sévère, 4 = douleur extrêmement sévère. Cette échelle est aussi employée chez l'animal, mais c'est l'observateur qui donne subjectivement un degré de douleur. Dans ce cas, cela s'appelle l'échelle descriptive simple ou Simple Descriptive Scale (SDS), car le patient ne s'exprime pas verbalement. C'est la première échelle de douleur qui a été utilisée pour grader la douleur du patient. Cette méthode est très simple mais peu objective, ce qui rend compliquée la comparaison des différents individus et de leur réponse à l'analgésie. De surcroît, elle est peu sensible (Mathews *et al.*, 2014 ; Gaynor et Muir, 2015).

Figure 12 : Échelle Verbale Simple (illustration d'après Phan *et al.* (2012))



2. Échelle Numérique (EN) ou Numerical Rating Scale (NRS)

Le patient attribue lui-même oralement ou à l'écrit une note à sa douleur allant de 0 (absence de douleur) à 10 ou 100 (douleur maximale possible) (Figure 13). Cette échelle est également appliquée à l'animal pour lequel la note n'est évidemment pas annoncée par le patient lui-même, mais repose uniquement sur l'évaluation de l'opérateur. Lors d'une étude menée par Phan *et al.* (2012), ce type d'échelle a déjà prouvé sa sensibilité, sa reproductibilité et sa fiabilité pour l'évaluation de l'intensité du prurit chez l'Homme. Elle est moins sujette aux biais que les échelles monoparamétriques car elle est plus détaillée. Elle peut être utilisée pour évaluer des douleurs chroniques et aiguës (Della Rocca *et al.*, 2015 ; Gaynor et Muir, 2015).

Figure 13 : Échelle numérique (illustration d'après Phan *et al.* (2012))



3. Échelle Visuelle Analogique (EVA) ou Visual Analogue Scale (VAS)

Il s'agit de l'échelle subjective la plus utilisée en médecine humaine et vétérinaire, mais aussi en laboratoire lors d'études sur l'analgésie chez les animaux, par exemple. L'étude de Phan *et al.* (2012), a pu montrer que cette échelle est plus sensible que l'EN, reproductible et fiable lors de l'évaluation du prurit chez l'homme. Le patient attribue lui-même une intensité sur une ligne horizontale ou verticale allant de « douleur absente » à « douleur maximale possible/imaginable » (Figure 14). Cette échelle peut être numérique et aller de 0 à 10 ou 100 ou ne pas contenir de valeur numérique. Une même échelle peut être employée à différent moment sur un même animal, en plaçant un trait perpendiculaire sur celle-ci, ce qui permet de voir l'évolution de l'animal par rapport à la douleur. Dans ce cas, il faut que ce soit le même opérateur qui remplisse la grille à chaque évaluation (Della Rocca *et al.*, 2015 ; Gaynor et Muir, 2015).

Figure 14 : Échelle visuelle analogique (illustration d'après Phan *et al.* (2012))



ii. Échelles multiparamétriques

Les échelles multiparamétriques reposent sur un système de score qui inclut plusieurs catégories : confort, mouvement, comportement, réponse à la manipulation, vocalisations et constantes physiologiques. Dans chaque catégorie, chaque item est une échelle descriptive simple d'un signe de douleur auquel l'évaluateur attribue une valeur numérique correspondant à l'intensité de ce signe. La somme des scores de chaque item donne un score total qui reflète l'intensité de la douleur (Della Rocca *et al.*, 2015). Chaque grille est très spécifique d'une espèce. De nombreuses grilles ont été développées sur ce principe, d'abord en médecine humaine puis en médecine vétérinaire, le plus souvent pour des douleurs aiguës post-opératoires, mais aussi pour des douleurs chroniques. Elles sont plus complexes que les échelles monoparamétriques, donc plus chronophages, mais aussi plus sensibles. Il y a également moins de variations possibles entre les opérateurs. Cependant, elles manquent toujours de spécificité pour certains critères. Par exemple, les vocalisations apparaissent souvent dans ces grilles, alors qu'elles peuvent résulter d'anxiété, de peur ou de dysphorie dues à l'anesthésie ou aux opioïdes. Ainsi, l'absence ou la présence de ces signes ambigus peut entraîner une sous-estimation ou une surestimation de la douleur (Della Rocca *et al.*, 2015; Mathews *et al.*, 2014). La liste ci-dessous n'est pas exhaustive, elle comprend uniquement les échelles les plus utilisées en médecine vétérinaire.

1. Exemples d'échelles d'évaluation de la douleur aigue

Différentes échelles pour évaluer la douleur aigue ont été développées chez le chien et le chat, notamment pour adapter le traitement post-opératoire. Le tableau 4 résume des exemples d'échelles couramment utilisées en clinique à ce jour. Les trois premières échelles du tableau sont ensuite détaillées puisqu'elles sont les plus utilisées internationalement.

Tableau 4 : Exemples d'échelles d'évaluation de la douleur aigue existant chez le chien et le chat d'après Reid *et al.* (2018)

Echelle	Espèces	Observations comportementales	Mesures physiologiques	Échelle validée ?	Source
University of Melbourne Pain Scale	Chien	Oui	Oui	Oui	Firth et Haldane (1999)
Glasgow Composite Measure Pain Score et GCPT-SF	Chien	Oui	Non	Oui	Reid <i>et al.</i> , (2007)
Colorado acute pain scale	Chien et chat	Oui	Non	Non	Mich <i>et al.</i> (2010)
4AVet	Chien et chat	Oui	Oui	Oui	Holopherne-Doran <i>et al.</i> (2010)
UNESP-Botucatu multidimensional composite pain scale	Chat	Oui	Oui	Oui	Brondani <i>et al.</i> (2013)
Glasgow CMPS-Feline	Chat	Oui	Non	Oui	Reid <i>et al.</i> (2017)

Il existe actuellement des grilles équivalentes pour le lapin, mais elles n'ont pas encore été validées à ce jour (Banchi *et al.*, 2020 ; Vincent, 2020). Chez le cochon d'Inde en revanche, certains signes de douleur sont connus grâce à l'élaboration d'un éthogramme, mais aucune grille regroupant ces paramètres pour évaluer la douleur n'a été élaborée jusqu'à aujourd'hui (Dunbar *et al.*, 2016).

o Échelle de douleur de l'Université de Melbourne

Cette échelle a été développée et validée par Firth et Haldane en 1999. Elle est utilisée pour évaluer la douleur post-opératoire chez le chien. Elle regroupe des paramètres physiologiques et biologiques répartis en six catégories (Figure 15). Le score total va de 0 à 27. Cette échelle demande une connaissance préalable du comportement normal du chien pour évaluer le statut mental. Elle n'a pas été traduite ni validée en français (Gaynor et Muir, 2015).

Figure 15 : University of Melbourne Pain Scale

Category	Description	Scale
Biological variables		
	Dilated pupil	2
	Normal pupil	0
	Percentage of increase in Cardiac frequency	
	<20%	0
	>20%	1
	>50%	2
	>100%	3
	Salivation	2
	No salivation	0
Behavior variables		
Response to palpation	No changes	0
	Reaction to touch	2
	Reaction before being touched	3
Motor activity	Resting, sleeping	0
	Semiconscious	0
	Awake	1
	Restless, moving around	3
	Eating	0
Mental state	Submissive	0
	Sociable	1
	Cautious	2
	Agressive	3
Posture	Protects the affected area (fetal position)	2
	Lateral position	0
	Prone position	1
	Sitting or standing	1
	Moving	1
	Abnormal posture	2
Vocalization	Does not vocalize	0
	Vocalizes when touched	2
	Intermittent vocalization	2
	Continuous vocalization	3

○ Échelle de Glasgow pour l'évaluation composite de la douleur

À l'origine, cette échelle comportait sept catégories comportementales composées de 28 descripteurs, sans prendre en compte les paramètres physiologiques. Une version plus épurée a été développée spécialement pour une utilisation clinique simplifiée (Figure 17). Elle ne comporte plus que six catégories comportementales avec un score maximal de 24. Cette échelle a été créée en 2007 puis a été ensuite validée chez le chien mais aussi chez le chat (Reid *et al.*, 2007 ; Reid *et al.*, 2017).

Figure 17 : Échelle de Glasgow pour l'évaluation composite de la douleur (version abrégée)

FORMULAIRE ABRÉGÉ RELATIF A L'ÉCHELLE DE GLASGOW POUR L'ÉVALUATION COMPOSITE DE LA DOULEUR	
Nom du chien _____	Date / / _____
Identifiant du patient _____	Heure _____
Procédure ou affection _____	
Dans les sections ci-dessous, veuillez entourer le score approprié dans chaque liste, puis additionner les scores pour obtenir le score total.	
A. Observez le chien dans le chenil.	
(I) Comment est le chien ?	(II) Comment est le chien ?
il est silencieux 0	il ignore la plaie ou la zone douloureuse 0
il se plaint ou geint 1	il regarde la plaie ou la zone douloureuse 1
il gémit 2	il lèche la plaie ou la zone douloureuse 2
il hurle 3	il frotte la plaie ou la zone douloureuse 3
	il mordille la plaie ou la zone douloureuse 4
En cas de fracture de la colonne vertébrale ou du bassin ou de fractures multiples des membres, ou si le chien a besoin d'aide pour se déplacer, ne remplissez pas la section B et passez à la section C.	
Si tel est le cas, cochez cette case <input type="checkbox"/>	
B. Mettez le chien en laisse et sortez-le du chenil	C. Si le chien présente une plaie ou une zone douloureuse, y compris à l'abdomen, exercez une légère pression dans un rayon de 5 cm autour du site.
(III) Lorsque le chien se lève/marche, comment est-il ?	(IV) Comment est le chien ?
il est normal 0	il ne fait rien 0
il boite 1	il regarde autour de lui 1
il est lent ou réticent 2	il sursaute 2
il est raide 3	il grogne ou protège la zone 3
il refuse de bouger 4	il mord dans le vide 4
	il se plaint 5
D. Attitude générale	(VI) Comment est le chien ?
(V) Comment est le chien ?	il est à l'aise. 0
il est joyeux et calme ou joyeux et vif 0	il est perturbé. 1
il est silencieux 1	il est agité. 2
il est indifférent ou ne réagit pas à ce qui se passe autour de lui. 2	il est recroquevillé ou crispé. 3
il est nerveux, anxieux ou craintif 3	il est raide 4
il est abattu ou ne réagit pas aux stimuli 4	
Score total (I + II + III + IV + V + VI) = _____	
Le score de douleur est la somme de toutes les notes attribuées, le score maximal étant de 24 (20 si la mobilité est impossible à évaluer). Ce score total est un bon indicateur du besoin d'analgésie ; le seuil d'intervention analgésique préconisé est de 6/24 (ou 5/20).	
© 2014 NewMetrica Ltd. La permission de reproduire ce document est accordée à des fins personnelles et éducatives uniquement. La reproduction commerciale, la location et le prêt sont interdits. En utilisant ce formulaire, vous acceptez les termes du contrat de licence disponible à http://www.newmetrica.com/cms/noncommercial .	

2. Exemples d'échelles d'évaluation de la douleur chronique

Ces échelles ont été créées pour évaluer les animaux atteints d'arthrose (Tableau 5). Les autres maladies chroniques telles que les maladies dentaires, certains cancers ou des maladies inflammatoires chroniques n'ont pas mené à ce jour au développement de grilles pour évaluer la douleur des animaux atteints. Ce sont la plupart du temps des questionnaires remplis par le propriétaire sur le comportement de l'animal à la maison. Les informations données par le propriétaire sont la clef pour l'évaluation de la douleur chronique ou la réponse à un traitement analgésique à domicile, car elle repose surtout sur des changements comportementaux qui peuvent être subtils et évoluer graduellement (parfois sur plusieurs mois chez le chien) (Mathews *et al.*, 2014). L'index de douleur chronique d'Helsinki est détaillé dans cette partie car c'est une échelle qui est très utilisée et a été traduite dans de nombreuses langues, notamment en français.


Tableau 5 : Exemples d'échelles d'évaluation de la douleur chronique existant chez le chien et le chat d'après Reid *et al.* (2018)

Échelle	Espèce	Nombre d'items	Echelle validée ?	Source
Canin Brief Pain Inventory (CBPI)	Chien	11	Oui	Brown <i>et al.</i> (2007)
Helsinki Chronic Pain Index (HCPI)	Chien	11	Oui	Hjelm-Björkman <i>et al.</i> (2009)
Liverpool Osteoarthritis in Dogs questionnaire (LOAD)	Chien	14	Oui	Hercock <i>et al.</i> (2009)
Feline Musculoskeletal Pain Index (FMPI)	Chat	17	Non	Zamprogno <i>et al.</i> (2010)
Canine Orthopedic Index (COI)	Chien	21	Oui	Brown (2014)


○ Index de douleur chronique d'Helsinki

Cette grille d'évaluation est un questionnaire composé de 11 items à faire remplir par le propriétaire. Chaque item est noté sur 4. La validité, la répétabilité et la sensibilité de cette échelle ont été montrées en 2009, pour sa version anglaise. Cependant, la langue et la formulation peuvent influencer la validité de cette grille, car elle est remplie par le propriétaire (Hielm-Björkman *et al.*, 2009). Elle n'est pas encore validée dans sa version française (Figure 18).

Figure 18 : Index de douleur chronique d'Helsinki



ÉVALUATION DE LA DOULEUR CHRONIQUE (HELSINKI)



UNIVERSITY OF HELSINKI

Date : _____ Questionnaire n° 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Propriétaire : _____ Nom de l'animal : _____ Diagnostic : _____

1. <u>Évaluer son attitude générale</u>					
Très alerte	Alerte	Ni alerte ni indifférent	Indifférent	Complètement indifférent	Score
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____
2. <u>Évaluer son entrain au jeu</u>					
Très motivé	Motivé	Réticent	Très réticent	Ne joue plus du tout	_____
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____
3. <u>Évaluer la fréquence de ses vocalises (cris, gémissements, plaintes)</u>					
Jamais	Presque jamais	Parfois	Souvent	Très souvent	_____
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____
4. <u>Évaluer son aptitude à marcher (au pas)</u>					
Très motivé	Motivé	Réticent	Très réticent	Ne marche plus	_____
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____
5. <u>Évaluer son aptitude à trotter</u>					
Très motivé	Motivé	Réticent	Très réticent	Ne trotte plus	_____
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____
6. <u>Évaluer son aptitude à courir</u>					
Très motivé	Motivé	Réticent	Très réticent	Ne court plus	_____
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____
7. <u>Évaluer son aptitude à sauter (dans la voiture, sur le canapé, ...)</u>					
Très motivé	Motivé	Réticent	Très réticent	Ne saute plus	_____
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____
8. <u>Évaluer sa facilité à se coucher</u>					
Très facile	Facile	Ni facile ni difficile	Difficile	Très difficile	_____
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____
9. <u>Évaluer sa capacité à se relever après s'être couché</u>					
Très facile	Facile	Ni facile ni difficile	Difficile	Très difficile	_____
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____
10. <u>Évaluer sa capacité à bouger après une longue période de repos</u>					
Très facile	Facile	Ni facile ni difficile	Difficile	Très difficile	_____
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____
11. <u>Évaluer sa capacité à bouger après une longue et forte période d'exercice</u>					
Très facile	Facile	Ni facile ni difficile	Difficile	Très difficile	_____
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	_____
Points					
0	1	2	3	4	<input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>

Partie réservée au vétérinaire :

Irritabilité OUI / NON	Agressivité OUI / NON	Ankylose OUI / NON	Inflammation locale OUI / NON	Hyperalgésie OUI / NON	Allodynie OUI / NON
---------------------------	--------------------------	-----------------------	-------------------------------------	---------------------------	------------------------

Pour les maladies chroniques, des grilles d'évaluation de la qualité de vie ont été créées et sont aussi des questionnaires remplis par le propriétaire. C'est une évaluation subjective des conditions de vie incluant des items relatifs à l'état de santé, à l'analgésie, au mode de vie, à l'alimentation, à la mobilité, à l'état mental... Ces grilles permettent d'évaluer le bien-être de l'animal en ne prenant pas uniquement la douleur en compte. Elles sont utilisées lors de l'évolution d'une maladie chronique et de ses effets secondaires et pour la prise de décision telle que l'euthanasie (Mathews *et al.*, 2014 ; Reid *et al.*, 2018).

3. Les échelles d'expression faciale ou « grimace scales »
















Des grilles d'évaluation de la douleur par observation des expressions faciales ont été développées chez plusieurs espèces. La « *mouse grimace scale* » et la « *rat grimace scale* » ont été élaborées par Langford *et al.* en 2010 et Sotocinal *et al.* en 2011. Ces grilles sont validées pour évaluer la douleur de ces animaux en laboratoire et pour lesquels elles se sont révélées être des outils très précis, fiables et sensibles. Des grilles similaires ont été créées chez le cheval (Costa *et al.*, 2014), le chat (Holden *et al.*, 2014), le lapin (Keating *et al.*, 2012) et le furet (Reijgwart *et al.*, 2017) pour une évaluation en contexte clinique. Ensuite, l'utilisation des *grimace scales* s'est étendue à tout type d'espèces comme le mouton, le cochon et le phoque, par exemple. Il n'existe encore aucune grille semblable chez le cochon d'Inde.

Cette méthode repose sur le fait que les animaux changent d'expression en fonction de la douleur ressentie. Pour chaque espèce considérée, des repères anatomiques au niveau de la tête ont été identifiés et les distances entre ces repères mesurées à partir de photographies. Ainsi, des analyses statistiques ont permis de différencier les animaux douloureux des non douloureux. Par exemple, il y a quatre items à observer chez les rongeurs : l'ouverture palpébrale, le renflement du nez, le bombement des joues, la position des oreilles et le changement de position des vibrisses (Figure 19). Chaque item obtient une note de 0 (signe absent), 1 (signe modérément présent) ou 2 (signe évident) (Langford *et al.*, 2010 ; Della Rocca *et al.*, 2015).

Ces grilles sont rapides et faciles d'utilisation car elles incluent à la fois des photos et des descriptions des signes à observer. Elles sont donc très utiles en laboratoire, par exemple lorsque l'opérateur n'a pas beaucoup d'expérience avec la douleur animale. Cependant, pour des grilles qui n'ont pas encore été validées, le manque de connaissance de l'espèce peut induire une grande part de subjectivité lors du remplissage d'une telle grille.

Ces études sur les expressions faciales chez l'animal douloureux peuvent être considérées comme le point de départ du développement d'une technique d'analyse d'images par ordinateur pour la reconnaissance automatique de la douleur (Dalla Costa *et al.*, 2018).

Figure 19 : « Mouse Grimace Scale » (Langford *et al.*, 2010)

	Éléments d'expression faciale		
	Signe absent "0"	Signe modérément présent "1"	Signe évident "2"
<p>Contraction orbitaire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fermeture des paupières (rétrécissement de l'ouverture orbitaire) • Un pli peut apparaître autour de l'œil 			
<p>Gonflement du nez</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gonflement de l'arête nasale • Plis verticaux sur le côté du nez 			
<p>Gonflement des joues</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gonflement des joues 			
<p>Position des oreilles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les oreilles se tournent vers l'extérieur et/ou vers l'arrière, s'éloignant de la face. Les oreilles peuvent se replier et avoir une forme plus pointue • L'espace entre les oreilles s'agrandit 			
<p>Changement des moustaches</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les moustaches sont soit retroussées en arrière le long du museau, soit redressées vers l'avant • Les moustaches peuvent se rassembler pour former une "touffe" • Les moustaches peuvent perdre leur courbe naturelle vers le bas 			

e. Protocole de validation d'une grille d'évaluation de la douleur

i. Principe général de validation d'une méthode de mesure

Une grille d'évaluation est une méthode de mesure utilisée dans le cadre du suivi médical d'un patient. De ce fait, elle doit être fiable. On dira ici qu'une méthode de mesure est fiable quand elle répond à trois critères : la répétabilité, la reproductibilité et la validité.

Dans le cas d'une grille d'évaluation de la douleur, on veut savoir si l'intensité de douleur indiquée à partir du score total obtenu en remplissant la grille est répétable, reproductible et a une validité correcte. Dans un second temps, l'idéal serait d'évaluer la répétabilité, la reproductibilité et la validité de chaque paramètre permettant d'obtenir le score final. Cela permettrait d'améliorer la fiabilité de cette grille en supprimant ou en modifiant certains paramètres qui ne remplissent pas ces critères.

ii. Évaluation de la répétabilité

La répétabilité est la fidélité dans les conditions de mesures suivantes : « conditions qui comprennent la même procédure de mesure, les mêmes opérateurs, le même système de mesure, les mêmes conditions de fonctionnement et le même lieu, ainsi que des mesurages répétés sur le même objet ou des objets similaires pendant une courte période de temps ». La fidélité est « l'étroitesse de l'accord entre les indications ou les valeurs mesurées obtenues par des mesurages répétés du même objet ou d'objets similaires dans des conditions spécifiées » (JCGM, 2012).

Afin d'évaluer la répétabilité d'une grille d'évaluation, il faut qu'un même opérateur effectue deux mesures sur un même individu et que les conditions de mesures soient les plus identiques possible. Deux mesures sont considérées comme suffisantes pour permettre d'évaluer la répétabilité d'une méthode de mesure (Walter *et al.*, 1998). Pour cela, les deux séries de mesures doivent être faites à un instant t1 puis à un instant t2, t2 étant considéré comme « très faiblement » distant de t1 (Barnhart *et al.*, 2007).

S'il y a une variation dans les conditions de mesure et que l'intervalle de temps entre deux mesures est faible, il ne s'agit plus de répétabilité mais de reproductibilité spatio-temporelle (Desquilbet, 2020a).

Pour évaluer la répétabilité, il convient de remplir un tableau comprenant les deux séries de mesures pour chaque individu faites par un même observateur à l'instant t1 (série n°1) et à l'instant t2 (série n°2) (Tableau 6).

Tableau 6 : Tableau à remplir pour évaluer la répétabilité d'un outil de mesure (Desquilbet, 2020)

Individu	Série n°1	Série n°2
1	Mesure M ₁₋₁	Mesure M ₂₋₁
2	Mesure M ₁₋₂	Mesure M ₂₋₂
3	Mesure M ₁₋₃	Mesure M ₂₋₃
...

Dans le cas d'une grille d'évaluation de la douleur, le caractère mesuré est le score de douleur, donc est quantitatif. Afin d'évaluer la concordance entre les deux séries de mesures, on utilise le coefficient de concordance de Lin associé à la méthode graphique de Bland et Altman (Desquilbet, 2020a).

Le coefficient de concordance de Lin est un coefficient allant de -1 à +1. Les valeurs de -1, 0, et +1 signifient respectivement une discordance parfaite, une concordance nulle et une concordance parfaite. Une fois ce coefficient calculé, on interprète la concordance grâce au tableau 7 (Lin, 1989 ; Desquilbet, 2020a).

Tableau 7 : Interprétation des valeurs du coefficient de Lin (Landis et Koch, 1977)

Coefficient de Lin	Interprétation
< 0	Très mauvais
0 – 0,20	Mauvais
0,21 – 0,40	Passable
0,41 – 0,60	Moyenne
0,61 – 0,80	Bonne
0,81 – 1,00	Très bonne

Cependant, le coefficient de concordance de Lin n'est pas suffisant pour déterminer la concordance de deux séries de mesures car il est possible que deux valeurs de coefficient assez proches ne reflètent par une même situation clinique. En effet, lorsque des valeurs sont considérées comme non satisfaisantes, il est difficile de savoir à quoi cela est dû. Ainsi, il est nécessaire de compléter cette méthode numérique par la méthode graphique de Bland et Altman qui permet d'évaluer cliniquement la répétabilité d'un outil de mesure (Desquilbet, 2020a).

La méthode graphique de Bland et Altman repose sur la définition même de la concordance entre deux séries de mesures (Bland et Altman, 1986). Les deux séries sont concordantes si l'une ne surestime ou ne sous-estime pas l'autre de façon trop importante, et si les écarts entre les deux séries pour chaque individu mesuré ne sont pas trop importants (Desquilbet, 2020a).

Le graphique de Bland et Altman est composé de trois éléments (Bland et Altman, 1999) :

- Des points représentant les mesures des individus (il y a autant de points que d'individus mesurés deux fois),
- Une droite centrale, représentant la moyenne des écarts entre les deux séries, appelée ici « biais »,
- Deux droites « extérieures » représentant les limites d'agrément inférieure et supérieure. Elles sont les limites de l'intervalle qui contient 95 % des écarts entre les deux séries de mesures, si l'ensemble de ces écarts suit une loi parfaitement normale.

L'axe des abscisses est la moyenne des mesures des deux séries, et l'axe des ordonnées est la différence entre les mesures des deux séries. Afin d'interpréter un graphique de Bland et Altman, il convient de toujours faire l'hypothèse que l'ensemble des écarts entre les deux séries de mesures suit une loi parfaitement normale, ce qui peut être vérifié à l'aide d'un histogramme (Desquilbet, 2020a).

Avant le recueil des données, il est nécessaire de fixer des valeurs X et Y. En effet, on considère que la méthode de mesure est répétable d'une part si, en moyenne, la deuxième série de mesures ne surestime ou ne sous-estime pas les valeurs par rapport à la première série de mesures de plus de X. Cela signifie que la moyenne des écarts dans l'échantillon est inférieure ou égale à X, appelé alors « biais maxi acceptable ». D'autre part, on considère cette méthode de mesure est répétable si la quasi-totalité des écarts (en valeur absolue) entre les deux séries de mesures est inférieure à Y. La quasi-totalité des écarts signifie 95 % des écarts. Il faut donc vérifier que la zone d'agrément estimée dans l'échantillon est incluse dans la zone $\{-Y ; +Y\}$, que l'on peut appeler « zone d'agrément maxi acceptable » (Chhapola *et al.*, 2015 ; Desquilbet, 2020a).

