

Développement d'une méthode d'euthanasie par électrocution acceptable pour les porcs en élevage et sécuritaire pour les travailleurs

Rapport final

Martine Denicourt¹
Christian Klopfenstein²
Valérie Dufour²
Francis Pouliot²

Mai 2009

¹ Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal

² Centre de développement du porc du Québec inc.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Répondant : Claude Miville, agr., M. Sc.,
Fédération des producteurs de porcs du Québec

Responsables scientifiques du projet : Martine Denicourt, D.M.V., M. Sc.,
Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de
Montréal

Christian Klopfenstein, D.M.V., Ph. D.,
Centre de développement du porc du Québec inc.
(CDPQ)

ÉQUIPE DE RÉDACTION

Martine Denicourt et Christian Klopfenstein
Valérie Dufour, M. Sc., CDPQ
Elizabeth Gobeil Tremblay, CDPQ
Joël Rivest, Ph. D., CDPQ

Collaborateurs :

Francis Pouliot, ing., M.B.A., CDPQ
Pierre Lachapelle, ing. el., Benoit Baillargeon inc.
Andréanne Caron, étudiante, CDPQ
Joël Rivest, analyste, CDPQ
Guy Beauchamp, Ph. D., statisticien, Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de
Montréal
Sylvie D'Allaire, D.M.V., Ph. D., Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal

© Centre de développement du porc du Québec inc.
Dépôt légal 2009
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada
ISBN 978-2-922276-23-7

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce au soutien financier des partenaires suivants : le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) par l'intermédiaire du Programme pour l'avancement du secteur canadien de l'agriculture et de l'agroalimentaire (PASCAA) d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), la Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ), le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec par l'intermédiaire de son Programme d'appui financier aux associations de producteurs et organismes désignés (MAPAQ); la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal (FMV); le Centre de développement du porc du Québec inc. (CDPQ); l'Agricultural Adaptation Council of Ontario (AAC); le Manitoba Rural Adaptation Council Inc. (MRAC) et le Saskatchewan Council for Community Development Inc. (SCCD). Merci également à tous les producteurs de porcs qui ont fourni des porcs ayant permis de développer cette nouvelle méthode d'euthanasie et au support technique lors des différentes procédures.

Nous tenons également à remercier trois personnes du CDPQ pour leur travail dans ce projet soit, Johanne Nadeau, documentaliste, Monia Tremblay, secrétaire de recherche et développement et Élise Gauthier, responsable des communications. Finalement, nous voulons souligner la contribution de Mme Janie Lévesque, agronome consultante, pour la préparation du matériel didactique et de l'encart pour le feuillet d'information de la FPPQ.



Table des matières

TABLE DES MATIÈRES	I
LISTE DES TABLEAUX	IV
LISTE DES FIGURES	V
GLOSSAIRE	VII
ABRÉVIATIONS	IX
RÉSUMÉ	X
1. INTRODUCTION	1
2. REVUE DE LA LITTÉRATURE	2
2.1 Mise à mort des animaux	2
2.2 Euthanasie	2
2.3 Assommeurs électriques	4
2.4 Insensibilisation	5
2.4.1 Activité épileptiforme	6
2.4.1.1 Phase tonique	6
2.4.1.2 Phase clonique	6
2.4.1.3 Retour à la conscience	7
2.4.2 Perte du tonus musculaire et vocalisations	8
2.4.3 Mydriase et réflexe cornéen	8
2.4.4 Nociception	8
2.4.5 Respiration	8
2.4.6 Activité électrique cérébrale anormale	8
2.5 Techniques d'électrocution	10
2.5.1 Technique en deux	10
2.5.2 Technique en une étape	10
2.6 Facteurs qui modifient les effets du courant électrique	10
2.6.1 Durée d'application du courant	12
2.6.2 Intensité électrique (ampère(s))	12
2.6.2.1 Tension électrique (volts)	14
2.6.2.2 Fréquence du courant (Hertz)	14
2.6.2.3 Forme des ondes	15
2.6.2.4 Électrodes de contact	15
2.6.3 Trajet du courant	16
2.6.3.1 Positionnement des électrodes (pinces) sur la tête	17
2.6.3.2 Autre positionnement des électrodes	18
2.7 Appareillage pour l'électrocution des porcs	18
3. HYPOTHÈSE ET OBJECTIFS	19
3.1 Hypothèse	19
3.2 Objectif général	19
3.3 Objectifs spécifiques	19
4. PLAN DE TRAVAIL	20

4.1	Développement de la technologie	20
4.2	Diffusion des résultats et validation de la technologie	20
5.	MATÉRIEL ET MÉTHODE	21
5.1	Animaux	21
5.2	Appareillage et mesures électriques	21
5.3	Collecte et traitement des données de l'électrisation	23
5.4	Durée et tension lors de l'électrocution	24
5.5	Caractérisation des effets de l'électrisation avec les tensions domestiques.....	25
5.5.1	Évaluation des activités motrices.....	25
5.5.2	Encéphalogramme et électrocardiogramme	26
5.6	Évaluation de l'insensibilisation.....	26
5.7	Évaluation de la mort de l'animal	26
5.8	Électrodes et points de contact	27
5.9	Contention des animaux	29
5.10	Gestion des données	29
5.10.1	Base de données	29
5.10.2	Catégorisation des poids.....	29
5.10.3	Catégorisation des connexions	29
5.10.4	Catégorisation de la conscience de l'animal	30
5.10.5	Catégorisation des fréquences.....	30
5.10.6	Catégorisation des électrisations	30
5.11	Tests statistiques	30
6.	RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	31
6.1	Sélection des électrodes et points de contact (6 V)	31
6.2	Techniques d'électrocution retenues	32
6.3	Évaluation comportementale des deux techniques