Le critère Y est le critère indispensable qui doit être vérifié pour garantir la répétabilité d'une méthode de mesure. Quant au coefficient X, on peut considérer qu'il est inclus dans la zone d'agrément maxi acceptable. Ainsi, pour notre étude, on ne s'intéresse donc pas à X dans le cas de la répétabilité (Desquilbet, 2020a ; Vincent, 2020).

iii. Évaluation de la reproductibilité

La reproductibilité est la fidélité dans les conditions de mesures suivantes : « conditions qui comprennent des lieux, des opérateurs et des systèmes de mesure différents, ainsi que des mesurages répétés sur le même objet ou des objets similaires » (JCGM, 2012). Dans le cas de l'évaluation de la reproductibilité pour une grille d'évaluation de la douleur, on s'intéresse à la reproductibilité inter-opérateurs, c'est-à-dire à la concordance entre les mesures de deux évaluateurs différents, dans des conditions et avec un système de mesure similaire.

Ainsi, deux observateurs évaluent chacun une fois un individu. On obtient donc une série de mesures pour chaque observateur et deux mesures par individu, ce qui est considéré comme suffisant pour évaluer la reproductibilité d'une méthode de mesure (Walter *et al.*, 1998).

Il est possible d'utiliser trois opérateurs différents : deux ayant les mêmes compétences et un troisième avec des compétences différentes. Quantifier la concordance entre les deux premiers opérateurs permet de savoir si la méthode de mesure est reproductible entre deux opérateurs ayant les mêmes compétences, tandis que quantifier la concordance entre les opérateurs n°1 et n°3 permet de savoir si la méthode est reproductible entre deux observateurs ayant des compétences différentes (Desquilbet, 2020a).

Pour évaluer la reproductibilité, il faut d'abord remplir le tableau 6. Cette fois-ci, la série n°1 correspond aux mesures faites par l'observateur n°1, et la série n°2 celles faites par l'observateur n°2.

Ensuite, on utilise la méthode numérique du coefficient de concordance de Lin associée à la méthode numérique de Bland et Altman, comme pour l'évaluation de la répétabilité. Cependant, l'interprétation doit être différente. On considère que les deux opérateurs donnent des valeurs concordantes si en moyenne, l'un ne surestime ou ne sous-estime pas les valeurs par rapport à l'autre opérateur de plus de X, et si la quasi-totalité des écarts (en valeur absolue) entre les deux opérateurs est inférieure à Y. Cette fois-ci, il faut vérifier les deux critères X et Y pour garantir la reproductibilité de la méthode de mesure (Desquilbet, 2020a).

iv. Évaluation de la validité

Pour pouvoir garantir qu'une méthode fournisse des valeurs correctes, il faut montrer que les résultats obtenus par celle-ci sont concordants avec les résultats obtenus par une méthode de référence : on parlera ici de validité. Deux méthodes de mesure sont concordantes si elles fournissent les mêmes résultats lorsqu'elles mesurent la même chose dans les mêmes conditions (Desquilbet, 2020a). Dans ce cas, il y a un seul et même opérateur qui utilise la méthode de référence pour faire la première série de mesures et la nouvelle méthode pour faire la deuxième série de mesures. Il y a donc encore une fois deux mesures par individu mais avec deux méthodes de mesure différentes.

Dans l'idéal, pour montrer qu'une grille d'évaluation de la douleur fournisse des valeurs correctes, il faut utiliser un outil « *gold standard* » pour l'évaluation de la douleur comme méthode de référence. Il s'agit d'un outil déjà existant chez la même espèce et ayant déjà prouvé sa validité. Cependant, chez le cochon d'Inde, il n'existe encore de grille d'évaluation de la douleur pouvant servir de méthode de référence. Dans notre étude, nous nous sommes alors référés à l'intensité de douleur supposée que ressent le cochon d'Inde en fonction de l'affection qu'il présente. Cette douleur supposée a été établie grâce aux recherches bibliographiques (Tableau 1).

Afin d'évaluer la validité d'une méthode de mesure, on calcule le coefficient de concordance Kappa car on considère l'intensité de douleur comme un caractère qualitatif ordinal. Cet indice vérifie l'intensité de l'accord « véritable » entre le résultat fourni par la méthode de mesure et la réalité. Il vise à s'affranchir de la part de hasard dans l'accord observé. Pour cela, il faut calculer la concordance observée (C_{obs}) et la concordance aléatoire (C_{al}). La concordance

observée est une proportion qui vaut la somme des effectifs concordants observés divisée par la taille de l'échantillon total. La concordance aléatoire est une proportion qui vaut la somme des effectifs concordants théoriques divisée par la taille de l'échantillon total.

La formule du coefficient de concordance Kappa est la suivante : $K = \frac{C_{obs} - C_{cal}}{C_{cal}}$. Afin de le calculer, il convient de faire un tableau à double entrée. Dans le cas de notre étude, une entrée correspond à l'intensité de douleur obtenue après utilisation de la nouvelle grille d'évaluation de la douleur, et l'autre entrée correspond à l'intensité de douleur présumée (Cohen, 1960 ; Desquilbet, 2020a).

Le coefficient Kappa est un nombre compris entre -1 et +1. Plus ce coefficient est proche de +1, plus la concordance est bonne. Le coefficient Kappa s'interprète selon la classification de Landis et Koch (1977), comme le coefficient de concordance de Lin (Tableau 7).

Il est possible de calculer le coefficient Kappa « pondéré ». La pondération linéaire permet de pénaliser tous les écarts de la même façon, tandis que la pondération quadratique pénalise moins les petits écarts de mesure que la pondération linéaire mais pénalise de façon plus importante les grands écarts de mesure (Desquilbet, 2020a). Dans le cas de la validation de la fiabilité d'une échelle d'évaluation de la douleur, on peut considérer qu'utiliser la pondération quadratique est justifié. En effet, ce sera plus délétère pour l'animal si sa douleur est estimée comme « absente » alors qu'elle est en réalité « sévère », que si elle est estimée comme « modérée ». En effet, la mise en place du traitement analgésique se rapprochera plus de la prise en charge idéale si la douleur est considérée comme « modérée ».

v. Évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité item par item

L'évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité item par item passe également par le calcul du coefficient Kappa car le score de chaque item est considéré comme un caractère qualitatif ordinal.

vi. Calcul du nombre d'individus à inclure dans l'étude

Avant de commencer l'étude de la validation d'une grille d'évaluation de la douleur, il faut connaître le nombre minimum d'individus que l'on va mesurer deux fois afin que l'étude soit suffisamment puissante statistiquement. Pour cela, il faut choisir le nombre d'individus de telle sorte que l'intervalle de confiance à 95 % du coefficient de concordance (Kappa ou Lin) soit supérieur à une valeur seuil. Selon le tableau 7, on peut fixer cette valeur seuil à 0,60, ce qui correspond à une bonne concordance.

Le nombre d'individus à inclure dans l'étude est calculé grâce à une formule comprenant cette valeur, la valeur du coefficient de Lin attendue avant de réaliser l'étude et la puissance statistique souhaitée (souvent fixée à 80 %) (Desquilbet, 2020a; Walter *et al.*, 1998). Le coefficient de Lin attendu peut être obtenu en faisant une simulation correspondant à deux séries de mesures

(soit entre deux opérateurs, soit un même opérateur à deux moments donnés) dont les écarts entre les valeurs des mesures sont plutôt importants mais restent acceptables.

vii. Évaluation de la spécificité et de la sensibilité

Afin de connaître la capacité d'une grille d'évaluation de la douleur à discriminer un animal non douloureux d'un animal douloureux, on peut calculer la sensibilité et la spécificité. La sensibilité est la probabilité que la grille indique la présence de douleur chez un individu ressentant vraiment de la douleur. La spécificité d'une grille d'évaluation de la douleur est la probabilité que celle-ci indique une absence de douleur chez un individu ne ressentant vraiment aucune douleur. Afin de les calculer, il faut une méthode de référence et remplir le tableau 8 (Desquilbet, 2020a). Ici, le caractère absent est donc l'absence de douleur et le caractère présent la présence de douleur qu'elle soit légère, modérée, sévère ou intolérable.

Tableau 8 : Présentation des données pour des calculs de sensibilité et spécificité (Desquilbet, 2020a) (VN = vrai négatif, FN = faux négatif, FP = faux positif, VP = vrai positif, TN = total négatifs, TP = total positifs)

		Méthode de référence	
		Caractère absent (-)	Caractère présent (+)
Nouvelle méthode	Caractère absent (-)	VN	FN
	Caractère présent (+)	FP	VP
Total		TN	TP

La sensibilité se calcule selon la formule : $Se = \frac{VP}{VP + FN} = \frac{VP}{TP}$.

La spécificité se calcule selon la formule : $Sp = \frac{VN}{VN + FP} = \frac{VN}{TN}$.

Ainsi, connaître les étapes de validation d'une échelle d'évaluation de la douleur a permis de mieux appréhender la création de celle-ci. L'étape suivante était donc d'établir cet outil de mesure à l'aide des données existantes dans la littérature concernant la physiologie, le comportement et la douleur chez le cochon d'Inde.

III) Physiologie, comportement et douleur chez le cochon d'Inde

Afin d'évaluer la douleur chez une espèce, il est essentiel de connaître son apparence, sa physiologie et ses comportements normaux (Gaynor et Muir, 2015).

a. Généralités

Le cochon d'Inde (*Cavia porcellus*) est un rongeur originaire d'Amérique latine appartenant à la famille des Caviidae et au sous-ordre des Caviomorphes. Il a été domestiqué 500 à 1000 ans après J.-C. Il servait alors aux Incas de nourriture, mais aussi à des rituels religieux. Il a ensuite été introduit en Europe il y a 400 ans. Aujourd'hui, c'est surtout un animal de laboratoire et de compagnie (Grobon, 2013 ; Pignon et Mayer, 2021).

Son espérance de vie est de 8 ans, mais la majorité vit 4 à 5 ans. La maturité sexuelle est atteinte à 3 mois chez le mâle et 2 mois chez la femelle (Pignon et Mayer, 2021).

b. Physiologie

i. Constantes physiologiques

La fréquence respiratoire physiologique du cochon d'Inde va de 40 à 100 mouvements par minute. La fréquence cardiaque est normalement comprise entre 240 et 310 battements par minute. Enfin, les valeurs physiologiques de la température rectale vont de 37,2°C à 39,5°C (Mayer et Mans, 2018).

ii. Physiologie digestive

Le cochon d'Inde est un herbivore et un monogastrique. Son alimentation doit être composée essentiellement de foin et de légumes verts, riches en fibres et pauvres en glucides. Lors de la digestion, qui dure 20 heures, une importante fermentation a lieu dans le cæcum, ce qui explique l'importante distension gazeuse lors de stases, avec un risque accru de translocation bactérienne. Du fait de son estomac de capacité réduite, il répartit la prise alimentaire sur toute la journée avec de multiples repas fragmentés et, ainsi, il mange dès qu'on lui offre de la nourriture appétente (friandises ou végétaux). Le cochon d'Inde ingère environ 100 à 130 g d'aliments par adulte et par jour, soit un tiers de son poids ou 6 g pour 100 g de poids vif (Fuss, 2002 ; Grobon, 2013 ; Pignon et Mayer, 2021).

Les dents du cochon d'Inde, au nombre de 20, ont une croissance continue : elles sont dites « hypsodontes ». Ceci explique les problèmes de malocclusion dentaire lors de manque de fibres dans la ration (Pignon et Mayer, 2021).

Le cochon d'Inde produit jusqu'à 150 à 200 selles par jour. À l'inverse du lapin, il ne produit qu'un seul type de selles. Celles-ci sont normalement allongées, foncées et mesurent environ 1 à 1,5 cm. Il est coprophage : il mange ses selles, directement au niveau de l'anus (Figure 20). Cependant, lors d'obésité ou de gestation, il mange plutôt les selles au sol. Cela a lieu jusqu'à plus de 100 fois par jour. C'est un comportement qui est important car, en son absence, on observe une perte de poids, un manque de digestion des fibres et une augmentation de la quantité de minéraux dans les fèces. Néanmoins, les apports nutritionnels ne sont pas encore tous identifiés : cela pourrait permettre un apport en vitamines B et K, le renouvellement de la flore bactérienne, une meilleure digestion de la cellulose et une optimisation de l'utilisation des protéines (Fuss, 2002 ; Pignon et Mayer, 2021).

Figure 20 : Coprophagie chez un cochon d'Inde (crédit photo : EnvA)



La prise de boisson quotidienne est de l'ordre de 100 mL/kg lors de ration ménagère, c'est-à-dire non composée uniquement de granulés (Pignon et Mayer, 2021).

L'absence d'enzyme L-gulonolactone oxydase chez le cobaye ne lui permet pas de synthétiser la vitamine C. Son alimentation doit donc en être complétée, pour éviter une carence et ses conséquences (Partie 1, IV) (Pignon et Mayer, 2021).

c. Comportement

Le cochon d'Inde vit en petite colonie de 5 à 10 individus centrée sur un mâle reproducteur. Dans son environnement naturel, il reste principalement dans des tanières. En captivité, il a besoin d'un abri pour se sentir en sécurité et se reposer (Pignon et Mayer, 2021). C'est une espèce diurne qui s'alimente surtout à l'aube et au crépuscule (Huerkamp *et al.*, 1996).

C'est aussi une espèce sociale qui, normalement, recherche le contact avec les autres cochons d'Inde quand ils ont été élevés ensemble. Les cochons d'Inde restent la plupart du temps

les uns à côté des autres. En effet, un cochon d'Inde passe environ 31 % de son temps blotti contre un autre congénère (Fuchs, 1980). Toutefois, il y a peu de toilettage mutuel entre les individus. Les comportements intra-spécifiques sont surtout des regroupements lors des repas ou des déplacements, des parades sexuelles, mais aussi des agressions comme des coups de tête ou des morsures (Figure 21) (Fuchs, 1980 ; Grobon, 2013 ; Pignon et Mayer, 2021).

Figure 21 : Regroupement lors du repas (crédit photo : Zoidy, de.wikipedia.org)



Le cochon d'Inde produit beaucoup de vocalises différentes qui ont des significations diverses. 12 sons sont décrits : gloussissement, ronronnement, bruit, sifflement long, couinement, cri, piaaillement, gargouillement, *drr*, grondement, claquement de dents, gémississement. Chacun a sa signification. Il produit également de nombreux comportements propres à l'espèce lors de situations différentes ; par exemple, un sursaut peut traduire l'excitation mais aussi la peur (Berryman, 1976 ; Grobon, 2013).

Quand un cochon d'Inde est examiné lors d'une consultation vétérinaire, il ne bouge en général pas sur la table d'examen. Souvent, lorsqu'il a peur, il s'immobilise totalement, mais parfois certains cochons d'Inde cherchent plutôt à fuir (Pignon et Mayer, 2021).

Le budget-temps du cochon d'Inde est composé majoritairement du repos (46 %) et de l'alimentation (42 %) (Figure 22). Ce budget-temps est à peu près équivalent chez le mâle et la femelle, cependant la femelle passe plus de temps à se reposer et moins de temps à s'alimenter que le mâle. Lorsqu'il est détendu, le cochon d'Inde adopte une posture de repos : allongé sur le flanc, les pattes étendues, ou sur le ventre, les pattes repliées sous lui. Il est fréquent qu'il s'étire après la période de repos. Le toilettage représente normalement 4,3 % de l'activité sur 24h (Figures 22 et 23) (Fuchs, 1980 ; Grobon, 2013).

Le cochon d'Inde se déplace en marchant ou en courant, sans sauter. Ces actions ne sont pas négligeables dans son budget-temps, car elles représentent 6,5 % de son activité journalière. C'est un animal qui, en bonne santé, explore son environnement (Fuchs, 1980).

Figure 22 : Répartition des activités du cochon d'Inde sur 24h. Dans ce graphique, les « interactions » ne comprennent pas le repos contre un congénère ou le toilettage mutuel, ce qui explique sa faible importance ici. (Fuchs, 1980)

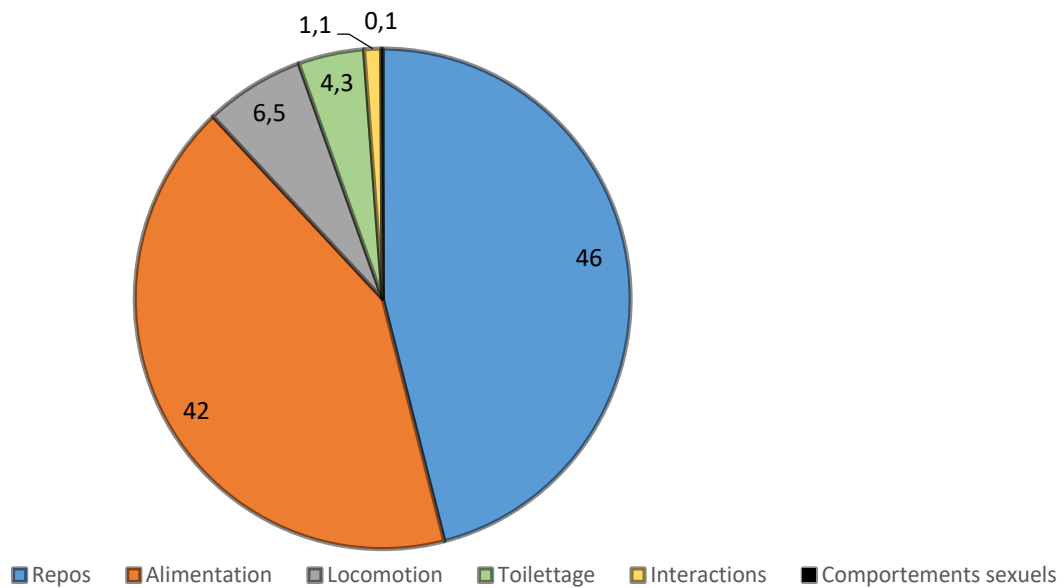


Figure 23 : Posture de repos (gauche) et comportement de toilettage (droite) (crédits photos : [instagram.com/guineapigsadventures](https://www.instagram.com/guineapigsadventures) (gauche) et EnvA (droite))



d. Signes de douleur

Il existe peu d'études sur la douleur chez le cochon d'Inde, notre étude reposera donc souvent sur les études existant chez le lapin et chez les autres rongeurs, tels que le rat et la souris. On peut retenir deux types de comportements à observer : ceux dont la fréquence diminue (appétit, émission de selles...) et ceux dont la fréquence augmente (dos voûté, boiterie...) (Roughan et Flecknell, 2003).

i. Activité et apparence

L'absence de certains comportements normaux indique une douleur. Ainsi, la perte d'appétit, la diminution de l'attention, de la mobilité et du toilettage sont des signes de douleur, qui ont pour conséquence un mauvais état général de l'animal (Thompson, 2014).

Un animal douloureux n'explore pas son environnement et diminue ses activités, car un déplacement peut entraîner une douleur additionnelle. Cette diminution de la mobilité peut se manifester par une diminution de la marche avec ou sans boiterie. De plus, le cochon d'Inde renifle moins son environnement. De ce fait, il augmente son temps passé à dormir mais il peut aussi être réticent à vraiment se coucher. Cependant, la mobilité est essentielle, car elle permet une meilleure cicatrisation et limite l'inflammation. Un animal immobile est sujet à l'atrophie musculaire, aux escarres et aux souillures par les urines ou les fèces. Néanmoins, la léthargie n'est pas un signe spécifique de douleur (Flecknell, 1998 ; Miller et Richardson, 2011 ; Thompson, 2014 ; Gaynor et Muir, 2015).

Le comportement de toilettage est aussi altéré lors de douleur. L'animal peut se toiletter excessivement voire s'automutiler s'il se mord ou se gratte au niveau de la région douloureuse. On remarque alors une zone alopecique et érythémateuse, voire de véritables lésions cutanées (Thompson, 2014). Inversement, un cochon d'Inde douloureux peut diminuer le temps passé à se toiletter : l'aspect du pelage se dégrade alors et celui-ci devient ébouriffé et gras (Figure 24). Néanmoins, certains soupçonnent qu'un stress prolongé entraîne une augmentation des sécrétions sébacées et donc un pelage d'aspect similaire. Une piloérection est possible. On peut par conséquent observer aussi des sécrétions oculaires et nasales plus abondantes que la normale (Flecknell, 1998 ; Miller et Richardson, 2011 ; Oliver *et al.*, 2017).

Figure 24 : Aspect du pelage d'un cochon d'Inde ayant diminué sa fréquence de toilette suite à une douleur (crédit photo : EnvA)



D'autres comportements fréquents, comme le fait de se secouer la tête ou le corps, ne sont pas du tout spécifiques de la douleur, car ils peuvent traduire également de l'irritation, un soulagement ou même du bien-être. Il n'est donc pas envisageable de les prendre en compte dans l'évaluation de la douleur (Keating *et al.*, 2012 ; Grobon, 2013).

Un cochon d'Inde qui ressent de la douleur, surtout abdominale, peut adopter une position particulière : il a le dos voûté et n'appuie plus son abdomen contre le sol pour se soulager (Figure 25). Un changement d'appui régulier d'une patte à l'autre signe un inconfort. Dans l'étude de Dunbar *et al.* (2016), des mouvements subtils de la peau ont été observés lors de douleur chirurgicale : il s'agit d'un ensemble de contractions musculaires superficielles transitoires sur tout le corps, visibles lorsque l'animal est stationnaire. Ces réactions ont été observées 2h et 8h après la chirurgie et non à 24h ; ils sont donc indicateurs d'une douleur très intense. Il est aussi possible de distinguer ces contractions localisées au niveau de l'abdomen (Dunbar *et al.*, 2016 ; Miller et Richardson, 2011).

Figure 25 : Cochons d'Inde ayant le dos voûté (crédit photo : gauche : Rongeurs.net ; droite : EnvA)



Les modifications d'expression faciale ont récemment été évaluées chez le rat et la souris et se sont montrées être des indicateurs précis, répétables et valides pour identifier la douleur. Ces changements ont ensuite été démontrés chez d'autres espèces (lapin, furet, cheval...) (Keating *et al.*, 2012 ; Costa *et al.*, 2014 ; Reijgwart *et al.*, 2017). Il paraît donc envisageable d'utiliser aussi les grimaces faciales comme indicateurs de la douleur chez le cochon d'Inde. Or, dans une étude de Leach *et al.* (2011), suite à une ovariectomie, il ressort que plus l'évaluateur passe du temps à regarder la tête d'un lapin pour en évaluer les expressions, moins il arrive à évaluer correctement la douleur. Il est donc important de ne pas se baser uniquement sur les expressions faciales, mais d'inclure l'observation d'autres parties du corps, de comportements et de paramètres physiologiques lors de l'évaluation de la douleur (Leach *et al.*, 2011). Il a été souvent constaté qu'un cochon d'Inde douloureux semble regarder dans le vide, a les yeux ternes ou exorbités et ses paupières peuvent être partiellement fermées (Figure 26) (Bays, 2008). Toutefois, il n'existe pas encore d'étude s'intéressant aux expressions faciales du cochon d'Inde lors de douleur. On peut juste supposer que certains signes sont similaires à ceux des autres rongeurs.

Figure 26 : Expression faciale d'un cochon d'Inde pouvant être douloureux (crédit photo : Getty)



Tout d'abord, chez le rat, la souris et le lapin, on observe une fermeture des paupières avec un pli qui se forme autour de l'œil lorsque l'animal est douloureux (Figure 27). Les moustaches se rassemblent pour former une « touffe » et deviennent plus droites en perdant leur inclinaison naturelle vers le bas. Il faut donc s'attendre à retrouver ces mêmes signes chez le cochon d'Inde. En revanche, l'orientation des moustaches et des oreilles diffèrent totalement entre ces espèces : par exemple, chez la souris, les oreilles se courbent vers l'extérieur et s'inclinent vers l'arrière, tandis que chez le rat, elles se courbent vers l'intérieur et s'inclinent vers l'avant. De plus, au niveau du nez, on remarque chez la souris un renflement avec des plis verticaux, tandis que chez le rat il s'agit d'un aplatissement avec un creux se formant au niveau des joues (Langford *et al.*, 2010 ; Sotocinal *et al.*, 2011 ; Keating *et al.*, 2012). Ainsi, il faudrait des observations plus précises chez le cochon d'Inde, qui a une anatomie de la tête différente de la souris et du rat, pour déterminer l'inclinaison des moustaches et des oreilles, et les changements de forme au niveau du nez et des joues lors de douleur. La dilatation des pupilles est observée chez le lapin douloureux et peut également être un élément à rechercher chez le cochon d'Inde (Banchi *et al.*, 2020).

Figure 27 : Expressions faciales d'un rat (gauche) et d'une souris (droite) ayant une douleur intense (crédit photo : Langford *et al.*, 2010 (gauche) ; Sotocinal *et al.*, 2011 (droite))



ii. Signes physiologiques

Les paramètres physiologiques (fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, température, poids) sont objectifs, quantitatifs et faciles à mesurer. Ils se sont montrés être de bons indicateurs de douleur dans de nombreuses espèces (Gleeson *et al.*, 2016).

L'augmentation des paramètres cardio-vasculaires est observée lors de douleur. Le paramètre le plus facilement accessible est l'élévation de la fréquence cardiaque, mais une fréquence trop élevée peut être compliquée à mesurer. Ensuite, il a été montré chez le lapin que l'augmentation des pressions artérielles moyenne et systolique est associée à une douleur. Une étude menée en 2016 par Gleeson *et al.* a montré que, sur 6 cochons d'Inde ayant subi une orchidectomie sans traitement analgésique, la moyenne des fréquences cardiaques était passée de 270 à 294 battements par minute avant et après chirurgie (Keating *et al.*, 2012 ; Gleeson *et al.*, 2016 ; Banchi *et al.*, 2020).

La douleur entraîne aussi une augmentation de la fréquence respiratoire et une modification de la courbe respiratoire avec possiblement l'apparition d'une dyspnée lors de douleur intense (Gleeson *et al.*, 2016 ; Banchi *et al.*, 2020).

L'augmentation de la température corporelle a aussi été associée à la présence de douleur. L'étude de Gleeson *et al.* (2016) a montré une augmentation de la température rectale pour 6 cochons d'Inde après la chirurgie, lorsque ceux-ci n'ont pas reçu pas d'analgésie. En effet, la moyenne des températures était passée de 38,3°C à 39,1°C.

Le poids est un paramètre physiologique également fondamental à mesurer car une petite variation peut être en réalité importante chez ces animaux qui pèsent moins de 2 kg. De plus, c'est un bon indicateur pour reconnaître les signes de stase avant l'apparition de signes cliniques. Il est donc nécessaire de régulièrement peser l'animal, surtout lors d'hospitalisation ou de la présence d'une affection. Lors de douleur chronique, on observe donc une perte de poids, qui peut survenir assez tôt, même lors de douleur aigue, dès lors que l'animal s'alimente moins. L'étude de Gleeson *et al.* a montré que la moyenne des poids était significativement différente 12h avant (1,07 kg) et 12h après (1,03 kg) l'intervention chirurgicale (Hawkins, 2006 ; Gleeson *et al.*, 2016).

La variation de ces paramètres peut également être due au stress ou à une maladie telle qu'une cardiopathie : leur augmentation seule n'est pas spécifique d'une douleur. Ainsi, la fréquence respiratoire doit être prise à distance, quand le cochon d'Inde est encore dans sa cage, pour éviter le stress induit lors de la manipulation (Miller et Richardson, 2011 ; Keating *et al.*, 2012 ; Gleeson *et al.*, 2016 ; Banchi *et al.*, 2020).

iii. Signes fonctionnels

Il a été montré que la consommation de nourriture diminue significativement en post-opératoire, surtout lorsque le cochon d'Inde ne reçoit pas d'analgésie. Cependant, la dysorexie ou l'anorexie serait un signe de douleur sévère, car le cochon d'Inde est normalement extrêmement motivé par la nourriture (Dunbar *et al.*, 2016 ; Gleeson *et al.*, 2016). Chez certains rongeurs comme le rat, on note parfois une polyphagie où l'animal mange sa litière. Aucune étude n'évoque ce comportement chez le cochon d'Inde (Kohn *et al.*, 2007).

De même, la douleur est associée à une diminution de la prise de boisson. Elle peut être due à des difficultés à se déplacer jusqu'à la source d'eau ou à des douleurs musculo-squelettiques orales. À l'inverse, une polydipsie est évoquée pour certains rongeurs douloureux, mais semble être un comportement plus rare (Flecknell, 1998 ; Della Rocca *et al.*, 2015 ; Gleeson *et al.*, 2016).

Néanmoins, le cochon d'Inde, comme le lapin, peut sembler passer plus de temps à se nourrir ou à boire, surtout en cas de maladie dentaire ou gastro-intestinale. Cela est en fait dû à des difficultés à mastiquer. En réalité, il n'arrive pas à ingérer des quantités suffisantes pour couvrir ses besoins énergétiques. On peut aussi observer une sélection des aliments plus facile à mastiquer (Flecknell, 1998).

Associée à la dysorexie voire à l'anorexie, la douleur entraîne en général une diminution de production de selles, avec une diminution de la taille de celles-ci et parfois un changement de consistance (selles plus molles ou plus sèches). C'est le signe d'une stase gastro-intestinale qui est une urgence vitale chez le cochon d'Inde. On remarque aussi une diminution de la coprophagie, liée à cette diminution de production de selles ou aux difficultés à se mouvoir lors de douleurs importantes. Toutefois, aucune diminution significative de la production de selles n'a été notée dans les 48h post-opératoires dans l'étude de Gleeson *et al.* (2016), ce qui suggère que l'apport d'une fluidothérapie préventive limite les états de stase, mais il est aussi possible que cette variation n'apparaisse que plus tardivement lors d'état douloureux (Hawkins, 2006 ; Thompson, 2014 ; Gleeson *et al.*, 2016).

iv. Comportements sociaux et interactions

Lorsqu'il est douloureux, le cochon d'Inde est moins mobile et, par conséquent, a moins d'interactions avec les congénères lorsqu'il vit en groupe. Il peut s'isoler et rester dans un coin de la cage ou se cacher dans un abri ou sous le râtelier à foin. Certains peuvent aussi se montrer agressifs envers leurs partenaires et refuser toute interaction (Miller et Richardson, 2011 ; Thompson, 2014).

Les interactions avec les humains sont aussi diminuées en cas de douleur. Une diminution de la réponse aux caresses et de l'attention portée à son propriétaire a été remarquée lorsque l'animal est douloureux à la maison. En général, un cochon d'Inde douloureux, pris dans les mains, cherche à fuir et se débat ou, si la douleur est trop intense, il reste immobile voire léthargique. Les réactions agressives peuvent également avoir lieu envers l'humain, mais sont beaucoup plus rares. Le cochon d'Inde donne alors des coups de tête ou mord quand on approche la main ou qu'on le manipule, dans le but de défendre la zone douloureuse (Flecknell, 1998 ; Hawkins, 2006 ; Lichtenberger et Ko, 2007 ; Miller et Richardson, 2011).

Un cochon d'Inde fait normalement de très fortes vocalises lorsqu'il est manipulé, surtout à la palpation. Néanmoins, les cris sont l'un des comportements les plus compliqués à interpréter. Ils peuvent être la conséquence d'une dysphorie s'il y a eu une anesthésie et l'administration d'opioïdes, ou alors d'anxiété ou de peur. Les vétérinaires l'associent parfois à tort à une douleur intense, alors qu'une douleur extrême rend plutôt un cochon d'Inde immobile et silencieux, contrairement à d'autres espèces (Flecknell, 1998 ; Miller et Richardson, 2011 ; Mathews *et al.*, 2014). Certains suspectent que le pattern de vocalises change lors de douleur et que certaines vocalisations traduiraient une détresse ou une douleur, comme les cris (Berryman, 1976 ; Grobon, 2013 ; McLeod, 2013).

Il est donc important de palper la zone supposée douloureuse, car la réaction à cette manipulation est une indication non négligeable sur l'intensité de la douleur ressentie par le cochon d'Inde. Cette réponse à la palpation est directe, qualitative et sensible. C'est une réponse à un stimulus mécanique qui n'est normalement pas douloureux, mais qui le devient lors de lésion. La réaction peut donc être, comme vu précédemment, une fuite, de l'agressivité, des vocalises ou, dans le cas d'une douleur extrême, une absence totale de réponse (Gleeson *et al.*, 2016 ; Banchi *et al.*, 2020).

IV) Affections fréquentes et douleur chez le cochon d'Inde

Certaines affections fréquemment rencontrées chez le cochon d'Inde peuvent être à l'origine de douleur d'intensité variable. Il convient de connaître ces affections, les signes cliniques associés et leurs conséquences, afin de mieux appréhender l'évaluation et la prise en charge de la douleur. Cependant, il n'existe pas, chez le cochon d'Inde, d'étude permettant d'associer une intensité de douleur à chaque affection couramment rencontrée.

a. Affections gastro-intestinales

Les maladies dentaires chez le cochon d'Inde sont courantes. D'après une étude rétrospective menée sur 1000 cas présentés dans une clinique vétérinaire entre janvier 2008 et août 2013, elles représentent la première affection rencontrée chez le cochon d'Inde, avec une incidence de 36,3 % (Minarikova *et al.*, 2015). Elles résultent d'un défaut d'usure dû à un manque de fibres dans la ration, d'un déficit de vitamine C, d'une infection ou d'un traumatisme qui peuvent générer une malocclusion. Les douleurs dentaires associées sont à l'origine de difficultés de mastication et donc d'une dysorexie voire d'une anorexie (Pignon et Mayer, 2021).

**Figure 28 : Malocclusion dentaire sévère chez un cochon d'Inde
(crédit photo : O'Rourke, 2004)**



L'hypomotilité intestinale, aussi appelée stase, peut être primaire lorsqu'il y a un manque de fibres dans la ration ou secondaire à une autre maladie qui provoque de la douleur, de l'anorexie ou de la déshydratation, par exemple. C'est la principale affection du tractus gastro-intestinal rencontrée en consultation. On observe alors une diminution, voire une absence de fèces, une anorexie, un bruxisme et une distension de l'estomac ou du cæcum. L'accumulation de gaz dans le tractus digestif qui s'ensuit entraîne un risque de mort important pour le cochon d'Inde. Toute distension d'organe creux comme l'estomac ou les intestins est associée à une douleur modérée à sévère (Tableau 1). La gestion de la douleur est donc une composante essentielle de la thérapie (Minarikova *et al.*, 2015 ; Pignon et Mayer, 2021).

Figure 29 : Radiographies de stase gastro-intestinale chez un cochon d'Inde (A : vue latérale ; B : vue ventro-dorsale). On notera l'importante quantité de gaz dans l'estomac et dans le cæcum (crédit photo : (Pignon et Mayer, 2021))



La dilatation de l'estomac par du gaz et du liquide peut entraîner une rotation de celui-ci autour de l'axe mésentérique, appelée volvulus. C'est un syndrome aigu généralement fatal. L'incidence de cette affection n'est pas négligeable, car, dans l'étude rétrospective de Minarikova *et al.* (2015), 26 % des cochons d'Inde avec une maladie gastro-intestinale présentaient une dilatation associée à un volvulus. Les dilatations gastriques isolées semblent plus rares (7,6 %). L'utilisation d'opioïdes est recommandée du fait de la douleur sévère en général exprimée par l'animal. Celui-ci montre soudainement une dépression, une absence de mobilité et d'appétit, une distension abdominale et, parfois, meurt brutalement. Le pronostic est sombre : la chirurgie est le traitement de choix et seulement 25 % des cochons d'Inde survivent après l'intervention (Fuss, 2002 ; Pignon et Mayer, 2021).

Les autres affections gastro-intestinales sont plus rares et se rencontrent surtout chez les jeunes et les immunodéprimés. Ce sont d'une part les diarrhées et les entérites dues le plus souvent à des bactéries comme *Clostridium spp.*, *Salmonella typhimurium* ou *enteritidis*, des parasites gastro-intestinaux comme *Eimeria Caiviae* ou des cryptosporidies. Il existe d'autre part des dysbioses et des entérotoxémies liées à l'utilisation d'antibiotiques, à un changement alimentaire, à une intoxication ou à un stress. Ces maladies se traduisent, la plupart du temps, en plus des symptômes digestifs, par une anorexie, une léthargie et une déshydratation et peuvent entraîner une mort aiguë (Harkness *et al.*, 2010 ; Pignon et Mayer, 2021).

b. Troubles dermatologiques

Les maladies dermatologiques sont le deuxième motif de consultation le plus fréquent chez le cochon d'Inde. Dans l'étude rétrospective de Minarikova *et al.* (2016), les problèmes dermatologiques représentaient 33,1 % des consultations.

Généralement, il s'agit d'affections qui ne sont pas douloureuses. On rencontre très fréquemment chez le jeune des dermatoses parasitaires comme la dermatophytose à *Chirodiscoïdes caviae* ou des alopecies d'origine hormonale ou dues à des carences. Toutefois l'intense prurit provoqué par certains ectoparasites peut être à l'origine de douleur avec l'apparition de plaies (Pignon et Mayer, 2021).

Les pododermatites sont des inflammations de la face palmaire ou plantaire des pattes caractérisées par un érythème, des granulomes ou une ulcération. Dans les cas les plus graves, il peut y avoir une infection des tendons, des articulations et des os (Figure 30). Cette affection très commune est due aux irritations provoquées par une litière inadaptée, c'est-à-dire trop abrasive ou souillée. L'analgésie est une partie importante du traitement, pour que l'animal puisse retrouver une mobilité normale (Pignon et Mayer, 2021).

Figure 30 : Pododermatite sur le membre antérieur (A) et sur les deux postérieurs (B) chez un cochon d'Inde (crédit photo : Pignon et Mayer, 2021)



Les tumeurs de la peau chez le cochon d'Inde sont en général bénignes et rencontrées chez l'animal de plus de deux ans. Il s'agit le plus souvent de trichofolliculomes. En revanche, les tumeurs des glandes mammaires, qui ne sont pas rares et présentes surtout chez le mâle, sont majoritairement des tumeurs malignes comme des adénocarcinomes. Il ne faut pas négliger la douleur, légère à modérée, qui peut être induite par la présence de ces tumeurs superficielles et de leur exérèse (Tableau 1) (Minarikova *et al.*, 2015 ; Pignon et Mayer, 2021).

c. Maladies de la reproduction

Les affections du système reproducteur représentent le troisième type de maladies rencontrées en consultation. Parmi elles, les kystes ovariens sont les lésions les plus communes, surtout chez les femelles âgées. Ils sont souvent associés à d'autres affections, tels que des léiomyomes utérins, des tumeurs de la granulosa, une hyperplasie kystique de l'endomètre ou une endométrite. On distingue les kystes folliculaires, hormonodépendants, des kystes séreux. Lors de la présence d'un kyste séreux, il n'y a souvent pas de signe clinique. Cependant, si un kyste est trop volumineux, il comprime les organes abdominaux, ce qui peut être très douloureux. Le cochon d'Inde est en général présenté pour anorexie et léthargie. Les kystes folliculaires sont associés à une alopecie symétrique des flancs et à une hyperkératose des mamelles (Minarikova *et al.*, 2015 ; Pignon et Mayer, 2021).

Parmi les néoplasies de l'utérus et des ovaires, les léiomyomes sont le plus fréquemment rencontrés. Ils entraînent des écoulements hémorragiques, une distension abdominale, une masse abdominale et de la douleur déclenchée à la palpation (Pignon et Mayer, 2021).

Le cochon d'Inde est plus prédisposé à la dystocie que les autres rongeurs ou le lapin, à cause, entre autres, de la grande taille des petits et du canal pelvien qui est étroit. Le plus souvent, elle a lieu chez les femelles entre 8 et 12 mois (Pignon et Mayer, 2021). Les dystocies sont en général associées à une douleur sévère (Tableau 1).

Les autres affections rencontrées chez la femelle sont les endométrites et les pyomètres. Chez le mâle, les infections et les inflammations du scrotum ne sont pas rares (Pignon et Mayer, 2021).

d. Maladies ophtalmologiques

Les affections ophtalmologiques sont courantes en consultation. Il s'agissait de 15 % des motifs de consultations parmi les cochons d'Inde présentés en clinique entre janvier 2008 et août 2013 dans l'étude de Minarikova *et al.* (2015). Une étude rétrospective menée au ChuvA entre 2010 et 2020 a montré que les affections les plus couramment rencontrées étaient, par ordre décroissant : la kératite, la conjonctivite, la cataracte, l'exophtalmie et les dépôts lipidocalciques (Castro, 2021). Ces maladies ophtalmologiques, en fonction de leur importance, peuvent être indolores ou entraîner des douleurs très variables, d'intensité faible à sévère (Tableau 1).

e. Maladies du tractus urinaire

La présence d'urolithiases est très commune chez le cochon d'Inde. Toutefois, leur étiopathogénie n'est pas claire. Les calculs sont retrouvés plus fréquemment chez les femelles de plus de deux ans. Plus de 90 % des calculs sont des carbonates de calcium le plus souvent situés dans la vessie, dans l'urètre au niveau de l'orifice urétral et dans les uretères. Les signes cliniques et la douleur associée dépendent de cette localisation. Les troubles urinaires comme l'hématurie ou la strangurie ne sont parfois pas visibles lors d'obstruction haute. L'existence de calculs provoque souvent une douleur modérée à sévère responsable de signes cliniques tels que l'anorexie, un dos voûté ou une léthargie (Tableau 1) (Pignon et Mayer, 2021).

Les cystites et autres infections du tractus sont souvent concomitantes à la présence d'urolithiases. La bactérie la plus souvent en cause est *Corynebacterium renale*. La prévention de ce genre d'affection repose sur l'augmentation de la prise de boisson et la réduction de la quantité de calcium dans la ration (Pignon et Mayer, 2021a).

f. Troubles musculo-squelettiques

Les carences en vitamine C sont très fréquentes chez le cochon d'Inde lorsque l'alimentation n'en est pas complétée. Cela entraîne une diminution du taux de collagène de type IV, de laminine et d'élastine nécessaires à l'intégrité des vaisseaux sanguins, des articulations et des gencives. Par conséquent, lors de carence, l'animal peut présenter des malocclusions dentaires, des hémorragies gingivales, des fractures et des hémorragies. Ces affections sont à l'origine de douleur très importante. Le cochon d'Inde est souvent amené en consultation pour anorexie, parésie ou boiterie (Pignon et Mayer, 2021).

Les arthrites représentent la majorité des affections du squelette chez le cochon d'Inde. Elles peuvent être primaires ou secondaires aux pododermatites, à l'obésité ou à des carences en vitamine C, par exemple. Les arthrites sont associées à une douleur sévère (Tableau 1) (Pignon et Mayer, 2021).

L'ostéodystrophie fibreuse atteint jusqu'à 30 % des cochons d'Inde au pelage « satin ». Elle peut avoir pour cause une hyperparathyroïdie ou une ration déséquilibrée. Elle se manifeste par un ptyalisme dû à un élargissement de la mâchoire, une anorexie, une léthargie. Le cochon d'Inde exprime alors une douleur déclenchée à la palpation des membres et des articulations et une boiterie. La gestion de la douleur et l'utilisation d'anti-inflammatoires est primordiale dans le traitement de cette affection (Pignon et Mayer, 2021).

g. Maladies respiratoires

Le cochon d'Inde a un thorax petit par rapport à son corps. Ainsi, il est très sensible aux polluants et aux infections respiratoires. L'entretien et le choix de la litière sont donc essentiels pour limiter, entre autres, les aérosols. Les signes cliniques observés lors d'atteinte respiratoire peuvent être une tachypnée, une dyspnée, une augmentation des bruits respiratoires, de la toux, une anorexie, une perte de poids, des éternuements, une léthargie et un mauvais état général. Les maladies respiratoires ne sont pas à elles seules responsables de douleurs intenses mais peuvent être associées à des affections à l'origine d'un état douloureux. Par exemple, la maladie avec la plus forte prévalence est la pneumonie dont l'agent majoritaire est *Bordetella Bronchiseptica*. Cette bactérie cause aussi des otites moyennes, des encéphalites, des métrites ou des avortements, entraînant des douleurs modérées à intolérables (Tableau 1) (Minarikova *et al.*, 2015; Pignon et Mayer, 2021).

h. Maladies neurologiques

Les otites moyennes et internes sont la plupart du temps la conséquence d'une infection ascendante chez le cochon d'Inde. Elles restent souvent subcliniques, dans près de 90 % des cas (Minarikova *et al.*, 2015). Cependant, elles peuvent entraîner une paralysie du nerf facial avec de l'ataxie, une marche en rond et un torticolis. Dans ce cas, une analgésie adaptée est primordiale pour le traitement, car la douleur peut être sévère (Tableau 1) (Pignon et Mayer, 2021).

Les autres maladies neurologiques ne sont pas fréquemment diagnostiquées chez le cochon d'Inde.

i. Maladies cardiovasculaires

Le diagnostic de maladie cardiovasculaire est rare chez le cochon d'Inde. Les cardiopathies représentaient seulement 1,2 % des cas de l'étude rétrospective de Minarikova *et al.* (2015). Le pronostic d'une telle affection est très sombre, les cochons d'Inde atteints meurent en moyenne 3 mois après le diagnostic (Minarikova *et al.*, 2015; Pignon et Mayer, 2021).

j. Maladies endocriniennes

Les maladies endocriniennes, dont les plus courantes sont l'hyperthyroïdie et l'insulinome, sont plutôt rares et à l'origine d'une perte de poids et de changements comportementaux sans présence de douleur (Pignon et Mayer, 2021).

k. Autres maladies courantes

La lymphadénite cervicale est une pathologie fréquente due à *Streptococcus zooepidermicus* qui envahit les nœuds lymphatiques cervicaux, suite à un trauma au niveau de la bouche ou des cavités nasales, comme par exemple lors de maladie dentaire. On observe alors l'apparition d'un abcès, à l'origine d'une douleur modérée (Tableau 1) (Dorcias P O'Rourke, 2004 ; Pignon et Mayer, 2021).

Le lymphome est une tumeur commune chez le cochon d'Inde, maligne avec un pronostic réservé. Il entraîne une anorexie, une léthargie, la présence d'un poil piqué et une lymphadénopathie périphérique. Le lien entre la présence d'un lymphome et la douleur n'est pas clairement établi dans les autres espèces (Pignon et Mayer, 2021).

Ainsi, l'analgésie fait partie intégrante du traitement de la plupart de ces affections. Il est donc important que le vétérinaire puisse évaluer de manière objective la douleur du cochon d'Inde qu'il prend en charge. Notre étude avait alors pour but de créer et de valider cette outil de mesure pour optimiser la gestion de la douleur en contexte clinique chez cette espèce.

Partie 2 - Partie expérimentale : Mise en place du protocole et validation d'une grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde

L'objectif de l'étude était de créer une grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde pour un usage clinique à partir des données disponibles dans la littérature, puis de montrer la fiabilité de cet outil en testant sa répétabilité, sa reproductibilité et sa validité.

I) Élaboration de la grille d'évaluation « Dolocavy »

a. Choix des critères composant la grille

L'élaboration de cette grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde a débuté par le choix des critères la composant. Les recherches bibliographiques précédentes ont permis de définir les signes exprimés par le cochon d'Inde lorsqu'il est douloureux. Parmi eux, nous avons choisi les signes facilement observables en nous basant sur des grilles préexistantes. Étant donné qu'il n'existe pas encore de grille multiparamétrique chez le cochon d'Inde ou chez d'autres rongeurs, nous nous sommes appuyés sur celles récemment élaborées chez le lapin tout en prenant compte des signes de douleur spécifiques au cochon d'Inde. Les grilles qui nous ont aidés pour l'élaboration de la nôtre sont celles de Banchi *et al.*, validée en 2020 et celle établie par Claire Vincent en 2020 au cours de sa thèse de médecine vétérinaire (grille Dolorabbit).

Nous avons regroupé ces différents items selon quatre composantes. Premièrement, la composante apparence comprend la posture, l'aspect du poil, des yeux et des orifices naturels, la présence ou l'absence de zone de prurit ou d'alopécie, la présence ou l'absence de tremblements ou de mouvements spasmodiques et l'expression faciale. Deuxièmement, la composante fonctionnelle se compose des signes digestifs, c'est-à-dire de l'appétit et de la production de selles. Ensuite, la composante physiologique regroupe les paramètres physiologiques tels que la courbe respiratoire, la fréquence respiratoire et la fréquence cardiaque. Enfin, la composante comportementale contient les critères relatifs à l'activité et la vigilance, au comportement interactif et à la réaction à la manipulation et à la palpation.

i. Composante apparence

Cette composante comprend cinq items concernant l'aspect du cochon d'Inde observables à distance.

- **Posture** : Un cochon d'Inde douloureux ne reste pas en position de repos. Il se met en boule, les membres sous lui et reste prostré. Pour des douleurs très intenses, il peut changer ses aplombs en soulevant son abdomen du sol et en courbant son dos, mais aussi en transférant son poids d'un membre à l'autre afin de se soulager. Nous avons choisi de diviser cet item en deux : la position d'un côté et les aplombs de l'autre.

- **Aspect du poil, des yeux et des orifices naturels** : La diminution de l'activité de toilettage est fréquemment observée lors de douleur. Or il est plus aisé d'en observer les conséquences : plus la douleur est importante et dure dans le temps, plus le poil, les yeux et les orifices naturels du cochon d'Inde deviennent souillés.

- **Zone de prurit / d'alopecie** : Des zones particulièrement douloureuses peuvent être sujettes à l'automutilation : le cochon d'Inde se mord et se lèche excessivement une ou plusieurs zones, ce qui peut aller jusqu'à provoquer une alopecie voire un érythème. Cet item s'observe soit directement en constatant une zone où les poils sont arrachés, soit en étant témoin du toilettage répété voire d'un arrachage de poils d'une zone particulière. Cet item n'est pas univoque car il peut aussi être la conséquence d'un prurit intense.

- **Tremblements / mouvements spasmodiques** : Des contractions musculaires entraînant des mouvements subtils des poils et de la peau au niveau du dos et des flancs signent une douleur importante chez le cochon d'Inde. Ils peuvent être localisés, apparaître ponctuellement ou, lors de douleur très intense, être généralisés et très fréquents voire permanents.

- **Expression faciale** : Cet item est basé sur les expressions faciales rencontrées chez le rat, la souris et le lapin lors d'évaluation de la douleur. Les signes communs chez ces espèces sont la fermeture des paupières avec un pli autour de l'œil et des vibrisses regroupées, qui perdent leur courbure. Nous n'avons pas retenu les signes qui diffèrent entre les espèces.

ii. Composante fonctionnelle

Cette composante comprend deux items reflétant le fonctionnement du système digestif : l'appétit et la production de selles.

- **Appétit** : La dysorexie voire l'anorexie est un signe de douleur très important à prendre en compte chez le cochon d'Inde. Dans l'idéal, il faudrait pouvoir quantifier le volume de nourriture ingéré depuis les dernières 24 heures, afin de connaître quelle portion de la ration a été mangée par l'animal.

- **Production de selles** : La douleur entraîne la plupart du temps une diminution de la production des selles associée à une diminution de la taille de celles-ci. On remarque souvent un changement de consistance : elles deviennent en général plus sèches s'il y a une stase mais on peut aussi observer des selles molles lors de douleur. La moyenne de production étant de 150 selles sur 24h, nous avons considéré ici que la production de selles était diminuée lorsque celle-ci était inférieure à 120 selles sur 24h, ou que le propriétaire avait tout simplement remarqué une diminution par rapport à d'habitude.

iii. Composante physiologique

Cette composante regroupe les paramètres physiologiques qui sont susceptibles d'être altérés lors de la présence de douleur.

- **Courbe respiratoire** : Une douleur peut entraîner des modifications de la courbe respiratoire, comme l'apparition d'une dyspnée avec ou sans discordance.

- **Fréquence respiratoire** : La fréquence respiratoire est augmentée lorsqu'un animal est douloureux. Nous avons considéré qu'elle pouvait révéler un état douloureux lorsqu'elle était supérieure aux normes physiologiques, c'est-à-dire supérieure à 100 mouvements par minutes.

- **Fréquence cardiaque** : La fréquence cardiaque augmente également lors de douleur, nous avons considéré qu'elle pouvait révéler un état douloureux lorsqu'elle était supérieure aux valeurs physiologiques donc à 310 battements par minutes.

iv. Composante comportementale

Cette dernière composante concerne les changements de comportement inter et intra-spécifiques qui peuvent survenir avec la douleur.

- **Activité et vigilance** : Un cochon d'Inde qui n'est pas algique exprime des comportements normaux : il se déplace, va vers la nourriture, explore, fait sa toilette et reste très attentif à son environnement. Lors de douleur, on remarque que la vigilance est diminuée et que le temps passé à exprimer des comportements normaux est restreint, le cochon d'Inde se déplace donc moins. Si la douleur est intense, l'animal est léthargique, ne se déplace plus et n'est plus du tout attentif à son environnement.

- **Comportement interactif** : Cet item évalue le comportement de l'animal avec son propriétaire, les auxiliaires vétérinaires ou le vétérinaire. Un cochon d'Inde sain se laisse approcher voire s'approche de la main et se laisse caresser. Plus l'animal est douloureux, moins celui-ci se laisse approcher et caresser. Il peut être encouragé à approcher lorsqu'on lui propose de la nourriture, mais cela ne fonctionne plus lorsque la douleur devient trop importante. Lors de douleur extrême, l'animal fuit, devient agressif (même si l'agressivité chez le cochon d'Inde est plutôt rare) ou même peut rester complètement léthargique et ne présente alors aucune réaction.

- **Manipulation, palpation de la zone douloureuse** : Il est important de palper et de manipuler la zone supposée douloureuse en observant la réaction de l'animal afin d'en évaluer la douleur. Si le cochon d'Inde ne ressent aucune douleur, celui-ci reste détendu. Si la manipulation entraîne une douleur faible à moyenne, on observe un comportement d'évitement voire de l'agressivité. Cependant, si la douleur est trop intense, il peut n'y avoir aucune réaction car le cochon d'Inde reste dans un état de léthargie.

v. Signes de douleur non inclus dans la grille d'évaluation

Tous les signes de douleur du cochon d'Inde trouvés dans la bibliographie n'ont pas été intégrés dans cette grille d'évaluation.

Parmi eux, la perte de poids n'a pas été prise en compte ici car la grille devait permettre une évaluation de la douleur à un instant t et la pesée de l'animal suggère un suivi de celui-ci afin de pouvoir observer une variation de poids. Il en est de même pour la température dont l'augmentation peut être associée à l'apparition d'une douleur chez le cochon d'Inde. Une prise isolée de température ne nous a donc pas semblé pertinente, d'autant plus que c'est un paramètre très variable d'un individu à un autre.

La mydriase est un phénomène observé chez beaucoup d'animaux lors de douleur, notamment chez le lapin. Ce signe n'a pas été repris dans cette grille étant donné que la taille des pupilles d'un cochon d'Inde est très difficilement évaluable, surtout à distance.

Certains comportements comme la prise de boisson ou la coprophagie n'ont pas été inclus dans cette grille d'évaluation car nous avons considéré qu'il s'agissait de comportements peu observés habituellement, que ce soit en contexte clinique ou même par le propriétaire. La diminution de la fréquence de ces comportements paraissait donc très difficilement détectable pour le remplissage de la grille.

Les comportements intra-spécifiques n'ont pas été pris en compte pour cette évaluation de la douleur, car cette grille a été faite un premier temps pour être utilisée dans un contexte clinique, où l'animal est le plus souvent seul en consultation ou hospitalisé.

Enfin, la mesure de la pression artérielle requiert un temps de manipulation - et donc un potentiel stress supplémentaire engendré pour l'animal - qui ne nous a pas semblé adapté pour l'évaluation de la douleur en contexte d'hospitalisation.

b. Attribution d'une note aux critères et établissement d'un score final

Lors du remplissage de la grille d'évaluation de la douleur, une note est attribuée à chaque paramètre, c'est donc une mesure quantitative. Cette note va de 0, qui correspond à l'absence d'expression de douleur, à 1, 2 ou 3 en fonction du paramètre observé. Plus la note d'un item est élevée, plus elle correspond à l'expression d'une douleur intense. L'addition de ces notes permet d'obtenir un score total. Dans notre cas, le score maximal total est égal à 27.

Le score total permet d'attribuer une intensité de douleur à l'animal observé grâce à des intervalles de scores totaux. Ces intervalles représentent cinq classes d'intensité de douleur : absence de douleur, douleur légère, douleur modérée, douleur sévère et douleur intolérable. Ainsi, en s'appuyant sur la bibliographie, nous avons choisi au possible des intervalles de longueurs équivalentes pour chaque intensité de douleur, donc représentant chacun environ un cinquième du score total. Cela a permis d'établir le tableau suivant pour l'interprétation du score total obtenu.

Tableau 9 : Interprétation du score total obtenu avec la première version de la grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde

Score total	Intensité de douleur estimée
0 - 4	Absence de douleur
5 - 9	Douleur légère
10 - 15	Douleur modérée
16 - 21	Douleur sévère
22 - 27	Douleur intolérable

Lors de notre étude, un des paramètres a été trop souvent « non évaluable » et a dû être supprimé. Le score total maximal et donc ces intervalles ont dû changer : la note maximale attribuée à cet item a donc été retranchée au score total et l'étalon a par conséquent dû en être modifié (Partie 2, III, a).

c. Présentation de la grille « Dolocavy »

La grille d'évaluation de la douleur du cochon d'Inde se présente sous la forme d'un tableau où l'observateur peut faire plusieurs évaluations à différents moments, afin de pouvoir suivre l'évolution de la douleur de l'animal dans le temps (Figure 31).

Les items relevant de l'activité du cochon d'Inde et de ses interactions avec les personnes l'entourant sont à remplir à partir du questionnement du propriétaire si l'animal vient d'arriver en consultation ou à partir des observations faites pendant les dernières 24h d'hospitalisation. Il en est de même pour l'évaluation de l'appétit et de la production de selles. En effet, beaucoup d'animaux se comportent différemment dans un nouvel environnement, le propriétaire doit donc être interrogé à propos des comportements anormaux que l'animal exprime à la maison (Thompson, 2014). La notation de ces items doit tout de même être modulée avec les observations faites par l'opérateur pendant l'évaluation.

Les paramètres concernant l'expression faciale sont présentés dans cette grille de la même façon que dans les échelles d'expression faciale (*grimace scales*) dont ils proviennent. C'est-à-dire qu'il y a trois paliers pour les caractériser : absent, modérément présent et nettement présent.

Certains paramètres doivent être considérés comme « présents » même s'ils ne durent pas tout le temps de l'observation mais apparaissent transitoirement.

Chaque paramètre peut être noté comme « non évaluable » : cela signifie que l'observation ne permet pas de conclure quant à la présence ou non de ce dernier, ou qu'il n'est pas possible de le quantifier (cela peut être le cas pour la fréquence cardiaque ou respiratoire par exemple).

Figure 31 : Grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde « Dolocavy », première version

EVALUATION DE LA DOULEUR CHEZ LE COCHON D'INDE (DOLOCAVY)

Identification de l'animal :

Date et heure d'évaluation			
COMPOSANTE APPARENCE			
Posture			
<u>Position :</u>			
Position détendue, vigile, posture de repos et abdomen touchant le sol	0	0	0
Position regroupée ou en boule, animal prostré	1	1	1
Non évaluable	NE	NE	NE
<u>Aplombs :</u> Abdomen ne touchant pas le sol et/ou transfert du poids d'un membre à l'autre et/ou dos courbé (même transitoire) :			
Absent	0	0	0
Présent	1	1	1
Non évaluable	NE	NE	NE
Aspect du poil, des yeux et des orifices naturels			
Poil brillant, yeux et orifices naturels propres	0	0	0
Poil terne mais propre, yeux et orifices naturels propres	1	1	1
Poil légèrement piqué / collé et/ou présence de sécrétions nasales ou oculaires en faible quantité	2	2	2
Poil et orifices naturels très souillés, piloérection et/ou grande quantité de sécrétions nasales et oculaires	3	3	3
Non évaluable	NE	NE	NE
Zone de prurit / d'alopecie : Mordille, lèche la zone opératoire ou alopecie et/ou s'arrache les poils			
Absent	0	0	0
Présent	1	1	1
Non évaluable	NE	NE	NE
Expression faciale			
<u>Fermeture des paupières :</u> avec un pli autour de l'œil			
Absent	0	0	0
Modérément présent (yeux mis-clos, même transitoire)	1	1	1
Nettement présent (yeux fermés ou yeux mis-clos en permanence)	2	2	2
Non évaluable	NE	NE	NE
<u>Orientation des vibrisses :</u> regroupées, droites			
Absent	0	0	0
Modérément présent	1	1	1
Nettement présent	2	2	2
Non évaluable	NE	NE	NE
Tremblements / mouvements spasmodiques des poils, peau, muscles au niveau du dos des flancs			
Absent	0	0	0
Rarement présents et/ou localisés	1	1	1
Permanent et/ou généralisés	2	2	2
Non évaluable	NE	NE	NE

COMPOSANTE FONCTIONNELLE			
Appétit			
Se dirige vers la nourriture et mange instantanément, mange toute sa ration en 24h	0	0	0
S'alimente moins (2/3 de sa ration en 24h)	1	1	1
S'alimente très peu (1/3 de sa ration en 24h), a besoin d'être stimulé pour manger	2	2	2
Ne s'alimente pas de façon autonome ou s'alimente uniquement par gavage depuis 24h ou plus	3	3	3
Non évaluable	NE	NE	NE
Production de selles			
Apparence et quantité normales	0	0	0
Selles plus sèches ou plus molles et/ou plus petites et/ou en quantité diminuée (moins de 120 sur 24h) : 1 item présent	1	1	1
Selles sèches ou molles et/ou plus petites et/ou en quantité diminuée : au moins 2 items présents	2	2	2
Absence de selles	3	3	3
Non évaluable	NE	NE	NE
COMPOSANTE PHYSIOLOGIQUE			
Courbe respiratoire			
Normale	0	0	0
Dyspnée, discordance	1	1	1
Non évaluable	NE	NE	NE
Fréquence respiratoire			
Normale	0	0	0
Augmentée (>100 bpm)	1	1	1
Non évaluable	NE	NE	NE
Fréquence cardiaque			
Normale	0	0	0
Augmentée (>310 bpm)	1	1	1
Non évaluable	NE	NE	NE
COMPOSANTE COMPORTEMENTALE			
Activité / vigilance			
Se déplace, va vers la nourriture, explore, fait sa toilette (léchage, mordillage et frottement du pelage à l'aide des pattes sans insister sur une zone), est attentif à son environnement	0	0	0
Activité diminuée, peu de déplacements et/ou boiterie, et/ou vigilance diminuée	1	1	1
Absence de déplacement, léthargie, désintérêt total pour l'environnement	2	2	2
Non évaluable	NE	NE	NE
Comportement interactif			
Vient spontanément ou laisse approcher la main, se laisse caresser	0	0	0
Laisse la main s'approcher uniquement avec de la nourriture, ne se laisse pas caresser	1	1	1
Fuit même quand on propose de la nourriture, est agressif ou absence de réaction	2	2	2
Non évaluable	NE	NE	NE
Manipulation, palpation de la zone douloureuse			
Reste détendu	0	0	0
Devient agressif, réaction d'évitement	1	1	1
Absence totale de réaction, reste silencieux et léthargique	2	2	2
Non évaluable	NE	NE	NE
Score total /27			

Interprétation du score total : 0 à 4 = absence de douleur, 5 à 9 = douleur légère, 10 à 15 = douleur modérée, 16 à 21 = douleur sévère, 22 à 27 = douleur intolérable

II) Matériel et méthode

Après la création de la grille d'évaluation de la douleur (Figure 31), le but de notre étude a été de la valider en évaluant la répétabilité, la reproductibilité et la validité. Le protocole mis en place a consisté à évaluer la douleur de cochons d'Inde admis en consultation ou en hospitalisation au Centre hospitalier universitaire vétérinaire d'Alfort (ChuvA) entre mars 2021 et mars 2022. Ce protocole a reposé sur le protocole de validation de l'échelle « Dolorabbit », grille d'évaluation de la douleur chez le lapin mise en place par Claire Vincent en 2020.

Pour s'assurer que notre étude soit faite dans des conditions éthiques, nous avons rédigé un dossier envoyé au Comité d'Ethique en Recherche Clinique (ComERC) de l'EnvA qui a reçu un avis favorable (n° du dossier : 2019-04-12).

a. Recrutement des cochons d'Inde participant à l'étude

i. Population cible

La grille élaborée a pour but de donner une évaluation de la douleur de n'importe quel cochon d'Inde adulte dans un contexte clinique.

ii. Critères d'inclusion

Nous avons choisi d'inclure dans notre étude tout cochon d'Inde de n'importe quelle race, adulte, c'est-à-dire âgé de plus de 4 mois, mâle ou femelle et présenté au service NAC ou au service des urgences du ChuvA. Pour la mise en place du protocole, nous avons réparti les individus selon deux groupes :

- Un groupe « sain » constitué d'individus ne présentant aucune affection potentiellement douloureuse, c'est-à-dire les cochons d'Inde présentés pour consultation de bonne santé, de contrôle ou avant une chirurgie de convenance.
- Un groupe « malade » comprenant les individus ayant une affection pouvant être à l'origine d'une douleur. Chaque affection a été associée à un niveau de douleur (légère, modérée, sévère ou intolérable) d'après la bibliographie (Tableau 1). Ainsi, dans ce groupe, les cochons d'Inde ont été différenciés selon la douleur présumée associée à l'affection qu'ils présentaient (Annexe 4).

Nous avons retenu dans ce groupe les cochons d'Inde présentant les affections suivantes :

- Obstruction urinaire, lithiase, cystite, urétrite
- Stase gastrique, dysbiose intestinale
- Hépatite, pancréatite
- Masse pulmonaire
- Dermatose, trichofolliculome
- Otite externe ou moyenne
- Tumeur mammaire ou utérine, kyste ovarien
- Maladie dentaire, abcès ou fracture mandibulaire
- Impaction des glandes anales
- Arthrose, synovite, ostéite

iii. Critères d'exclusion

Aucun critère d'exclusion n'a été défini donc aucun cochon d'Inde n'a été exclu de l'étude.

b. Nombre d'animaux à recruter

Le nombre d'animaux à recruter pour l'évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité a pu être estimé avant le début de l'étude. Pour avoir une puissance statistique de 80 % tout en faisant l'hypothèse que le coefficient de concordance de Lin soit au minimum de 0,6 et en s'attendant à obtenir un coefficient de concordance de Lin de 0,82, il fallait inclure dans l'étude au minimum 30 individus.

Nous avons estimé le coefficient de concordance de Lin attendu à partir d'une simulation correspondait à deux séries de mesures (soit entre deux opérateurs, soit un même opérateur à deux moments donnés...) dont les écarts entre les valeurs des mesures sont plutôt importants mais restent acceptables.

Concernant la validité, le calcul du nombre de sujets nécessaires n'a pas pu être effectué car la douleur réelle n'était pas encore connue.

Nous avons donc considéré qu'il fallait au minimum de 30 individus dans notre étude. L'idéal était d'avoir au moins 15 individus « sains » et au moins 15 individus « malades ».

c. Protocole expérimental

i. Principe général

Dans les deux groupes, plusieurs évaluations de la douleur (scores obtenus après remplissage de la grille d'évaluation de la douleur), ont été effectuées à différents temps, par deux observateurs : Floriane Benedetti, opérateur « non expérimenté » et un membre du service NAC, Dr Patricia Muffat, résidente et donc opérateur « expérimenté ».

Afin de faire ces évaluations, chaque animal a été filmé par un étudiant vétérinaire ou un membre du service NAC (notamment Delphine Lehuédé, ASV en hospitalisation NAC) entre mars 2021 et mars 2022. Une prise de vidéos correspondait donc à l'évaluation de la douleur d'un cochon d'Inde à un instant t. Le protocole suivant a été suivi :

Dans le groupe « sain » :

- Une évaluation a été réalisée au service NAC du ChuvA lors d'une consultation qui ne concernait pas une affection potentiellement douloureuse (consultation de bonne santé) ou pour des cochons d'Inde ne présentant pas d'affection et apportés au ChuvA par des étudiants pour l'étude. Nous avons estimé que l'animal n'était pas algique au cours de cette évaluation. Une seule évaluation a été faite pour chaque individu.

Dans le groupe « malade », il pouvait y avoir plusieurs évaluations pour un même cochon d'Inde :

- Une première évaluation a été réalisée lors de l'arrivée en consultation pour une affection à l'origine d'une douleur, au service NAC ou au service des urgences du ChuvA, avant que le cochon d'Inde n'ait reçu d'analgésie (vidéo 1).
- Une seconde évaluation a été réalisée après le premier traitement analgésique, idéalement à une heure d'intervalle, lorsque l'efficacité maximale de ce dernier a été atteinte. Ainsi le ressenti de la douleur était totalement différent de la première évaluation (vidéo 2).

ii. Prise de vidéos

Deux vidéos ont été effectuées pour chaque évaluation. Lors d'une première vidéo, les cochons d'Inde ont été filmés sur la table de consultation sous différents angles, chaque vue durant 30 secondes sur la vidéo :

- Une vue de face, gros plan sur la tête,
- Une vue latérale gauche tout le corps,
- Une vue latérale droite tout le corps,
- Une vue dorsale tout le corps.

Puis les cochons d'Inde ont été installés et filmés au sol, dans un parc adapté en hospitalisation NAC ou en salle de consultation, en vue de dessus, pendant une minute. Cela leur permettait de se déplacer et d'exprimer leurs comportements. Il leur était proposé de la nourriture, ou même un abri à distance, afin de les motiver à se déplacer pour pouvoir observer leurs interactions avec l'environnement.

Une fiche renseignant plusieurs paramètres non visualisables lors des vidéos (appétit, production de selles, comportement avec le propriétaire ou les soignants...) a été remplie lors de chaque tournage de vidéos à partir de l'anamnèse ou de l'observation tout au long de l'hospitalisation (Figure 32). Ces paramètres ont servi d'aide au remplissage de la grille et leur interprétation, surtout en ce qui concerne le comportement, a été modulée par l'observation des vidéos. La nécessité de la mise en place de cette fiche lors d'un tel protocole a été mise en évidence lors de l'élaboration de l'échelle « Dolorabbit » (Vincent, 2020).

Ainsi, aucun examen ou administration de produit supplémentaires n'ont été effectués pour cette étude. Aucune prise en charge n'a été modifiée par ce protocole et chaque cochon d'Inde a reçu les traitements et les soins adaptés comme à l'habitude en hospitalisation. De ce fait, aucune douleur ou stress supplémentaires n'ont été infligés lors de l'étude.

Ces vidéos ont ensuite été regardées deux fois par le même observateur (Floriane Benedetti) à un mois d'intervalle (à t1 et à t2) pour estimer la répétabilité et une fois par les deux observateurs (Patricia Muffat et Floriane Benedetti) pour la reproductibilité. Les observations des vidéos ont été faites à l'aveugle, c'est-à-dire que les observateurs ne savaient pas à quel groupe le cochon d'Inde appartenait, ni l'affection qu'il présentait ou s'il avait reçu de l'analgésie. Nous avons considéré qu'un mois était une durée suffisante les observations à t1 n'influent pas sur les observations à t2 du fait de la mémoire. Ils avaient à leur disposition la fiche (Figure 32) dont les éléments correspondant (identification de l'animal et analgésie) étaient masqués.

Figure 32 : Fiche à remplir lors de la prise de vidéos

Fiche d'aide à l'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde, à remplir juste après la prise de vidéos

Nom de l'animal :
 Numéro de dossier :
 Motif de consultation / hospitalisation :
 Date et heure d'arrivée de l'animal au CHUVA :

Date :

Les paramètres indiqués par () sont à remplir avec l'anamnèse (Analgésie, production de selles, appétit, interactions avec le propriétaire, activité à la maison).*

Heure de prise des vidéos	
Fréquence cardiaque	
Comportement (indiquer 1, 2 ou 3)	
Activité / vigilance : 1) Se déplace, va vers la nourriture, explore, fait sa toilette 2) Moindre activité, peu de déplacements, vigilance diminuée 3) Absence de déplacement, léthargie, désintérêt total pour l'environnement	
Comportement interactif * : 1) Vient spontanément ou laisse approcher la main, se laisse caresser 2) Laisse la main s'approcher uniquement avec de la nourriture, ne se laisse pas caresser 3) Fuit même quand on propose de la nourriture, est agressif ou absence de réaction	
Manipulation, palpation de la zone supposée douloureuse : 1) Reste détendu 2) Devient agressif, réaction d'évitement 3) Absence totale de réaction, reste silencieux et léthargique	
Mordille, lèche avec insistance une zone, s'arrache les poils (oui/non)	
Analgésie*	
Molécule(s), dose(s) et heure(s) d'administration	
Production de selles*	
Taille des selles (diminuée/normale/ augmentée)	
Consistance des selles (normale / sèche / diarrhéique)	
Nombre de selles (normal/diminué) Si possible préciser une approximation / 24h (normal = environ 150 / 24h)	
Appétit*	
Type de nourriture	
Quantité mangée	
Prise assistée / autonome	

d. Outils statistiques

i. Évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité

L'évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité a été faite grâce au calcul du coefficient de concordance de Lin et à l'élaboration du graphique de Bland et Altman. Cela a été effectué numériquement à l'aide d'un document Excel créé et distribué par le Pr Loïc Desquilbet, que nous avons complété avec nos résultats (Desquilbet, 2020b).

Nous avons vu précédemment qu'il était nécessaire pour évaluer la répétabilité et la reproductibilité d'une méthode de mesure par la méthode de Bland et Altman de fixer au préalable la valeur Y permettant de définir la zone d'agrément maxi acceptable (Partie 1, II, e, ii). Dans notre étude, nous souhaitons que la majorité des écarts entre les résultats des séries de mesures soient inférieurs ou égaux à 15 % du score total possible. Ainsi, avant d'obtenir nos résultats, nous avons fixé $Y = 4$ (Vincent, 2020). Pour l'évaluation de la reproductibilité, il faut également fixer la valeur X qui correspond au biais maxi acceptable (Partie 1, II, e, iii). Nous avons considéré que ce dernier devait être égal à 15 % du score total maximal, donc $X = 4$ (Vincent, 2020).

Nous avons utilisé la méthode graphique de Bland et Altman avec différences absolues et non relatives car les écarts en valeur absolue n'augmentent pas avec la valeur mesurée (Desquilbet, 2020a).

Toutes les vidéos ont été analysées pour l'évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité.

ii. Évaluation de la validité

L'évaluation de la validité de la grille a été effectuée grâce au calcul du coefficient Kappa. Cela a été fait numériquement à l'aide d'un document Excel créé et distribué par le Pr Loïc Desquilbet, que nous avons complété avec nos résultats (Desquilbet, 2020b). Nous avons utilisé les intensités de douleur obtenues lors des observations par l'opérateur n°2 car celui-ci était plus expérimenté et donc savait mieux évaluer la douleur. De plus, il était intéressant de tester la validité de la grille en utilisant un opérateur qui ne l'a pas lui-même élaboré, car le remplissage de la grille par ce dernier pouvait être source de plus de subjectivité.

Étant donné qu'il n'existe pas encore de méthode *Gold Standard* pour évaluer la douleur chez le cochon d'Inde, nous avons attribué une intensité de douleur à chaque cochon d'Inde de l'étude en fonction de l'affection qu'il présentait (Annexe 4). Nous avons gardé pour l'évaluation de la validité uniquement les individus dont nous étions sûrs de pouvoir leur attribuer une douleur présumée. Ainsi, nous avons exclu les animaux pour lesquels aucun diagnostic ni aucun examen complémentaire n'ont été faits ou encore les animaux atteints d'une affection pouvant entraîner des intensités de douleur trop variables. Par exemple, il s'agissait des cochons d'Inde atteints de néphropathies car celles-ci entraînent des douleurs modérées à intolérables (Mathews *et al.*, 2014).

De même, il a été choisi d'exclure dans cette partie les animaux ayant reçu un traitement analgésique car nous avons considéré que cela pouvait entraîner un biais trop important lors de l'attribution de l'intensité de la douleur. En effet, chaque individu ne réagissant pas de la même façon aux molécules analgésiques, il pouvait être difficile de savoir si le traitement analgésique était parfaitement adapté ou non. Par conséquent, les animaux ayant une douleur « absente » étaient uniquement ceux appartenant au groupe « sain ».

iii. Évaluation item par item

Le score de chaque item pouvant être considéré comme un caractère qualitatif ordinal, nous avons aussi utilisé le calcul du coefficient Kappa pour évaluer la répétabilité et la reproductibilité de chaque item séparément. Cela a été effectué numériquement à l'aide d'un document Excel créé et distribué par le Pr Loïc Desquilbet, que nous avons complété avec nos résultats (Desquilbet, 2020b).

La validité de chaque item n'a pas pu être estimée car il n'existe aucune méthode de référence nous permettant d'obtenir un score pour chaque item. Il n'était donc pas possible de calculer le coefficient Kappa.

iv. Évaluation de la sensibilité et de la spécificité

Pour le calcul de la sensibilité et de la spécificité, nous avons procédé de la même façon que pour la validité, c'est-à-dire que nous avons utilisé comme méthode de référence les douleurs présumées grâce à la littérature. De plus, nous avons choisi là encore d'utiliser les intensités de douleur obtenues lors des observations par l'opérateur n°2. Nous avons considéré qu'une « présence de douleur » était une douleur légère, modérée, sévère ou intolérable.

III) Résultats

a. Animaux inclus dans l'étude

Un total de 45 animaux, dont 9 appartenant au groupe « sain » et 36 au groupe « malade » ont été inclus.

Le tableau 10 répertorie les individus sains ayant été filmés. Puisqu'une seule évaluation a été faite par cochon d'Inde, ce groupe nous a permis d'avoir 9 évaluations d'individus ayant une absence de douleur. Dans ce groupe, toutes les évaluations ont servi pour le test de la reproductibilité, de la répétabilité et de la validité.

Tableau 10 : Cochons d'Inde inclus dans le groupe « sain »

Nom	Motif de consultation
Sacha	Conseils nutrition
Pognon	Apporté pour l'étude
Salomé	Conseils nutrition
Pitchou	1ère consultation de bonne santé
Nannin	1ère consultation de bonne santé
Pouss	Apporté pour l'étude
Jojo	Suivi bonne santé
Yaku	Apporté pour l'étude
Kimi	Apporté pour l'étude

Le tableau 11 répertorie chaque individu du groupe « malade » rentrant dans l'étude. L'évaluation 1 est celle faite avant analgésie et l'évaluation 2 après analgésie. Pour certains animaux, il n'a pas été possible de faire l'évaluation 1. Un individu malade pouvant avoir été évalué deux fois, avant et après analgésie, ce groupe nous a permis d'avoir un total de 42 évaluations de cochons d'Inde ressentant des intensités de douleur différentes.

Pour l'évaluation de la validité, nous avons gardé uniquement les animaux dont nous étions sûrs de pouvoir leur attribuer une intensité de douleur. Comme le montre le tableau 11, les vidéos n'ont pas toutes été prises une heure après l'administration de l'analgésie, ce qui ne nous permettait pas de considérer que l'effet de l'analgésie était à son maximum. Cela a été un argument de plus pour ne pas utiliser l'évaluation des cochons d'Inde sous analgésie dans l'évaluation de la validité car il était difficile d'affirmer que leur douleur était absente. Nous avons ainsi obtenu un nombre de 34 évaluations (9 du groupe « sain » et 25 du groupe « malade ») pour le calcul du coefficient Kappa. Il en a été de même pour le calcul de la sensibilité et de la spécificité. Aucun animal avec une douleur « intolérable » n'a été inclus dans l'étude. La liste détaillée de ces cochons d'Inde se trouve dans l'Annexe 4.

Le tableau 11 résume quelles évaluations ont servi pour tester la répétabilité, la reproductibilité ou la validité parmi le groupe « malade ».

Tableau 11 : Cochons d'Inde inclus dans le groupe « malade »

Nom	Diagnostic	Éval	Analgésie	Délai entre l'analgésie et la vidéo	Utilisé pour répétabilité et reproductibilité ?	Utilisé pour la validité ?
Tiramisu	Maladie dentaire + obstruction urinaire	1	Aucune	/	Oui	Oui
Cookie	Néphropathie bilatérale chronique	1	Aucune	/	Oui	Non
Pixel	Cystite + Urétrite + Stase	1	Aucune	/	Oui	Oui
Jazz	Dermatose chronique	1	Aucune	/	Oui	Oui
Crispy	Otite externe chronique + Luxation temporo-mandibulaire	1	Aucune	/	Oui	Oui
Léa	Polykystose ovarienne + cystite + tumeur mammaire	1	Aucune	/	Oui	Oui
Meiko	Rhinite ou bronchopneumonie ou intoxication à l'Arum	2	Méthadone 1 mg/kg SC	1h	Oui	Non
Noisette	Maladie rénale chronique discrète	1	Aucune	/	Oui	Non
Pounie	Otite moyenne droite + fracture mandibulaire gauche + stase	1	Aucune	/	Oui	Oui
		2	Méthadone 1 mg/kg SC	45 min	Oui	Non
Queenie	Maladie dentaire	1	Aucune	/	Oui	Oui
Punky	Impaction des glandes anales	1	Aucune	/	Oui	Oui
Lili	Arthrose + synovite du grasset	1	Aucune	/	Oui	Oui
Luna	Tumeur utérine + sablose	1	Aucune	/	Oui	Oui
Suki	Kystes ovariens bilatéraux	1	Aucune	/	Oui	Oui
Yoda	Processus tumorale ?	1	Aucune	/	Oui	Non
Pookie	Insuffisance rénale, insuffisance cardiaque (épanchement pleural)	1	Aucune	/	Oui	Non
		2	Méthadone 1 mg/kg SC	1h	Oui	Non
Peanut	Masse pulmonaire (Abcès ou pneumonie)	1	Butorphanol 1 mg/kg SC	4h	Oui	Oui
Akou	Stase + otite moyenne droite + lésion ostéoarticulaire de l'antérieur droit	1	Aucune	/	Oui	Oui
Starcky	Gale	1	Aucune		Oui	Oui
Kayla	Malocclusion dentaire	2	Méthadone 1 mg/kg SC	2h	Oui	Non
Pollux	Malocclusion dentaire	1	Aucune	/	Oui	Oui
		2	Méthadone 1 mg/kg SC	3h	Oui	Non
Bagherra	Urolithiases	1	Aucune	/	Oui	Oui
Tam	Otite moyenne bilatérale + fracture dent	1	Aucune	/	Oui	Oui
Cracotte	Abcès mandibulaire + luxation temporo-mandibulaire	1	Aucune	/	Oui	Oui
Yuki	Fracture incisive + stase débutante	2	Méthadone 1 mg/kg SC	3h	Oui	Non
Oréo	Dysbiose intestinale	1	Aucune	/	Oui	Oui
		2	Méthadone 1 mg/kg SC	2h	Oui	Non
Touffe	Lithiases vésicales + cystite	1	Aucune	/	Oui	Oui
Tim	Pas de diagnostic	1	Aucune	/	Oui	Non
Osburn	Suspicion de brèche pylorique + péritonite focale + cholangiohépatite	2	Méthadone 1 mg/kg SC	2h30	Oui	Non
Mufasa	Urolithiases	1	Aucune	/	Oui	Oui
Coockie	Hépatite + pancréatite	1	Aucune	/	Oui	Oui

Kenzo	Trichofolliculome	1	Aucune	/	Oui	Oui
		2	Méthadone 1 mg/kg SC	2h30	Oui	Non
Harvey	Dilatation gastrique d'origine indéterminée	1	Aucune	/	Oui	Oui
Aby	Epanchement péricardique, dilatation gastrique, suspicion de cystite	1	Méthadone 1 mg/kg SC	2h	Oui	Non
Bianco	Dilatation gastrique modérée + insuffisance rénale sévère + otite moyenne	1	Aucune	/	Oui	Non
		2	CRI fentanyl (2 µg/kg/h) + lidocaïne (2 mg/kg/h)	En cours	Oui	Non
Massa-chaussette	Abcès maxillaire + polyadénopathie + ostéite	1	Aucune	/	Oui	Oui
Nombre total d'évaluations parmi le groupe malade					42	25

Le tableau suivant indique le nombre d'évaluations dans chaque groupe ayant été utilisé pour tester la répétabilité, la reproductibilité et la validité (Tableau 12).

Tableau 12 : Nombre d'évaluations dans chaque groupe ayant permis de tester la répétabilité, la reproductibilité et la validité

	Évaluations groupe « sains »	Groupe « malade »			Total
		Évaluations 1	Évaluations 2	Total	
Répétabilité	9	32	10	42	51
Reproductibilité	9	32	10	42	51
Validité	9	25	0	25	34

b. Présentation des résultats

Les résultats détaillés lors des évaluations à t1 et t2 de l'observateur n°1 et de l'observateur n°2 pour chaque individu apparaissent dans les annexes 1 à 3.

Pour l'interprétation statistique, un même cochon d'Inde filmé avant et après analgésie a été considéré comme deux cochons d'Inde différents, car le ressenti de la douleur est supposé totalement différent.

La fréquence cardiaque a été considérée comme « non évaluable » dans 28 % des réponses. Nous en avons conclu qu'il n'était pas pertinent de laisser ce critère dans la grille. Pour la suite, nous avons donc pris en compte une nouvelle version de la grille dont le score total maximal est de 26 (Figure 33) et l'ancien étalon (Tableau 9) a été modifié (Tableau 13).

« L'orientation des vibrisses » s'est trouvé non évaluable 4 fois sur 153 évaluations soit dans 3 % des cas. Nous avons considéré que ce faible pourcentage ne justifiait pas le retrait du paramètre et ainsi les quelques scores « non évaluables » ont été ramenés à zéro.

Tableau 13 : Interprétation du score total obtenu avec la nouvelle version de la grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde

Score total	Intensité de douleur estimée
0 - 4	Absence de douleur
5 - 9	Douleur légère
10 - 14	Douleur modérée
15 - 20	Douleur sévère
21 - 26	Douleur intolérable

Figure 33 : Grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde « Dolocavy », nouvelle version

EVALUATION DE LA DOULEUR CHEZ LE COCHON D'INDE (DOLOCAVY)

Identification de l'animal :

Date et heure d'évaluation			
COMPOSANTE APPARENCE			
Posture			
<u>Position :</u>			
Position détendue, vigile, posture de repos et abdomen touchant le sol	0	0	0
Position regroupée ou en boule, animal prostré	1	1	1
Non évaluable	NE	NE	NE
<u>Aplombs :</u> Abdomen ne touchant pas le sol et/ou transfert du poids d'un membre à l'autre et/ou dos courbé (même transitoire) :			
Absent	0	0	0
Présent	1	1	1
Non évaluable	NE	NE	NE
Aspect du poil, des yeux et des orifices naturels			
Poil brillant, yeux et orifices naturels propres	0	0	0
Poil terne mais propre, yeux et orifices naturels propres	1	1	1
Poil légèrement piqué/collé et/ou présence de sécrétions nasales ou oculaires en faible quantité	2	2	2
Poil et orifices naturels très souillés, piloérection et/ou grande quantité de sécrétions nasales et oculaires	3	3	3
Non évaluable	NE	NE	NE
Zone de prurit / d'alopecie : Mordille, lèche la zone opératoire ou alopecie et/ou s'arrache les poils			
Absent	0	0	0
Présent	1	1	1
Non évaluable	NE	NE	NE
Expression faciale			
<u>Fermeture des paupières :</u> avec un pli autour de l'œil			
Absent	0	0	0
Modérément présent (yeux mis-clos, même transitoire)	1	1	1
Nettement présent (yeux fermés ou yeux mis-clos en permanence)	2	2	2
Non évaluable	NE	NE	NE
<u>Orientation des vibrisses :</u> regroupées, droites			
Absent	0	0	0
Modérément présent	1	1	1
Nettement présent	2	2	2
Non évaluable	NE	NE	NE
Tremblements / mouvements spasmodiques des poils, peau, muscles au niveau du dos des flancs			
Absent	0	0	0
Rarement présents et/ou localisés	1	1	1
Permanent et/ou généralisés	2	2	2
Non évaluable	NE	NE	NE

COMPOSANTE FONCTIONNELLE			
Appétit			
Se dirige vers la nourriture et mange instantanément, mange toute sa ration en 24h	0	0	0
S'alimente moins (2/3 de sa ration en 24h)	1	1	1
S'alimente très peu (1/3 de sa ration en 24h), a besoin d'être stimulé pour manger	2	2	2
Ne s'alimente pas de façon autonome ou s'alimente uniquement par gavage depuis 24h ou plus	3	3	3
Non évaluable	NE	NE	NE
Production de selles			
Apparence et quantité normales	0	0	0
Selles plus sèches ou plus molles et/ou plus petites et/ou en quantité diminuée (moins de 120 sur 24h) : 1 item présent	1	1	1
Selles sèches ou molles et/ou plus petites et/ou en quantité diminuée : au moins 2 items présents	2	2	2
Absence de selles	3	3	3
Non évaluable	NE	NE	NE
COMPOSANTE PHYSIOLOGIQUE			
Courbe respiratoire			
Normale	0	0	0
Dyspnée, discordance	1	1	1
Non évaluable	NE	NE	NE
Fréquence respiratoire			
Normale	0	0	0
Augmentée (>100 bpm)	1	1	1
Non évaluable	NE	NE	NE
COMPOSANTE COMPORTEMENTALE			
Activité / vigilance			
Se déplace, va vers la nourriture, explore, fait sa toilette (léchage, mordillage et frottement du pelage à l'aide des pattes sans insister sur une zone), est attentif à son environnement	0	0	0
Activité diminuée, peu de déplacements et/ou boiterie, et/ou vigilance diminuée	1	1	1
Absence de déplacement, léthargie, désintérêt total pour l'environnement	2	2	2
Non évaluable	NE	NE	NE
Comportement interactif			
Vient spontanément ou laisse approcher la main, se laisse caresser	0	0	0
Laisse la main s'approcher uniquement avec de la nourriture, ne se laisse pas caresser	1	1	1
Fuit même quand on propose de la nourriture, est agressif ou absence de réaction	2	2	2
Non évaluable	NE	NE	NE
Manipulation, palpation de la zone douloureuse			
Reste détendu	0	0	0
Devient agressif, réaction d'évitement	1	1	1
Absence totale de réaction, reste silencieux et léthargique	2	2	2
Non évaluable	NE	NE	NE
Score total /26			

Interprétation du score total : 0 à 4 = absence de douleur, 5 à 9 = douleur légère, 10 à 14 = douleur modérée, 15 à 20 = douleur sévère, 21 à 26 = douleur intolérable

c. Évaluation de la répétabilité

Les scores totaux obtenus lors des deux observations par l'opérateur sont répertoriés dans le tableau 14. Les deux observations (à t1 et à t2) ont été faites à un mois d'intervalle par l'opérateur le moins expérimenté.

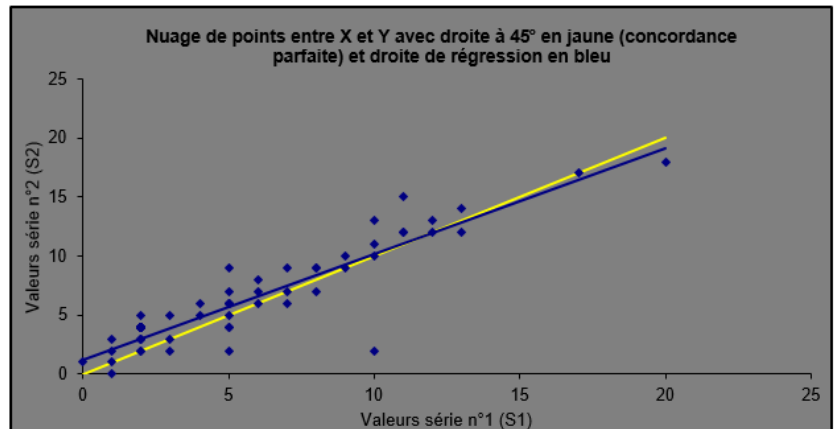
Tableau 14 : Résultats des évaluations à t1 (série 1) et t2 (série 2)

Cochon d'Inde	Série 1	Série 2
Tiramisu	2	4
Cookie	5	6
Pixel	7	9
Jazz	1	3
Crispy	7	7
Léa	5	4
Meiko	11	12
Noisette	4	6
Pounie 1	9	10
Pounie 2	10	10
Sacha	1	1
Pognon	3	3
Salomé	6	6
Queenie	5	6
Punky	2	2
Lili	4	5
Luna	11	12
Suki	2	2
Pitchou	5	2
Yoda	8	9
Pookie 1	13	14
Pookie 2	11	15
Peanut	12	13
Akou	17	17
Starcky	1	0
Kayla	8	7
Pollux 1	3	5
Pollux 2	5	9
Nannin	6	7
Bagherra	2	3
Tam	6	8
Cracotte	5	6
Yuki	8	9
Oréo 1	5	7
Oréo 2	10	13
Touffe	12	12
Pouss	0	1
Tim	9	9
Osburn	10	11
Jojo	3	2
Mufasa	2	3
Coockie	10	2
Kenzo 1	2	5
Kenzo 2	5	4
Harvey	5	5
Aby	7	6
Yaku	2	3
Kimi	1	2
Bianco 1	13	12
Bianco 2	20	18
Massachusette	2	4

Ce tableau a permis d'obtenir le coefficient de concordance de Lin d'une part (Figure 34) et le graphique de Bland et Altman de l'autre (Figure 35).

Figure 34 : Coefficient de Concordance de Lin pour l'évaluation de la répétabilité de la grille Dolocavy obtenu à partir d'un effectif de 45 cochons d'Inde

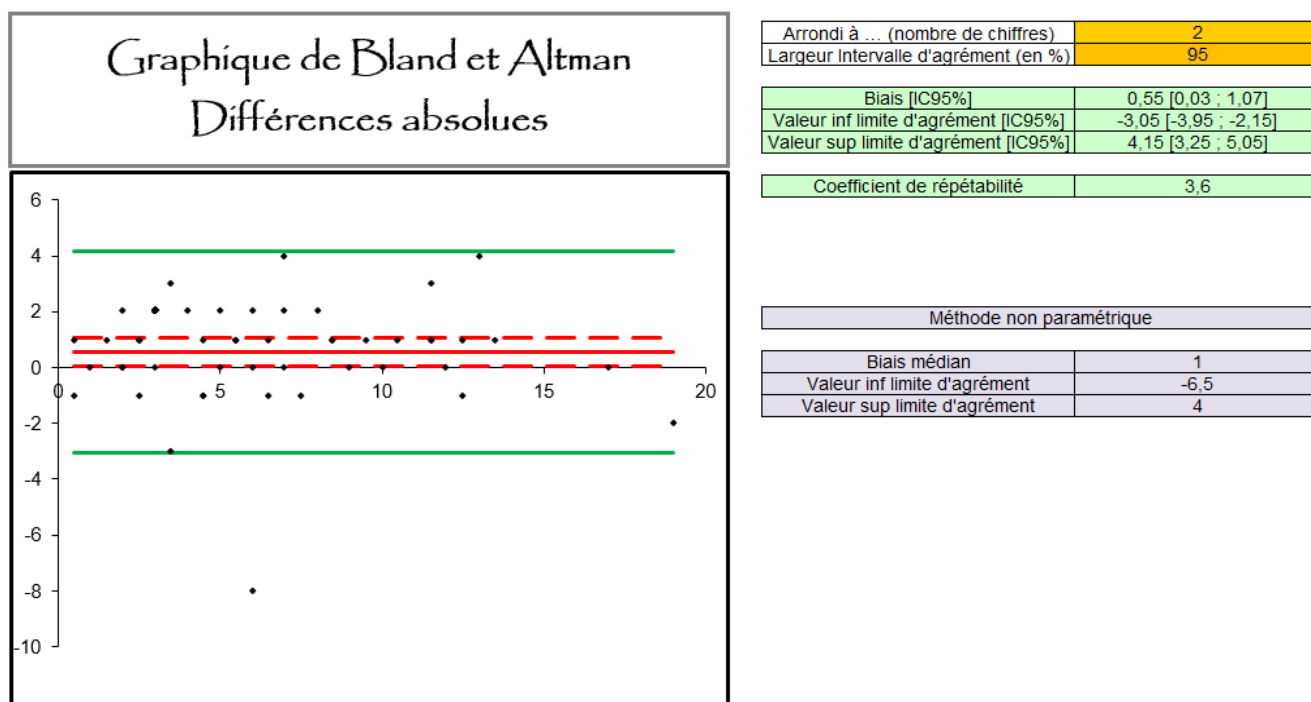
Arrondi à ... (nombre de chiffres)	2
Coefficient de corrélation de Pearson	0,91
Valeur de Cb (Lin, 1989)	0,99
Coef de concordance de Lin (CCC)	0,91
Intervalle de confiance à 95% du CCC	[0,84 ; 0,95]
Part de mauvaise concordance expliquée par manque de précision	92%
Part de mauvaise concordance expliquée par manque d'exactitude	8%



Le tableau 7 permet d'interpréter les valeurs du coefficient de concordance de Lin. Ce dernier était de 0,91, ce qui signifie que la concordance était « très bonne » entre les deux séries de mesures selon la classification de Landis et Koch (1977). Ainsi, si l'estimation du coefficient de concordance n'a pas été biaisée, il y a 95 % de chance pour que la vraie valeur du coefficient soit comprise entre 0,84 et 0,95 (Figure 34).

La droite de régression linéaire entre les deux séries de mesures est représentée par la droite bleue, tandis que la droite jaune à 45° représente une concordance parfaite entre les deux séries. On voit que la part de la mauvaise concordance entre les deux séries de mesures provenait davantage d'un manque de précision (92 %) que d'exactitude (8 %). La droite bleue étant plus souvent au-dessus de la droite jaune, cela signifie que le manque d'exactitude (qui n'explique que 8 % de la part de la mauvaise concordance) était plutôt dû à une surestimation du score total lors de la deuxième observation par rapport à la première.

Figure 35 : Graphique de Bland et Altman pour l'évaluation de la répétabilité de la grille Dolocavy obtenu à partir d'un effectif de 45 cochons d'Inde



Sur le graphique de Bland et Altman, chaque point a pour abscisse la valeur de la moyenne des deux mesures réalisées sur un même individu et pour ordonnée la différence entre les deux mesures. La droite rouge représente le « biais » observé. Ici, il était de 0,55, ce qui signifie, qu'en moyenne, la série 2 (observation à t2) a surestimé le score de 0,55 par rapport à la série 1 (observation à t1). L'intervalle de confiance à 95 % de ce biais était [0,03 ; 1,07]. Il ne comprenait pas la valeur 0, ce qui signifie que cette surestimation lors de la deuxième observation était significative.

Les deux droites vertes représentent les limites d'agrément qui avaient pour ordonnées -3,05 et 4,15, ce qui signifie que 95 % des écarts de mesures entre l'observation à t1 et celle à t2 étaient compris entre -3,05 et 4,15. Le critère Y était de 4, or la limite d'agrément supérieure était de 4,15 donc la zone d'agrément estimée n'était pas incluse dans la zone d'agrément maxi acceptable. Le critère Y n'a donc pas été vérifié.

Ainsi, l'utilisation du coefficient de concordance de Lin nous a montré que la répétabilité était « très bonne » d'un point de vue numérique. En revanche, lors de l'utilisation de la méthode graphique, le critère Y, qui doit absolument être vérifié dans l'évaluation de la répétabilité d'une méthode de mesure, ne l'a pas été. Cela signifie que la répétabilité n'était pas acceptable d'un point de vue clinique. Cependant, il faut noter tout de même que le critère de répétabilité selon la méthode de Bland et Altman était très proche d'être vérifié.

d. Évaluation de la reproductibilité

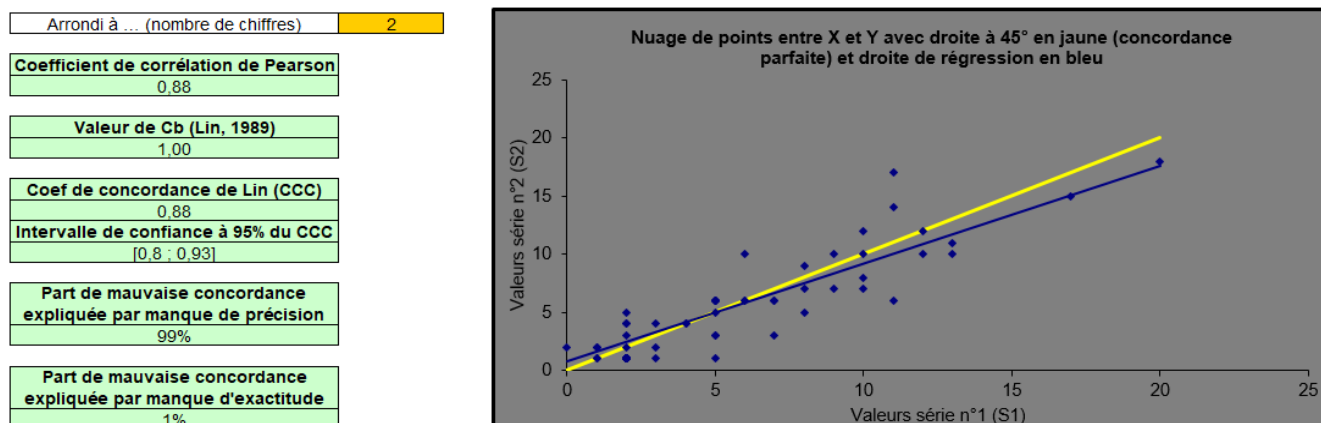
Les scores totaux obtenus lors de l'observation par l'opérateur 1 (le moins expérimenté) et celle par l'opérateur 2 (le plus expérimenté) sont répertoriés dans le tableau 15.

Tableau 15 : Résultats des évaluations par l'opérateur 1 (série 1) et l'opérateur 2 (série 2)

Cochon d'Inde	Série 1	Série 2
Tiramisu	2	1
Cookie	5	5
Pixel	7	3
Jazz	1	1
Crispy	7	6
Léa	5	3
Meiko	11	17
Noisette	4	4
Pounie 1	9	7
Pounie 2	10	7
Sacha	1	1
Pognon	3	4
Salomé	6	6
Queenie	5	6
Punky	2	2
Lili	4	4
Luna	11	6
Suki	2	1
Pitchou	5	1
Yoda	8	9
Pookie 1	13	10
Pookie 2	11	14
Peanut	12	10
Akou	17	15
Starcky	1	2
Kayla	8	5
Pollux 1	3	1
Pollux 2	5	3
Nannin	6	10
Bagherra	2	1
Tam	6	6
Cracotte	5	6
Yuki	8	7
Oréo 1	5	6
Oréo 2	10	12
Touffe	12	12
Pouss	0	2
Tim	9	10
Osburn	10	10
Jojo	3	2
Mufasa	2	5
Coockie	10	8
Kenzo 1	2	4
Kenzo 2	5	6
Harvey	5	6
Aby	7	6
Yaku	2	3
Kimi	1	2
Bianco 1	13	11
Bianco 2	20	18
Massachusette	2	4

Ce tableau permet ensuite d'obtenir le coefficient de concordance de Lin (Figure 36) et le graphique de Bland et Altman (Figure 37).

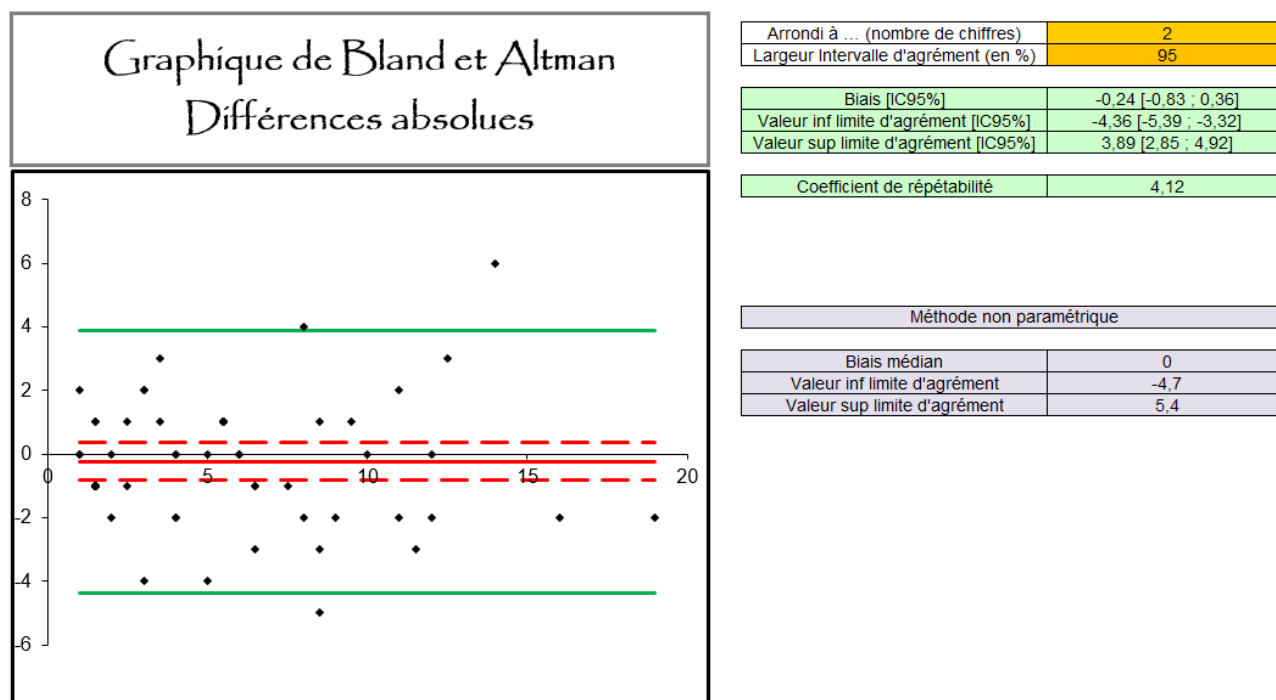
Figure 36 : Coefficient de Concordance de Lin pour l'évaluation de la reproductibilité de la grille Dolocavy obtenu à partir d'un effectif de 45 cochons d'Inde



Le tableau 7 permet d'interpréter les valeurs du coefficient de concordance de Lin. En ce qui concerne la reproductibilité, ce dernier valait 0,88, ce qui signifie que la concordance entre les deux séries de mesures était « très bonne » selon la classification de Landis et Koch (1977). Ainsi, si l'estimation du coefficient de concordance n'a pas été biaisée, il y a 95 % de chance pour que la vraie valeur de ce coefficient soit comprise entre 0,80 et 0,93 (Figure 36).

La droite de régression linéaire entre les deux séries de mesures est représentée par la droite bleue, tandis que la droite jaune à 45° représente une concordance parfaite entre les deux séries. On voit que la part de la mauvaise concordance entre les deux séries de mesures provenait davantage d'un manque de précision (99 %) que d'un manque d'exactitude (1 %).

Figure 37 : Graphique de Bland et Altman pour l'évaluation de la reproductibilité de la grille Dolocavy obtenu à partir d'un effectif de 45 cochons d'Inde



Sur le graphique de Bland et Altman, chaque point a pour abscisse la valeur de la moyenne des deux mesures réalisées sur un même individu et pour ordonnée la différence entre les deux mesures. La droite rouge représente le « biais » observé. Ici, il était de -0,24, ce qui signifie, qu'en moyenne, l'observateur 2 a sous-estimé le score de 0,24 par rapport à l'observateur 1. L'intervalle de confiance à 95 % de ce biais était [-0,83 ; 0,36]. Il comprenait la valeur 0, ce qui signifie que cette sous-estimation par le deuxième observateur n'était pas significative. Le premier critère X de Bland et Altman a donc été rempli car le biais observé est inférieur au biais maximal X fixé *a priori* qui était de 4.

Les deux droites vertes représentent les limites d'agrément qui avaient pour ordonnées -4,35 et 3,89, ce qui signifie que 95 % des écarts de mesures entre de l'observateur 1 et l'observateur 2 étaient compris entre -4,35 et 3,89. Le critère Y était de 4, or la limite d'agrément inférieure était de -4,35 donc la zone d'agrément estimée n'était pas incluse dans la zone d'agrément maxi acceptable. Le critère Y n'a donc pas été vérifié.

Ainsi, l'utilisation du coefficient de concordance de Lin nous a montré que la reproductibilité inter-opérateurs était « très bonne » d'un point de vue numérique. En revanche, lors de l'utilisation de la méthode graphique, seulement un critère de Bland et Altman sur deux a été vérifié, ce qui signifie que la reproductibilité n'est pas tout à fait acceptable d'un point de vue clinique. Cependant, il faut noter tout de même que le deuxième critère était proche d'être vérifié.

e. Évaluation de la validité

Au final, 34 observations différentes ont permis de créer un tableau à double entrée représentant la répartition des intensités obtenues par la grille d'évaluation et des intensités présumées afin d'évaluer la concordance entre les deux (Tableau 16). Les intensités de douleur estimées comparées à celles présumées pour chaque individu sont répertoriées dans l'Annexe 4.

Tableau 16 : Répartition des intensités estimées par la grille d'évaluation Dolocavy et des intensités présumées à partir d'un effectif de 34 cochons d'Inde

Douleur présumée

		<i>Douleur présumée</i>					Total
		Absente	Légère	Modérée	Sévère	Intolérable	
<i>Douleur estimée par la grille</i>	Absente	7	4	5	3	0	19
	Légère	1	1	4	5	0	11
	Modérée	1	1	1	0	0	3
	Sévère	0	0	0	1	0	1
	Intolérable	0	0	0	0	0	0
	Total	9	6	10	9	0	34

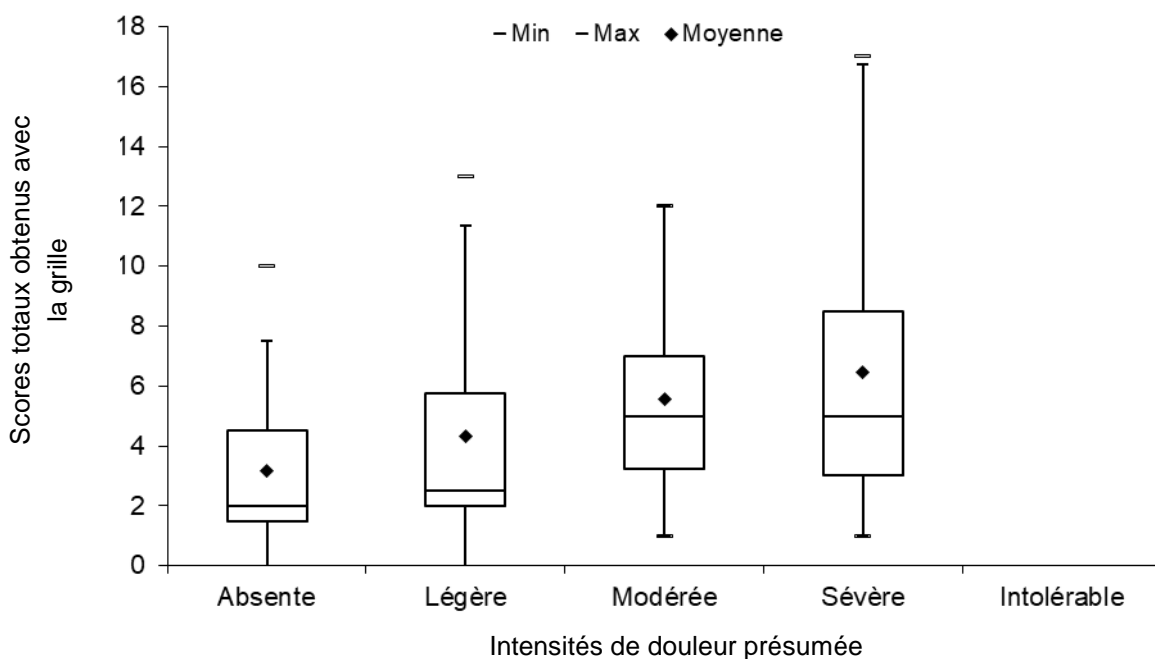
Ce tableau a permis ensuite de calculer le coefficient de concordance Kappa à l'aide d'un document Excel (Desquilbet, 2020b). Le coefficient Kappa en pondération linéaire valait 0,11, tandis que le coefficient Kappa en pondération quadratique valait 0,16. Nous avons pris en compte la pondération quadratique plutôt que la pondération linéaire car elle pénalise moins le coefficient Kappa pour des petits écarts de concordance. En effet, il est plus grave d'estimer une douleur comme « absente » alors qu'elle est « sévère » que de la considérer comme « modérée », car la prise en charge de la douleur se rapprochera plus de la prise en charge idéale. Ainsi, il est important de pénaliser davantage les grands écarts.

Selon le tableau 7, le coefficient Kappa de 0,16 signifie que la concordance était « mauvaise » entre la douleur estimée avec la grille Dolocavy et la douleur réelle présumée.

La figure 38 nous montre la répartition des scores attribués pour chaque intensité de douleur au cours des trois évaluations des 34 cochons d'Inde (à t1 et à t2 par l'opérateur 1 et par l'opérateur 2). L'élaboration de ce graphique a été permise par un document Excel commercialisé par Vertex42 LLC (2009). On remarque que la moyenne du score total augmentait bien avec l'intensité de douleur présumée par la littérature. Mais cela permet surtout d'illustrer la mauvaise validité de la grille. En effet, on peut voir que la répartition des scores de douleur se chevauchait entre les différentes intensités. Cela permet de remettre en question l'étalonnage (Tableau 11) fait arbitrairement.

La barre centrale horizontale correspond à la médiane, les bords des rectangles correspondent aux 1er et 3ème quartile et les petits traits horizontaux à l'extérieur des moustaches correspondent aux minimum et maximum.

Figure 38 : Répartition des scores totaux obtenus avec la grille lors des évaluations de 34 cochons d'Indes en fonction des intensités de douleur présumée (102 évaluations)



f. Évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité item par item

Afin de mettre en évidence certains items de la grille n'étant pas adaptés et ainsi de pouvoir améliorer la grille par la suite en modifiant ou en supprimant ces items, nous avons choisi d'évaluer la répétabilité et la reproductibilité item par item.

Les items évalués seuls sont ceux dont le score variait entre deux observations (à deux instants différents par le même observateur ou entre les deux observateurs). En effet, du fait des contraintes du protocole, des données non visibles sur les vidéos ont été collectées par le remplissage d'une fiche de suivi (Figure 32). Ainsi, les items « Appétit », « Production de selles », « Comportement interactif » et « Manipulation, palpation de la zone supposée douloureuse » ne pouvaient pas varier entre deux évaluations dans notre étude. Il n'a donc pas été possible d'en évaluer la répétabilité ou la reproductibilité.

i. Répétabilité item par item

Le coefficient Kappa a été calculé à partir des notes attribuées à chaque item que nous souhaitons évaluer lors des observations de chaque individu par le premier observateur à t1 et à t2. Les données ayant permis le calcul du coefficient Kappa sont dans l'Annexe 5. Les résultats sont répertoriés dans le tableau 17. La concordance entre les observations à t1 et t2 était moyenne pour les items « Position », « Fermeture des paupières » et « Orientation des vibrisses ». Elle était bonne pour les items « Aplombs », « Aspect du poil, des yeux et des orifices naturels », « Zone de prurit / d'alopecie », « Tremblements / mouvements spasmodiques » et « Fréquence respiratoire ». Tandis que la concordance était très bonne pour les items « Courbe respiratoire » et « Activité / vigilance ».

Tableau 17 : Coefficient Kappa et évaluation de la répétabilité de chaque item

Item	Coefficient Kappa (pondération quadratique)	Interprétation
Position	0,41	Moyenne
Aplombs	0,61	Bonne
Aspect du poil, des yeux et des orifices naturels	0,72	Bonne
Zone de prurit / d'alopecie	0,65	Bonne
Fermeture des paupières	0,56	Moyenne
Orientation des vibrisses	0,46	Moyenne
Tremblements / mouvements spasmodiques	0,62	Bonne
Courbe respiratoire	0,92	Très bonne
Fréquence respiratoire	0,61	Bonne
Activité / vigilance	0,83	Très bonne

ii. Reproductibilité item par item

Le coefficient Kappa a également été calculé à partir des notes attribuées à chaque item par les deux observateurs pour chaque individu. Les données ayant permis le calcul de ce coefficient Kappa sont dans l'Annexe 6. Les résultats sont répertoriés dans le tableau 18. La concordance entre les deux observateurs était passable pour les items « Aplombs » et « Tremblements / mouvements spasmodiques », tandis qu'elle était moyenne pour les items « Position », « Fermeture des paupières », « Orientation des vibrisses » et « Fréquence respiratoire ». En revanche, elle était bonne pour les items « Aspect du poil, des yeux et des orifices naturels » et « activité / vigilance » et très bonne pour les items « Zone de prurit / d'alopecie » et « Courbe respiratoire ».

Tableau 18 : Coefficient Kappa et évaluation de la reproductibilité de chaque item

Item	Coefficient Kappa (pondération quadratique)	Interprétation
Position	0,42	Moyenne
Aplombs	0,21	Passable
Aspect du poil, des yeux et des orifices naturels	0,68	Bonne
Zone de prurit / d'alopecie	0,85	Très bonne
Fermeture des paupières	0,57	Moyenne
Orientation des vibrisses	0,44	Moyenne
Tremblements / mouvements spasmodiques	0,27	Passable
Courbe respiratoire	0,91	Très bonne
Fréquence respiratoire	0,44	Moyenne
Activité / vigilance	0,73	Bonne

g. Évaluation de la sensibilité et de la spécificité

Le tableau 19 nous a permis de faire le calcul de la sensibilité qui est de 52 % et de la spécificité qui est de 78 %.

Tableau 19 : Données pour le calcul de la sensibilité et spécificité

		Douleur présumée selon la littérature	
		Absence	Présence
Douleur estimée selon la grille par l'observateur n°2	Absence	7	12
	Présence	2	13
Total		9	25

iii. Discussion

a. Originalité de l'étude

La prise en compte de la douleur et l'utilisation, pour ce faire, d'échelles multiparamétriques sont de plus en plus courantes en médecine vétérinaire. Comme nous l'avons vu, plusieurs échelles d'évaluation de la douleur ont déjà été validées, notamment chez les carnivores domestiques, mais il n'existe à ce jour aucune échelle semblable chez le cochon d'Inde.

Le but de notre étude était d'élaborer une grille d'évaluation de la douleur à partir des signes de douleur observés chez le cochon d'Inde et décrits dans la littérature, puis de la valider. Cette grille vise à être utilisée pour des cochons d'Inde de compagnie dans un contexte clinique.

Le protocole de notre étude s'est inspiré d'une étude semblable menée chez le lapin en 2020, lors de l'élaboration de l'échelle d'évaluation de la douleur « Dolorabbit » (Vincent, 2020). Cette étude nous a permis d'anticiper certaines difficultés, par exemple, en montrant la nécessité de mettre en place une fiche de suivi accompagnant l'évaluation de chaque cochon d'Inde, nous permettant ainsi d'intégrer les items « Appétit », « Production de selles », « Comportement interactif » et « Manipulation, palpation de la zone supposée douloureuse ».

La validation de cette grille a reposé sur le procédé de validation statistique d'une méthode de mesure qui passe par l'évaluation de la répétabilité, de la reproductibilité et de la validité (Desquilbet, 2020a).

b. Limites du protocole

i. Population étudiée

Nous avons pu évaluer la douleur de 45 cochons d'Inde dont 36 présentant une affection supposée douloureuse (groupe « malade ») et 9 sains (groupe « sain »). Parmi les individus malades, 13 cochons d'Inde ont reçu une analgésie avant évaluation. Lorsqu'il y avait deux évaluations sur un même individu (avant et après analgésie), nous avons considéré qu'il s'agissait de deux individus différents pour les calculs statistiques car le ressenti de la douleur et donc les signes exprimés étaient différents.

Nous avons évalué le nombre minimal total de cochons d'Inde à inclure à 30 individus. De plus, notre étude étant en lien avec une étude précédente similaire chez le lapin (Vincent, 2020), ce nombre de sujets nous a paru adapté. Par conséquent, le nombre total de cochons d'Inde inclus dans notre étude étant supérieur, notre effectif était satisfaisant pour la validation statistique

de la grille. De plus, certains individus ont été évalués avant et après analgésie, donc la taille de chaque série permettant de tester la répétabilité et la reproductibilité était de 51 évaluations.

Cependant, nous avons prévu de répartir les effectifs en 15 animaux appartenant au groupe « malade » et 15 appartenant au groupe « sain ». En réalité, les deux groupes n'étaient pas équivalents car il y avait une grande majorité d'individus « malades » et un nombre insuffisant d'individus « sains ». Il n'a pas été possible d'inclure autant de cochons d'Inde dans le groupe « sain » car peu d'animaux n'ayant aucune affection ont été présentés au ChuvA pendant notre étude. Cette division en deux groupes a surtout été faite pour des raisons pratiques car le protocole n'était pas tout à fait le même pour les deux groupes (deux évaluations ont été réalisées sur les animaux recevant un traitement analgésique pour l'évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité). En revanche, cette répartition inégale entre les deux groupes n'a pas eu de conséquence quant à la validation statistique de l'échelle.

Néanmoins, il serait intéressant de faire cette étude avec un plus grand nombre d'individus sains afin d'avoir un nombre suffisant d'individus non algiques sans avoir à inclure d'animaux sous traitement analgésique. En effet, prendre des animaux sous analgésie et leur attribuer une « absence de douleur » peut entraîner un biais. Chaque individu réagit différemment aux molécules analgésiques, on ne peut donc pas être certain qu'un animal ayant reçu une analgésie ne ressent plus de douleur (Hawkins, 2006). De plus, les molécules analgésiques employées différaient puisque les affections présentées par les cochons d'Inde n'étaient pas les mêmes et le temps de latence entre l'administration et la prise de vidéo variait entre les individus. Il y a donc eu un manque de standardisation pour les animaux ayant subi une analgésie. Enfin, le remplissage de la fiche de suivi se faisant d'après les dires du propriétaire ou l'observation en hospitalisation, l'évaluation de certains items (appétit, production de selles...) était antérieure à l'administration d'analgésie. Il pouvait donc y avoir un manque de cohérence avec l'intensité de douleur ressentie au moment de la vidéo. Ce biais important concernant les animaux ayant reçu de l'analgésie avait déjà été mis en évidence lors de l'élaboration de la grille « Dolorabbit » (Vincent, 2020). Ainsi, nous avons préféré ne pas prendre en compte les individus sous analgésie lors de l'évaluation de la validité de notre grille. En revanche, nous avons considéré que cela avait peu d'influence pour l'évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité. Nous avons donc inclus les individus sous analgésie à ce moment-là afin de garder une taille d'échantillon convenable.

Pour recruter les individus, l'idéal serait de pouvoir faire un bilan de santé (examen clinique et analyses sanguines) afin de s'assurer que les individus inclus dans le groupe « sain » le soient vraiment, ce qui n'a pas été fait ici.

Enfin, l'absence d'animaux avec une douleur considérée comme intolérable recrutés dans notre étude constitue une autre limite car toutes les intensités de douleur présumées n'ont pas pu être évaluées à l'aide de la grille.

ii. Réalisation des vidéos

L'évaluation de la douleur des cochons d'Inde n'a pas été faite en direct mais via la visualisation de vidéos pour faciliter la mise en place du protocole. Les vidéos étaient faites par une des personnes s'occupant du cochon d'Inde lors de sa prise en charge au ChuvA. Entre autres, cela a permis l'observation des cochons d'Inde par les deux observateurs sans être contraint par la disponibilité de ceux-ci, et, ainsi, cela nous a permis d'inclure un nombre acceptable d'individus.

Les vidéos avaient aussi pour but de standardiser le temps d'observation de chaque cochon d'Inde et de garder les mêmes conditions entre les différentes évaluations. En effet, il est important que les conditions ne changent pas entre la première évaluation et la deuxième faite par l'opérateur n°1, pour évaluer la répétabilité et entre celles faites par l'opérateur n°1 et l'opérateur n°2, pour évaluer la reproductibilité (Desquilbet, 2020a).

De plus, faire des vidéos dans un environnement calme en limitant le nombre de personnes présentes permettait de réduire le stress ressenti par l'animal. Le stress est un des facteurs majeurs pouvant impacter l'expression de la douleur (Mathews *et al.*, 2014). Le cochon d'Inde, par son statut de proie, y est particulièrement sujet (Dunbar *et al.*, 2016). Nous avons donc tenté de le limiter au maximum, mais il faut garder à l'esprit que celui-ci était forcément présent pour une grande partie des patients qui se trouvait dans un environnement inconnu.

Il est indispensable d'avoir une bonne qualité d'image pour pouvoir attribuer un score à certains paramètres (Keating *et al.*, 2012). Or, nous avons pu constater que certains signes comme les expressions faciales ou la présence de fines contractions musculaires étaient difficiles à évaluer étant donné que les vidéos étaient prises avec un téléphone. Il s'agit de l'inconvénient le plus important quant à l'observation via la visualisation de vidéos. Cependant les angles de vue restaient les mêmes selon le protocole, ainsi les zones observées ne changeaient pas d'un cochon d'Inde à un autre.

iii. Choix des opérateurs

Il est possible que les opérateurs aient été présents au moment où certaines vidéos ont été prises car il s'agissait du Dr Patricia Muffat, résidente au service NAC du ChuvA et Floriane Benedetti, étudiante vétérinaire. Chacune a pu prendre en charge certains cochons d'Inde inclus dans l'étude. Cela entraîne donc un biais car toutes les observations ne sont pas totalement faites à l'aveugle. Afin de limiter ce biais, les vidéos ont été randomisées et les évaluations ont été réalisées au minimum un mois après la réalisation des vidéos. Pour cela, les vidéos ont été identifiées uniquement avec le numéro de dossier de l'animal, sans le nom. Les parties correspondant à l'identification de l'animal et à l'analgésie ont été masquées sur les fiches de renseignements accompagnant les vidéos (Figure 33). Il se pouvait tout de même que l'évaluateur se souvienne de l'apparence physique d'un cochon d'Inde lorsque celui-ci regardait une vidéo et donc avoir une idée de l'intensité de douleur que celui-ci pouvait ressentir. Afin de supprimer totalement ce biais, il aurait fallu que les opérateurs soient totalement extérieurs au service NAC du ChuvA.

Il a été montré que le sexe de l'observateur pouvait avoir une influence sur l'évaluation de la douleur, en médecine humaine et vétérinaire. En effet, dans l'étude de Capner *et al.* menée en 1999, les femmes avaient tendance à attribuer à l'animal une intensité de douleur plus élevée que les hommes. Dans notre étude, les observateurs étaient deux femmes, cela a permis de s'affranchir du biais entraîné par le sexe de l'opérateur. Il pourrait être intéressant néanmoins par la suite d'inclure un troisième opérateur de sexe masculin afin d'observer ou non cette variation.

iv. Items composant la grille

L'évaluation de la fiabilité de la grille Dolocavy dans son ensemble, puis concernant certains items a permis de mettre en évidence quelques éléments pouvant rendre compliqué son utilisation.

Premièrement, le paramètre « Aplombs » était parfois difficilement observable pour les cochons d'Inde à poil long. De même, il pouvait être plus compliqué d'évaluer l'aspect du poil et la présence de piloérection pour les cochons d'Inde au pelage rosette, rex ou teddy. Cela peut en partie être la cause de la reproductibilité non satisfaisante de cet item.

Les items concernant l'expression faciale ont montré une reproductibilité et une répétabilité moyennes. L'« Orientation des vibrisses » a été non évaluable dans 3 % des cas, ce qui n'a pas justifié le retrait du paramètre. Ces items étaient uniquement basés sur les expressions faciales connues chez les autres rongeurs (rats, souris). Le manque d'étude sur le sujet chez le cochon d'Inde ne nous a pas permis de détailler davantage les traits d'expression présents lors de douleur chez cette espèce. Ce pouvait aussi être des signes difficilement observables à cause de la qualité des vidéos qui n'était pas toujours bonne. Ces éléments peuvent expliquer les résultats moyennement satisfaisants pour les items « Fermeture des paupières » et « Orientation des vibrisses ».

Le cochon d'Inde se nourrissant d'aliments très divers (légumes, foin, granulés...), il était compliqué de quantifier précisément la prise de nourriture. Ainsi, l'attribution d'un score pour l'item « Appétit » reste subjectif lorsqu'il s'agit, par exemple, de s'avoir si l'animal s'alimente juste « moins » ou « très peu ». L'idéal serait de pouvoir évaluer le besoin énergétique de chaque animal et de quantifier la quantité de calories ingérées, mais cela ne peut pas être mis en place en pratique.

Les paramètres physiologiques (fréquence cardiaque et respiratoire) peuvent être fortement impactés par le stress et donc apporter un biais lors de l'évaluation de la douleur. De plus, la douleur peut être intensifiée par le stress (Mathews *et al.*, 2014). Dans ce sens, certains auteurs ont choisi de ne pas inclure d'emblée ces paramètres dans leur grille d'évaluation de la douleur (Banchi *et al.*, 2020; Vincent, 2020). Dans notre étude, la fréquence cardiaque se trouvait non évaluable dans 29 % des cas. Cela peut être dû à un oubli de la part de la personne ayant collecté les données, à un manque de moyen (absence de stéthoscope, personne non formée) ou à une fréquence cardiaque inaudible ou trop élevée pour être évaluée. Nous avons donc trouvé cohérent de ne plus prendre en compte la fréquence cardiaque dans la grille.

Certains items auraient pu être accompagnés de photos afin d'être plus explicites : c'est le cas de la « Position » qui a montré une répétabilité et une reproductibilité moyennes, ce qui peut indiquer que la distinction entre une posture de repos et une prostration n'était pas tout à fait claire.

En revanche, les items « Aspect du poil, des yeux et des orifices naturels », « Zone de prurit/d'alopecie », « Courbe respiratoire » et « Activité et vigilance » ont témoigné d'une répétabilité et d'une reproductibilité « bonnes » à « très bonnes ». Il semble alors que ces critères étaient suffisamment compréhensibles et faciles à observer et à évaluer pour être bien répétables et reproductibles.

Certains items n'étaient pas visualisables sur la vidéo mais l'information était apportée par la fiche de suivi. C'était le cas pour l'appétit et la production de selles par exemple. Étant donné le délai nécessaire à l'observation de ces items, il se peut que les signes notés sur la fiche n'étaient pas en accord avec la douleur ressentie au moment de la vidéo. Cela a donc pu biaiser le score de douleur final. Nous n'avons d'ailleurs pas pu estimer la répétabilité ou la reproductibilité de ces items.

c. Répétabilité et reproductibilité de la grille

Notre étude a montré que la répétabilité et la reproductibilité inter-opérateurs de la grille Dolocavy était très bonne. La répétabilité a été testée avec un seul des deux opérateurs ayant participé à l'étude, il aurait pu être intéressant de le faire avec les deux. Ces très bons résultats peuvent être en partie dû au fait que les scores totaux ont été pris en compte pour les tests statistiques alors que les items remplis à partir de la fiche de suivi ne pouvaient pas varier d'une évaluation à l'autre.

Nous avons vu qu'il y avait une surestimation significative du score total lors de la deuxième observation par rapport à la première observation faite par l'opérateur n°1. Étant donné que les évaluations à t1 et celles à t2 ont été faites dans les mêmes conditions, il ne semble pas y avoir d'explication à cette surestimation. Nous avons donc supposé qu'elle était due à l'erreur α de 5 %.

Le plus grand biais intervenant dans l'évaluation de la répétabilité à l'aide d'un seul et même opérateur réside dans l'effet de la mémoire. Car, bien que les deux observations étaient espacées d'un mois, il est possible que l'opérateur n°1 se soit souvenu parfois des notes qu'il avait attribué un mois auparavant lors de la première observation.

Nous avons choisi pour tester la reproductibilité inter-opérateurs de recruter deux évaluateurs aux compétences différentes. Or il a été montré que les vétérinaires avec moins d'expérience avaient tendance à surestimer la douleur par rapport aux vétérinaires expérimentés (Capner *et al.*, 1999). Ce n'était pas le cas dans notre étude : l'observateur n°1, moins expérimenté, n'a pas sous-estimé le score total de douleur par rapport à l'observateur n°2 de façon significative.

De plus, certains auteurs défendent qu'il est indispensable de bien connaître l'espèce, son apparence et ses comportements pour faire une évaluation de la douleur (Kohn *et al.*, 2007). Cependant, la grille était assez bien reproductible entre deux individus même si l'un d'entre eux connaissait moins bien l'espèce. En revanche, nous ne pouvons pas savoir si le défaut de reproductibilité observé, bien que faible, était causé par la différence d'expérience entre les deux opérateurs ou à autre chose. Il serait intéressant de réévaluer la reproductibilité avec deux personnes ayant le même niveau de compétence.

On peut penser, pour certains items, que le manque de répétabilité ou de reproductibilité était en partie dû au fait que certains paramètres pouvaient apparaître à un moment de l'observation, mais pas durant l'entièreté de celle-ci. Ainsi, il y a une grande part de subjectivité dans le fait de marquer ce paramètre comme présent ou de considérer que celui-ci a été trop bref et plutôt « absent ». Afin de limiter cette variabilité, il est précisé que certains items de la grille doivent être considérés présents, même s'ils n'apparaissent que transitoirement.

d. Validité, sensibilité et spécificité de la grille « Dolocavy »

Afin de valider statistiquement une méthode de mesure, il faut pouvoir vérifier la concordance entre les valeurs obtenues et les valeurs réelles. Pour évaluer la validité, la sensibilité et la spécificité d'une échelle d'évaluation de la douleur, il faut utiliser une méthode d'évaluation préexistante, dite « méthode *Gold Standard* », afin de connaître au mieux la douleur réelle des animaux inclus dans l'étude. Comme évoqué précédemment, la grille « Dolocavy » était la première grille d'évaluation de la douleur développée chez le cochon d'Inde. Nous ne disposions donc pas de méthode *Gold Standard* servant de référence pour la validation de cette grille. Il peut donc exister une erreur quant à la douleur présumée. Afin de la limiter, nous avons exclu les individus dont le diagnostic n'était pas univoque ou dont l'affection ne permettait pas de conclure de manière certaine quant à l'intensité avec les données disponibles dans la littérature.

De plus, nous avons tenté de montrer la validité de la grille en déduisant une intensité de douleur à partir du diagnostic établi pour chaque cochon d'Inde. Or l'intensité de la douleur perçue pour une même affection est très variable d'un individu à l'autre : elle est fonction de l'expérience passée de l'individu avec la douleur, de la présence concomitante d'autres affections, de l'âge, du sexe *etc.* (Della Rocca *et al.*, 2015). Ainsi, il se peut que les douleurs « présumées » avec lesquelles nous avons comparé les scores obtenus avec la grille soient elles-mêmes éloignées de la vraie intensité de douleur ressentie par le cochon d'Inde.

La sensibilité obtenue de 52 % n'était pas satisfaisante tandis que la spécificité de 78 % était plutôt bonne. Cela nous montre que la grille n'a pas une bonne aptitude à indiquer la présence d'une douleur lorsqu'un cochon d'Inde est vraiment douloureux. En revanche, elle présente une bonne capacité à exclure la présence de douleur chez un animal non douloureux.

e. Perspectives

Une des principales limites rencontrées lors de l'élaboration de la grille a été le manque de bibliographie concernant certains signes de douleur chez le cochon d'Inde. Par exemple, si elle existe chez de nombreuses espèces, aucune *grimace scale* n'a été élaborée chez le cochon d'Inde. La mise en place d'une telle échelle demanderait une étude entière à elle-seule. En effet, lors de la création de cette échelle chez le rat ou la souris, les expressions faciales ont été déterminées avec des mesures précises à l'aide d'un logiciel ce qui a permis d'objectiver les

changements significatifs entre un animal algique et un animal non algique (Langford *et al.*, 2010; Sotocinal *et al.*, 2011).

Notre étude ne comprenait pas d'individus avec une douleur présumée « intolérable » et le nombre d'individus ne ressentant pas de douleur restait trop faible. De ce fait, il serait intéressant d'augmenter la taille de l'échantillon afin d'augmenter la puissance statistique.

Certains items ayant montré une répétabilité et une reproductibilité non satisfaisantes devraient être accompagnés de photographies pour appuyer la description. Cela pourrait être le cas des items « Position » ou « Aplombs », ce qui permettrait à l'observateur d'avoir une référence et d'être plus objectif lors de l'attribution de la note.

La grille « Dolocavy » a pour but premier d'être utilisée dans un contexte clinique. Le retrait de la fréquence cardiaque a rendu cette grille plus accessible aux propriétaires. Il serait intéressant de tester la répétabilité, la reproductibilité et la validité avec des opérateurs n'appartenant pas au monde vétérinaire, afin de s'assurer que la grille est compréhensible par tous. Utiliser des propriétaires comme opérateurs nous permettrait de tester la répétabilité et la reproductibilité de tous les items, y compris ceux nécessitant une plus longue observation, comme les items concernant l'activité, les interactions, l'appétit et la production de selles.

Dans un futur travail, il serait intéressant de déterminer la valeur du « seuil optimal » afin de bien discriminer les cochons d'Inde douloureux de ceux non douloureux. Cette valeur nous permettrait de définir un score de douleur à partir duquel on pourrait considérer avec une plus grande certitude qu'un cochon d'Inde est douloureux. L'identification de cette valeur se fait par la construction de courbes ROC. Une courbe ROC est un graphique qui permet de savoir si des valeurs « élevées » d'un test diagnostique correspondent à des individus malades et si des valeurs « faibles » de ce test diagnostique correspondent à des individus sains. Dans notre cas, le test diagnostique correspond à la grille, les individus malades aux cochons d'Inde douloureux et les individus sains à ceux non douloureux. Ensuite, l'identification de la valeur du seuil optimal se fait en déterminant le point le plus proche du coin supérieur gauche de la courbe ROC (Desquilbet, 2020c).

L'évaluation de la validité item par item devrait être évaluée dans un prochain travail grâce au calcul du coefficient Kappa en comparant le score de chaque item avec la douleur présumée. Cependant, ce calcul nécessite que les deux éléments comparés aient le même nombre de catégories. Or la douleur présumée est répartie en 5 catégories (ou 5 intensités) alors que chaque item a 2, 3 ou 4 catégories (ou score possible). Il faudrait donc pour cela regrouper certaines intensités de douleur pour obtenir le même nombre de catégories que l'item à évaluer.

Enfin, l'étape suivante est de mettre en service cette grille accompagnée de questionnaires de retour d'utilisation auprès des vétérinaires canins, spécialisés NAC ou même des propriétaires. Il serait aussi intéressant d'utiliser cette grille au cours d'une étude expérimentale standardisée afin de pouvoir l'évaluer.

Conclusion

Notre étude avait pour objectif d'élaborer une grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde utilisable en contexte clinique. Pour cela, nous avons recruté 45 cochons d'Inde présentés au service NAC ou celui des urgences du Centre hospitalier universitaire vétérinaire d'Alfort entre mars 2021 et mars 2022. Cette échelle est une grille multiparamétrique créée grâce aux signes de douleur chez le cochon d'Inde décrits dans la bibliographie et reposant sur des grilles préexistantes chez d'autres espèces, notamment le lapin, le chat ou le chien.

La grille d'évaluation de la douleur ainsi établie comprend 14 items répartis en quatre composantes : une composante apparence, une composante fonctionnelle, une composante physiologique et une composante comportementale. Le score total varie de 0 à 26 et est indicateur d'une intensité de douleur ressentie. Un score compris entre 0 et 4 doit correspondre à une absence de douleur, entre 5 et 9 à une douleur légère, entre 10 et 14 à une douleur modérée, entre 15 et 20 à une douleur sévère et entre 21 et 26 à une douleur intolérable.

La validation expérimentale de cette grille a été faite grâce à l'évaluation de la répétabilité entre un même opérateur, de la reproductibilité entre deux opérateurs et de la concordance entre les intensités de douleur indiquées par la grille et celles présumées. Pour cela, les deux opérateurs ont visionné deux vidéos d'un total de 3 minutes réalisées lors de la consultation ou de l'hospitalisation des cochons d'Inde inclus dans l'étude. Ces vidéos, accompagnées d'une fiche de renseignements sur l'animal, ont permis aux opérateurs de remplir la grille d'évaluation.

L'étude statistique a montré une répétabilité et une reproductibilité inter-opérateurs « très bonnes » de cette grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde. En revanche, la concordance entre les intensités de douleur obtenues en remplissant la grille et celles présumées s'est révélée être seulement « passable » avec un coefficient Kappa de 0,16. La sensibilité était de 52 % et la spécificité de 78 %.

L'évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité item par item a permis de mettre en évidence que certains items devaient être retravaillés afin d'être plus compréhensibles par tous. La prochaine étape est donc d'apporter les modifications nécessaires à la grille afin d'espérer obtenir une meilleure concordance entre la douleur obtenue et la douleur présumée. Cependant, le manque de méthode *gold Standard* reste un frein dans la validation de cette échelle.

Ainsi, cet outil d'évaluation de la douleur demande à être amélioré mais est un premier pas vers une évaluation de la douleur standardisée du cochon d'Inde en contexte clinique et donc vers une meilleure prise en charge de cette douleur.

Liste des références bibliographiques

- BANCHI P., QUARANTA G., RICCI A., MAUTHE VON DEGERFELD M. (2020) Reliability and construct validity of a composite pain scale for rabbit (CANCRS) in a clinical environment. *PLoS ONE* 15(4), e0221377
- BARNHART H.X., HABER M.J., LIN L.I. (2007) An Overview on Assessing Agreement with Continuous Measurements. *J. Biopharm. Stat.* 17(4), 529-569
- BARTER L.S. (2011) Rabbit Analgesia. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract.* 14(1), 93-104
- BAYS T.B. (2008) Comportement des cochons d'Inde. In *Comprendre le comportement des NAC: oiseaux, reptiles et petits mammifères*, Eds Lightfoot T., Mayer J., Le Sueur-Almosni F., Bays T.B. Issy-les-Moulineaux, France, Elsevier-Masson, pp 245-282
- BENATO L., ROONEY N.J., MURRELL J.C. (2019) Pain and analgesia in pet rabbits within the veterinary environment: a review. *Vet. Anaesth. Analg.* 46(2), 151-162
- BERRYMAN J.C. (1976) Guinea-pig Vocalizations: Their Structure, Causation and Function. *Z. Für Tierpsychol.* 41(1), 80-106
- BLAND J.M., ALTMAN D.G. (1986) Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1(8476), 307-310
- BLAND J.M., ALTMAN D.G. (1999) Measuring agreement in method comparison studies. *Stat. Methods Med. Res.* 8(2), 135-160
- BRONDANI J.T., MAMA K.R., LUNA S.P.L., *et al.* (2013) Validation of the English version of the UNESP-Botucatu multidimensional composite pain scale for assessing postoperative pain in cats. *BMC Vet. Res.* 9(1), 143
- BROWN D.C., BOSTON R.C., COYNE J.C., FARRAR J.T. (2007) Development and psychometric testing of an instrument designed to measure chronic pain in dogs with osteoarthritis. *Am. J. Vet. Res.* 68(6), 631-637
- BROWN D.C. (2014) The Canine Orthopedic Index. Step 1: Devising the Items. *Vet. Surg.* 43(3), 232-240
- CAPNER C.A., LASCELLES B.D., WATERMAN-PEARSON A.E. (1999) Current British veterinary attitudes to perioperative analgesia for dogs. *Vet. Rec.* 145(4), 95-99
- CASTRO B. (2021) Étude épidémiologique et clinique des cas d'ophtalmologie vus au ChuvA de 2010 à 2020 chez le cochon d'Inde. Thèse de médecine vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort
- CHHAPOLA V., KANWAL S.K., BRAR R. (2015) Reporting standards for Bland-Altman agreement analysis in laboratory research: a cross-sectional survey of current practice. *Ann. Clin. Biochem.* 52(Pt 3), 382-386
- COHEN J. (1960) A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educ. Psychol. Meas.* 20(1), 37-46
- COSTA E.D., MINERO M., LEBELT D., *et al.* (2014) Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a Pain Assessment Tool in Horses Undergoing Routine Castration. *PLoS ONE* 9(3), e92281
- DALLA COSTA E., PASCUZZO R., LEACH M.C., *et al.* (2018) Can grimace scales estimate the pain status in horses and mice? A statistical approach to identify a classifier. *PLoS ONE* 13(8), e0200339
- DELLA ROCCA G., CATANZARO A., DI SALVO A., GOLDBERG M.E. (2015) Diagnosis of Pain in Small Companion Animals. *Am. J. Anim. Vet. Sci.* 10(2), 57-66
- DESCHAMPS J.-Y. (2009) Notions d'algologie. In *Vade-mecum de gestion de la douleur chez le chien et le chat*, 2e éd. Paris, Med'com, pp 24-28

- DESQUILBET L. (2020a) Guide pratique de validation statistique de méthodes de mesure : répétabilité, reproductibilité, et concordance. Polycopié. Maisons-Alfort, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique des Sciences Biologiques et Pharmaceutiques.
- DESQUILBET L. (2020b) Outil Excel pour le calcul du coefficient de concordance Kappa et l'évaluation de la concordance quantitative, communication personnelle.
- DESQUILBET L. (2020c) Tutoriel sur les courbes ROC et leur création grâce au site Internet easyROC. Version 1.3. Polycopié. Maisons-Alfort, École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique des Sciences Biologiques et Pharmaceutiques. Département des Sciences Biologiques et Pharmaceutiques.
- DUNBAR M.L., DAVID E.M., ALINE M.R., LOFGREN J.L. (2016) Validation of a Behavioral Ethogram for Assessing Postoperative Pain in Guinea Pigs (*Cavia porcellus*). *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.* 55(1), 29-34
- EPSTEIN M., RODAN I., GRIFFENHAGEN G., *et al.* (2015) 2015 AAHA/AAFP Pain Management Guidelines for Dogs and Cats. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 51(2), 67-84
- FIRTH A.M., HALDANE S.L. (1999) Development of a scale to evaluate postoperative pain in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 214(5), 651-659
- FLECKNELL P.A. (1998) Analgesia in small mammals. *Semin. Avian Exot. Pet Med.* 7(1), 41-47
- FLECKNELL P.A. (2009) Analgesia and Post-operative Care. *In Laboratory Animal Anaesthesia*, 3rd ed. Cambridge, Academic Press, pp 139-179
- FUCHS S. (1980) Spacing patterns in a Colony of Guinea Pigs : Predictability from Environmental and Social Factors. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 6, 157-162
- FUSS S. (2002) Physiologie et pathologie digestives du cobaye domestique *Cavia porcellus*. Thèse de médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Toulouse
- GAYNOR J.S., MUIR W.W. (2015) Handbook of veterinary pain management, 3rd ed. St. Louis, Mosby/Elsevier
- GLEESON M., HAWKINS M.G., HOWERTON C.L., KASS P.H., LEE Y. (2016) Evaluating Postoperative Parameters in Guinea Pigs (*Cavia porcellus*) Following Routine Orchiectomy. *J. Exot. Pet Med.* 25(3), 242-252
- GRENET L. (2015) Rongeurs - Analgésie. *In Anesthésie et Analgésie des NACs mammifères* [<http://alzarine.vetagro-sup.fr/~lgrenet/Controller/rongeur.php?p=12>] (consulté le 13/09/2021).
- GROBON C. (2013) Bases éthologiques et problèmes comportementaux des principaux NACs (Lapin, Cochon d'Inde, Furet, Rat). Thèse de médecine vétérinaire, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort
- HARKNESS J., TURNER P., VANDEWOUDE S., WHELER C. (2010) Specific diseases and conditions. *In Harkness and Wagner's Biology and Medicine of Rabbits and Rodents*, 5th ed. Ames, Wiley-Blackwell, pp 249-397
- HAWKINS M.G. (2006) The Use of Analgesics in Birds, Reptiles, and Small Exotic Mammals. *J. Exot. Pet Med.* 15(3), 177-192
- HAWKINS M.G., PASCOE P.J. (2021b) Anesthesia, Analgesia, and Sedation of Small Mammals. *In Ferrets, rabbits, and rodents: clinical medicine and surgery*, Eds Quesenberry K.E., Carpenter J.W., Orcutt C., Mans C., 4th ed. St. Louis, Mo., Elsevier/Saunders, pp 536-558
- HERCOCK C.A., PINCHBECK G., GIEJDA A., CLEGG P.D., INNES J.F. (2009) Validation of a client-based clinical metrology instrument for the evaluation of canine elbow osteoarthritis. *J. Small Anim. Pract.* 50(6), 266-271
- HIELM-BJÖRKMAN A.K., RITA H., TULAMO R.-M. (2009) Psychometric testing of the Helsinki chronic pain index by completion of a questionnaire in Finnish by owners of dogs with chronic signs of pain caused by osteoarthritis. *Am. J. Vet. Res.* 70(6), 727-734
- HOLDEN E., CALVO G., COLLINS M., *et al.* (2014) Evaluation of facial expression in acute pain in cats. *J. Small Anim. Pract.* 55(12), 615-621

- HOLOPHERNE-DORAN D., LABOISSIÈRE B., GOGNY M. (2010) Validation of the 4Avet postoperative pain scale in dogs and cats. *Vet. Anaesth. Analg.* 37, 1-17
- HUERKAMP M., MURRAY K., OROSZ S. (1996b) Guinea Pigs. In *Handbook of rodent and rabbit medicine*, Eds Laber-Laird K., Swindle M.M., Flecknell P.A. Oxford, pp 91-103
- IASP (2020) IASP Announces Revised Definition of Pain In IASP [<https://www.iasp-pain.org/PublicationsNews/NewsDetail.aspx?ItemNumber=10475>] (consulté le 25/06/2021).
- JCGM (2012) International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM) In *JCGM 200:2012* [https://www.bipm.org/documents/20126/2071204/JCGM_100_2008_F.pdf/53384399-1e6d-b598-dd17-2831a6b5b812?version=1.10&t=1641292632937&download=true]
- KEATING S.C.J., THOMAS A.A., FLECKNELL P.A., LEACH M.C. (2012) Evaluation of EMLA Cream for Preventing Pain during Tattooing of Rabbits: Changes in Physiological, Behavioural and Facial Expression Responses. *PLoS ONE* 7(9), e44437
- KEOWN A., FARNWORTH M., ADAMS N. (2011) Attitudes towards perception and management of pain in rabbits and guinea pigs by a sample of veterinarians in New Zealand. *N. Z. Vet. J.* 59(6), 305-310
- KOHN D.F., MARTIN T.E., FOLEY P.L., *et al.* (2007) Guidelines for the Assessment and Management of Pain in Rodents and Rabbits. *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.* 46(2), 13
- LANDIS J.R., KOCH G.G. (1977) The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33(1), 159-174
- LANGFORD D.J., BAILEY A.L., CHANDA M.L., *et al.* (2010) Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse. *Nat. Methods* 7(6), 447-449
- LE BARS D., WILLER J.-C. (2004) Physiologie de la douleur. *EMC - Anesth.-Réanimation* 1(4), 227-266
- LEACH M.C., COULTER C.A., RICHARDSON C.A., FLECKNELL P.A. (2011) Are We Looking in the Wrong Place? Implications for Behavioural-Based Pain Assessment in Rabbits (*Oryctolagus cuniculi*) and Beyond? *PLoS ONE* 6(3), e13347
- LEE Y.J., HUSSAIN Z., HUH C.W., LEE Y.J., PARK H. (2018) Inflammation, Impaired Motility, and Permeability in a Guinea Pig Model of Postoperative Ileus. *J. Neurogastroenterol. Motil.* 24(1), 147-158
- LICHTENBERGER M., KO J. (2007) Anesthesia and Analgesia for Small Mammals and Birds. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract.* 10(2), 293-315
- LIN L.I.-K. (1989) A Concordance Correlation Coefficient to Evaluate Reproducibility. *Biometrics* 45(1), 255-268
- LONGLEY L. (2008) Anaesthesia and analgesia in rabbits and rodents. *In Pract.* 30(2), 92-97
- MATHEWS K., KRONEN P.W., LASCELLES D., *et al.* (2014) Guidelines for Recognition, Assessment and Treatment of Pain. *J. Small Anim. Pract.* 55(6), 13-29
- MAYER J., MANS C. (2018) Rodents. In *Exotic animal formulary*, Eds Carpenter J.W., Marion C.J. St. Louis, Missouri, Elsevier, pp 459-493
- MCLEOD L. (2013) What Is Your Guinea Pig Trying to Tell You? In *The Spruce Pets*. [<https://www.thesprucepets.com/guinea-pig-vocalizations-and-body-language-1238882>] (consulté le 16/05/2022).
- MELZACK R., WALL P.D. (1965) Pain Mechanisms: A New Theory. *Science* 150(3699), 971-979
- MICH P.M., HELLYER P.W., KOGAN L., SCHOENFELD-TACHER R. (2010) Effects of a Pilot Training Program on Veterinary Students' Pain Knowledge, Attitude, and Assessment Skills. *J. Vet. Med. Educ.* 37(4), 358-368
- MILLER A.L., RICHARDSON C.A. (2011) Rodent Analgesia. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract.* 14(1), 81-92
- MINARIKOVA A., HAUPTMAN K., JEKLOVA E., KNOTEK Z., JEKL V. (2015) Diseases in pet guinea pigs: a retrospective study in 1000 animals. *Vet. Rec.* 177(8), 200-200

- MOLONY V., KENT J.E. (1997) Assessment of acute pain in farm animals using behavioral and physiological measurements. *J. Anim. Sci.* 75(1), 266-272
- OIE (2021) Bien-être animal. In *OIE - Organisation Mondiale de la Santé Animale*.
[<https://www.oie.int/fr/ce-que-nous-faisons/sante-et-bien-etre-animale/bien-etre-animal/>]
(consulté le 25/11/2021).
- OLIVER V.L., ATHAVALE S., SIMON K.E., *et al.* (2017) Evaluation of Pain Assessment Techniques and Analgesia Efficacy in a Female Guinea Pig (*Cavia porcellus*) Model of Surgical Pain. *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.* 56(4), 425-435
- O'ROURKE D.P. (2004) Disease Problems of Guinea Pigs. In *Ferrets, Rabbits, and Rodents*, Eds Quesenberry K.E., Carpenter J.W., 2nd ed. pp 245-254
- PAUL-MURPHY J. (2007) Critical Care of the Rabbit. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract.* 10(2), 437-461
- PHAN N., BLOME C., FRITZ F., *et al.* (2012) Assessment of Pruritus Intensity: Prospective Study on Validity and Reliability of the Visual Analogue Scale, Numerical Rating Scale and Verbal Rating Scale in 471 Patients with Chronic Pruritus. *Acta Derm. Venereol.* 92(5), 502-507
- PIGNON C. (2018) Reconnaissance et prise en charge de la douleur chez le cochon d'inde. In *CAPdouleur*. [<https://morgan-cahouet-h264.squarespace.com/nac-veille-scientifique-1/2018/11/26/reconnaissance-et-prise-en-charge-de-la-douleur-chez-le-cochon-dinde>]
(consulté le 13/09/2021).
- PIGNON C., MAYER J. (2021) Guinea Pigs. In *Ferrets, rabbits, and rodents: clinical medicine and surgery*, Eds Quesenberry K.E., Carpenter J.W., Orcutt C., Mans C., 4th ed. St. Louis, Mo., Etats-Unis d'Amérique, Elsevier/Saunders, pp 270-297
- POITTE T. (2015a) La douleur, une histoire d'hypersensibilisation. *Point Vét.* n°356, 44-55
- POITTE T. (2015b) La douleur, une histoire de neurones et de mécanismes électriques. *Point Vét.* n°352, 48-54
- POITTE T. (2015c) La douleur, une histoire de synapses et de mécanismes chimiques. *Point Vét.* n°354, 64-73
- POITTE T. (2015d) La douleur, une histoire de contrôles inhibiteurs. *Point Vét.* n°355, 62-68
- REID Jacky, NOLAN A., HUGHES L., *et al.* (2007) Development of the short-form Glasgow Composite Measure Pain Scale (CMPS-SF) and derivation of an analgesic intervention score. *Animal Welfare*, n° 16, 97-104.
- REID J., SCOTT E.M., CALVO G., NOLAN A.M. (2017) Definitive Glasgow acute pain scale for cats: validation and intervention level. *Vet. Rec.* 180(18), 449-449
- REID J., NOLAN A.M., SCOTT E.M. (2018) Measuring pain in dogs and cats using structured behavioural observation. *Vet. J.* 236, 72-79
- REIJGWARD M.L., SCHOEMAKER N.J., PASCUZZO R., *et al.* (2017) The composition and initial evaluation of a grimace scale in ferrets after surgical implantation of a telemetry probe. *PLoS One* 12(11), e0187986
- ROUGHAN J.V., FLECKNELL P.A. (2003) Evaluation of a short duration behaviour-based post-operative pain scoring system in rats. *Eur. J. Pain* 7(5), 397-406
- SADAR M.J., KNYCH H.K., DRAZENOVICH T.L., PAUL-MURPHY J.R. (2018) Pharmacokinetics of buprenorphine after intravenous and oral transmucosal administration in guinea pigs (*Cavia porcellus*). *Am. J. Vet. Res.* 79(3), 260-266
- SHILO Y., PASCOE P.J. (2014) Anatomy, Physiology, and Pathophysiology of Pain. In *Pain Management in Veterinary Practice*, Eds Egger C.M., Love L., Doherty T. Chichester, Wiley-Blackwell, pp 9-27
- SOTOCINAL S.G., SORGE R.E., ZALOUM A., *et al.* (2011) The Rat Grimace Scale: A Partially Automated Method for Quantifying Pain in the Laboratory Rat via Facial Expressions. *Mol. Pain* 7, 1744-8069-7-55

- THOMPSON L. (2014) Recognition and Assessment of Pain in Small Exotic Mammals. *In Pain Management in Veterinary Practice*, Eds Egger C.M., Love L., Doherty T. Chichester, Wiley-Blackwell, pp 391-397
- TIRET L. (2017) Physiologie de la douleur. Polycopié. Maisons-Alfort, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique de physiologie
- USDA (2004) 9 CFR 1.1 -- Definitions. *In E-Code of Federal Regulations*.
[<https://www.ecfr.gov/current/title-9/chapter-I/subchapter-A/part-1/section-1.1>] (consulté le 25/06/2021).
- VARGA M., (2013) Clinical Pathology. *In Textbook of rabbit medicine*, 2nd ed. Londres, Elsevier, pp 111-136
- VARGAS-SCHAFFER G. (2010) L'échelle analgésique de l'OMS convient-elle toujours? : Vingt-quatre années d'expérience. *Can. Fam. Physician* 56(6), e202-e205
- VERTEX42 LLC (2009) Box Plot Template
- VINCENT C. (2020) Développement et validation d'une échelle de douleur chez le lapin. Thèse de médecine vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort
- WALTER S.D., ELIASZIW M., DONNER A. (1998) Sample size and optimal designs for reliability studies. *Stat. Med.* 17(1), 101-110
- WEBER H.W., VAN DER WALT J.J. (1975) Cardiomyopathy in crowded rabbits. *Recent Adv. Stud. Cardiac Struct. Metab.* 6, 471-477
- ZAMPROGNO H., HANSEN B.D., BONDELL H.D., *et al.* (2010) Item generation and design testing of a questionnaire to assess degenerative joint disease-associated pain in cats. *Am. J. Vet. Res.* 71(12), 1417-1424
-

Annexe 1 : Grille complétée par l'observateur 1 à t1 pour chaque individu

	Position	Aplombs	Aspect	Prurit / alopecie	Paupières	Vibrisses	Tremblements	Appétit	Selles	Courbe respi	FR *	Activité	Interactions	Manipulation	Total	Intensité de douleur
Tiramisu	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	Absente
Cookie	0	1	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	Légère
Pixel	1	1	1	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	7	Légère
Jazz	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Absente
Crispy	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	1	0	0	1	7	Légère
Léa	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	5	Légère
Meiko	0	0	1	0	0	0	0	3	3	1	1	1	0	1	11	Modérée
Noisette 1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	4	Absente
Noisette 2	0	0	1	0	0	1	0	2	3	0	0	0	1	1	9	Légère
Pounie 2	1	0	1	0	0	0	1	2	3	0	0	0	1	1	10	Modérée
Sacha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	Absente
Pognon	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	Absente
Salomé	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	6	Légère
Queenie	0	1	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	5	Légère
Punky	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	Absente
Lili	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	4	Absente
Luna	0	0	2	0	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	11	Modérée
Suki	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	Absente
Pitchou	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5	Légère
Yoda	0	0	3	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	8	Légère
Pookie 1	1	0	2	0	1	1	0	1	3	1	1	1	0	1	13	Modérée
Pookie 2	1	0	2	0	0	0	0	0	3	1	1	2	0	1	11	Modérée
Peanut	1	0	1	0	0	0	0	2	2	1	1	2	0	2	12	Modérée
Akou	1	0	2	0	2	2	2	3	0	1	1	2	0	1	17	Sévère
Starcky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	Absente
Kayla	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	2	8	Légère
Pollux 1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	Absente
Pollux 2	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	5	Légère
Nannin	0	0	0	1	2	0	0	0	2	0	1	0	0	0	6	Légère
Bagherra	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	Absente
Tam	0	1	1	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	6	Légère
Cracotte	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	1	0	0	5	Légère
Yuki	0	0	1	0	0	0	0	3	1	0	1	1	0	1	8	Légère
Oréo 1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	1	5	Légère
Oréo 2	1	1	0	0	0	1	2	1	2	0	0	1	0	1	10	Modérée
Touffe 1	1	1	1	0	1	0	2	3	2	0	0	1	0	0	12	Modérée
Pouss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Absente
Tim	1	0	2	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	9	Légère
Osburn	1	0	2	0	0	1	0	1	3	0	0	1	0	1	10	Modérée
Jojo	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	Absente
Mufasa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	Absente
Cookie	0	0	2	0	0	0	2	2	2	0	1	1	0	0	10	Modérée
Kenzo 1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	Absente
Kenzo 2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	5	Légère
Harvey	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	2	5	Légère
Aby	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	1	7	Légère
Yaku	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	Absente
Kimi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	Absente
Bianco 1	1	1	0	0	2	0	1	2	3	0	0	1	0	2	13	Modérée
Bianco 2	1	0	3	0	2	0	2	3	3	0	0	2	2	2	20	Sévère
Massachusette	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	Absente

* FR = Fréquence respiratoire

Annexe 2 : Grille complétée par l'observateur 1 à t2 pour chaque individu

	Position	Aplombs	Aspect	Prurit / alopecie	Paupières	Vibrisses	Tremblements	Appétit	Selles	Courbe respi	FR *	Activité	Interactions	Manipulation	Total	Intensité de douleur
Tiramisu	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	Absente
Cookie	0	1	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	Légère
Pixel	1	1	1	0	0	1	1	1	2	0	1	0	0	0	9	Légère
Jazz	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	Absente
Crispy	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	0	0	1	7	Légère
Léa	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	4	Absente
Meiko	0	0	2	0	0	0	0	3	3	1	1	1	0	1	12	Modérée
Noisette 1	0	0	2	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	6	Légère
Noisette 2	0	0	1	0	0	1	0	2	3	0	0	1	1	1	10	Modérée
Pounie 2	1	0	1	0	0	0	1	2	3	0	0	0	1	1	10	Modérée
Sacha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	Absente
Pognon	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	3	Absente
Salomé	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	2	1	6	Légère
Queenie	0	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	6	Légère
Punky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	Absente
Lili	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	5	Légère
Luna	1	0	2	0	1	1	1	1	2	1	1	1	0	0	12	Modérée
Suki	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	Absente
Pitchou	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	Absente
Yoda	1	0	3	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	9	Légère
Pookie 1	1	0	2	0	1	1	1	1	3	1	1	1	0	1	14	Modérée
Pookie 2	1	0	3	0	1	1	1	0	3	1	1	2	0	1	15	Sévère
Peanut	1	0	1	0	0	1	1	2	2	1	1	2	0	1	13	Modérée
Akou	1	0	1	0	2	1	2	3	0	1	1	2	2	1	17	Sévère
Starcky	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Absente
Kayla	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	2	7	Légère
Pollux 1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	5	Légère
Pollux 2	1	1	0	0	1	1	0	3	2	0	0	0	0	0	9	Légère
Nannin	0	0	2	1	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	7	Légère
Bagherra	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3	Absente
Tam	1	1	1	0	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0	8	Légère
Cracotte	1	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	6	Légère
Yuki	0	0	1	0	0	1	0	3	1	0	1	1	0	1	9	Légère
Oréo 1	0	1	0	0	0	0	2	1	1	0	0	1	0	1	7	Légère
Oréo 2	1	1	2	0	0	1	2	1	2	0	1	1	0	1	13	Modérée
Touffe 1	1	1	1	0	2	0	1	3	2	0	0	1	0	0	12	Modérée
Pouss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	Absente
Tim	0	0	2	0	2	0	1	1	0	1	0	1	0	1	9	Légère
Osburn	1	0	2	0	1	1	0	1	3	0	0	1	0	1	11	Modérée
Jojo	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	Absente
Mufasa	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	Absente
Cookie	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	Absente
Kenzo 1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5	Légère
Kenzo 2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	4	Absente
Harvey	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	5	Légère
Aby	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	1	6	Légère
Yaku	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	Absente
Kimi	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	Absente
Bianco 1	0	1	0	0	1	0	1	2	3	0	0	2	0	2	12	Modérée
Bianco 2	1	0	2	0	0	0	2	3	3	1	0	2	2	2	18	Sévère
Massachussette	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	Absente

* FR = Fréquence respiratoire

Annexe 3 : Grille complétée par l'observateur 2 pour chaque individu

	Position	Aplombs	Aspect	Prurit / alopecie	Paupières	Vibrisses	Tremblements	Appétit	Selles	Courbe respi	FR*	Activité	Interactions	Manipulation	Total	Intensité de douleur
Tiramisu	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	Absente
Cookie	0	1	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5	Légère
Pixel	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	Absente
Jazz	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Absente
Crispy	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	1	6	Légère
Léa	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	3	Absente
Meiko	1	1	2	0	0	1	1	3	3	1	1	2	0	1	17	Sévère
Noisette 1	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	Absente
Noisette 2	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	1	1	7	Légère
Pounie 2	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	1	1	7	Légère
Sacha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	Absente
Pognon	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4	Absente
Salomé	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1	6	Légère
Queenie	0	1	1	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	6	Légère
Punky	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	Absente
Lili	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	4	Absente
Luna	0	0	2	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	6	Légère
Suki	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	Absente
Pitchou	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Absente
Yoda	0	1	3	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	9	Légère
Pookie 1	0	1	2	0	0	0	0	1	3	1	0	1	0	1	10	Modérée
Pookie 2	1	0	3	0	1	1	0	0	3	1	1	2	0	1	14	Modérée
Peanut	0	0	1	0	0	0	0	2	2	1	1	1	0	2	10	Modérée
Akou	1	1	3	0	2	2	2	1	0	1	0	1	0	1	15	Sévère
Starcky	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	Absente
Kayla	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	2	5	Légère
Pollux 1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	Absente
Pollux 2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	Absente
Nannin	0	0	1	1	2	1	1	1	2	0	1	0	0	0	10	Modérée
Bagherra	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	Absente
Tam	0	0	1	0	0	0	1	1	2	0	1	0	0	0	6	Légère
Cracotte	1	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	6	Légère
Yuki	0	0	1	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	1	7	Légère
Oréo 1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	6	Légère
Oréo 2	1	1	1	0	0	1	2	1	2	0	1	1	0	1	12	Modérée
Touffe 1	1	1	1	1	1	0	1	3	2	0	0	1	0	0	12	Modérée
Pouss	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	Absente
Tim	0	0	2	0	2	0	2	1	0	1	0	1	0	1	10	Modérée
Osburn	1	1	1	0	0	1	0	1	3	0	0	1	0	1	10	Modérée
Jojo	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	Absente
Mufasa	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5	Légère
Cookie	0	1	2	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	8	Légère
Kenzo 1	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	Absente
Kenzo 2	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	6	Légère
Harvey	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	2	6	Légère
Aby	0	0	1	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	6	Légère
Yaku	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	3	Absente
Kimi	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	Absente
Bianco 1	1	1	1	0	0	0	0	2	3	0	0	1	0	2	11	Modérée
Bianco 2	1	1	3	0	0	1	0	3	3	0	0	2	2	2	18	Sévère
Massachussette	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	Absente

* FR = Fréquence respiratoire

Annexe 4 : Intensités de douleur présumées et estimées par la grille

	Douleur présumée	Justification	Observateur 1 à t1	Douleur estimée Observateur 1 à t2	Observateur 2
<i>Tiramisu</i>	Sévère	Obstruction urinaire	Absente	Absente	Absente
<i>Pixel</i>	Modérée	Stase gastrique modérée, cystite, urétrite	Légère	Légère	Absente
<i>Jazz</i>	Légère	Dermatose chronique	Absente	Absente	Absente
<i>Crispy</i>	Modérée	Otite externe chronique	Légère	Légère	Légère
<i>Léa</i>	Sévère	Polykystose ovarienne + tumeur mammaire	Légère	Absente	Absente
<i>Pounie 1</i>	Sévère	Otite moyenne + fracture mandibulaire + stase gastrique	Légère	Modérée	Légère
<i>Sacha</i>	Absente	Sain	Absente	Absente	Absente
<i>Pognon</i>	Absente	Sain	Absente	Absente	Absente
<i>Salomé</i>	Absente	Sain	Légère	Légère	Légère
<i>Queenie</i>	Modérée	Maladie dentaire	Légère	Légère	Légère
<i>Punky</i>	Légère	Impaction glandes anales	Absente	Absente	Absente
<i>Lili</i>	Modérée	Arthrose + synovite grasset	Absente	Légère	Absente
<i>Luna</i>	Sévère	Tumeur utérine	Modérée	Modérée	Légère
<i>Suki</i>	Sévère	Kystes ovariens volumineux bilatéraux	Absente	Absente	Absente
<i>Pitchou</i>	Absente	Sain	Légère	Absente	Absente
<i>Peanut</i>	Légère	Masse pulmonaire	Modérée	Modérée	Modérée
<i>Akou</i>	Sévère	Otite moyenne + stase gastrique	Sévère	Sévère	Sévère
<i>Starcky</i>	Légère	Gale	Absente	Absente	Absente
<i>Pollux 1</i>	Modérée	Maladie dentaire	Absente	Légère	Absente
<i>Nannin</i>	Absente	Sain	Légère	Légère	Modérée
<i>Bagherra</i>	Modérée	Obstruction urétérale	Absente	Absente	Absente
<i>Tam</i>	Sévère	Otite moyenne	Légère	Légère	Légère
<i>Cracotte</i>	Modérée	Abcès mandibulaire	Légère	Légère	Légère
<i>Oréo 1</i>	Légère	Dysbiose intestinale	Légère	Légère	Légère
<i>Touffe 1</i>	Modérée	Lithiases vésicales + cystite	Modérée	Modérée	Modérée
<i>Pouss</i>	Absente	Sain	Absente	Absente	Absente
<i>Jojo</i>	Absente	Sain	Absente	Absente	Absente
<i>Mufasa</i>	Sévère	Obstruction urétérale	Absente	Absente	Légère
<i>Coockie</i>	Modérée	Hépatite / pancréatite	Modérée	Absente	Légère
<i>Kenzo 1</i>	Légère	Trichofolliculome	Absente	Légère	Absente
<i>Harvey</i>	Sévère	Dilatation gastrique sévère	Légère	Légère	Légère
<i>Yaku</i>	Absente	Sain	Absente	Absente	Absente
<i>Kimi</i>	Absente	Sain	Absente	Absente	Absente
<i>Massachussette</i>	Modérée	Abcès mandibulaire + ostéite	Absente	Absente	Absente

Annexe 5 : Tableaux comparant les scores attribués à t1 et à t2 par l'observateur 1 pour chaque item

Position

		t2		Total
		0	1	
t1	0	26	10	36
	1	4	11	15
	Total	30	21	51

Aplombs

		t2		Total
		0	1	
t1	0	36	4	40
	1	3	8	11
	Total	39	12	51

Aspect du poil, des yeux et des orifices naturels

		t2				Total
		0	1	2	3	
t1	0	18	3	3	0	24
	1	1	11	2	0	14
	2	0	3	6	2	11
	3	0	0	1	1	2
Total	19	17	12	3	51	

Zone de prurit / d'alopécie

		t2		Total
		0	1	
t1	0	47	1	48
	1	1	2	3
	Total	48	3	51

Fermeture des paupières

		t2			Total
		0	1	2	
t1	0	34	6	0	40
	1	2	3	2	7
	2	1	2	1	4
Total	37	11	3	51	

Oriolation des vibrisses

		t2			Total
		0	1	2	
t1	0	35	9	0	44
	1	1	5	0	6
	2	0	1	0	1
Total	36	15	0	51	

Tremblements / mouvements spasmodiques

		t2			Total
		0	1	2	
t1	0	32	6	1	39
	1	1	6	0	7
	2	1	1	3	5
	Total	34	13	4	51

Courbe respiratoire

		t2			Total
		0	1	2	
t1	0	43	1		44
	1	0	7		7
	Total	43	8		51

Fréquence respiratoire

		t2		Total
		0	1	
t1	0	25	2	27
	1	12	12	24
	Total	37	14	51

Activité / vigilance

		t2			Total
		0	1	2	
t1	0	24	3	0	27
	1	2	15	1	18
	2	0	2	4	6
	Total	26	20	5	51

Annexe 6 : Tableaux comparant les scores attribués par les observateurs 1 et 2 pour chaque item

Position

		Observateur 2		Total
		0	1	
Observateur 1	0	33	3	36
	1	8	7	15
	Total	41	10	51

Aplombs

		Observateur 2		Total
		0	1	
Observateur 1	0	31	9	40
	1	6	5	11
	Total	37	14	51

Aspect du poil, des yeux et des orifices naturels

		Observateur 2				Total
		0	1	2	3	
Observateur 1	0	17	6	1	0	24
	1	4	8	2	0	14
	2	2	2	5	2	11
	3	0	0	0	2	2
Total	23	16	8	4	51	

Zone de prurit / d'alopecie

		Observateur 2		Total
		0	1	
Observateur 1	0	47	1	48
	1	0	3	3
	Total	47	4	51

Fermeture des paupières

		Observateur 2			Total
		0	1	2	
Observateur 1	0	36	4	0	40
	1	2	4	1	7
	2	2	0	2	4
Total	40	8	3	51	

Orientation des vibrisses

		Observateur 2			Total
		0	1	2	
Observateur 1	0	37	7	0	44
	1	4	2	0	6
	2	0	0	1	1
Total	41	9	1	51	

Tremblements / mouvements spasmodiques

		Observateur 2			
		0	1	2	Total
Observateur 1	0	22	17	0	39
	1	6	0	1	7
	2	1	2	2	6
	Total	29	19	3	51

Courbe respiratoire

		Observateur 2		
		0	1	Total
Observateur 1	0	44	0	44
	1	1	6	7
	Total	45	6	51

Fréquence respiratoire

		Observateur 2		
		0	1	Total
Observateur 1	0	25	2	27
	1	12	12	24
	Total	37	14	51

Activité / vigilance

		Observateur 2			
		0	1	2	Total
Observateur 1	0	25	2	0	27
	1	5	12	1	18
	2	0	4	2	6
	Total	30	18	3	51

GRILLE D'ÉVALUATION DE LA DOULEUR CHEZ LE COCHON D'INDE : MISE EN PLACE ET VALIDATION

AUTEUR : Floriane BENEDETTI

RÉSUMÉ :

La douleur est une expérience complexe, sensorielle et émotionnelle déclenchée par une atteinte tissulaire réelle ou potentielle. Son absence est une condition *sine qua non* au bien-être animal. L'utilisation d'échelle multiparamétrique permet une évaluation rapide de la douleur afin d'optimiser la prise en charge de cette dernière. A ce jour, aucune échelle semblable n'existe chez le cochon d'Inde bien que cette espèce, faisant partie des nouveaux animaux de compagnie, prenne une place grandissante dans la patientèle vétérinaire.

L'objectif de cette étude a été d'élaborer et de valider une grille d'évaluation de la douleur chez le cochon d'Inde pour son utilisation en contexte clinique. Pour cela, cette grille a été conçue en s'appuyant sur des échelles préexistantes chez d'autres espèces, à partir des signes exprimés lors de douleur par le cochon d'Inde et décrits dans la littérature.

Cette grille est composée de 14 items regroupés en quatre composantes : apparence, fonctionnelle, physiologique et comportementale. Lors de son utilisation, l'observation et la manipulation du cochon d'Inde permettent d'attribuer un score à chaque item. Le score total ainsi obtenu, allant de 0 à 26, a pour but de donner une indication sur l'intensité de la douleur ressentie.

L'étude expérimentale pour la validation de cette grille a été menée sur quarante-cinq cochons d'Inde adultes présentés au Centre hospitalier universitaire vétérinaire d'Alfort entre mars 2021 et mars 2022. L'analyse statistique a montré que la grille avait une répétabilité et une reproductibilité inter-opérateurs « très bonnes ». La concordance entre les intensités de douleur obtenues avec la grille et celles présumées était « passable ». La sensibilité de la grille était de 52 % et la spécificité de 78 %. L'évaluation de la répétabilité et de la reproductibilité de certains items ont mis en évidence ceux nécessitant d'être clarifiés pour la bonne compréhension de la grille.

L'apport de modifications suivi de nouvelles étapes de validation à l'aide d'un plus grand nombre d'animaux sont nécessaires pour améliorer cette grille et permettre son utilisation clinique.

MOTS CLÉS :

COCHON D'INDE, DOULEUR, EVALUATION, GRILLE, ECHELLE, ANALGESIE, CLINIQUE, VALIDATION, COMPORTEMENT

JURY :

Président : Pr Loïc DESQUILBET

Directeur de thèse : Dr Charly PIGNON

Examinatrice : Pr Caroline GILBERT

GUINEA PIG ASSESSMENT PAIN SCALE: DEVELOPMENT AND VALIDATION

AUTHOR: Floriane BENEDETTI

SUMMARY:

Pain is a complex, sensory and emotional experience triggered by present or potential tissue damage. Its absence is a prerequisite for animal welfare. The use of a multiparametric scale allows a rapid evaluation of pain in order to optimize its management. Such scale does not exist for guinea pigs, although this species, being part of the exotic pets, is taking a growing place in the veterinary patient base.

The goal of this study was to develop and validate a pain assessment scale for guinea pigs useful in clinic for veterinarians. To achieve this goal, this scale was based on pre-existing scales in other species and created with the criteria described in the literature to be linked with the presence of pain in guinea pigs.

This scale was composed of 14 descriptors grouped in four categories: one related to appearance, one functional, one physiological and a behavioral component. During its use, the observation and manipulation of guinea pigs allowed to assign a score to each item. The total score obtained, ranging from 0 to 26, is intended to give an indication of the intensity of pain.

The experimental study for the validation of this scale was conducted on forty-five adult guinea pigs presented at the Teaching Hospital of Alfort between March 2021 and March 2022. Statistical analysis showed that the scale had "very good" repeatability and intra-operator reproducibility. Agreement between pain intensities obtained with the scale and the expected pain was "fair". The sensitivity of the scale was 52% and the specificity was 78%. The evaluation of the repeatability and reproducibility of some items highlighted those that needed to be clarified for the proper understanding of the scale.

Modifications followed by further validation steps using a larger number of animals are necessary to improve this scale and to allow its clinical use.

KEYWORDS:

GUINEA PIGS, PAIN, EVALUATION, ASSESSMENT, SCALE, ANALGESIA, CLINIC, VALIDATION, BEHAVIOR

JURY:

Chairperson: Pr Loïc DESQUILBET

Thesis Director: Dr Charly PIGNON

Reviewer: Pr Caroline GILBERT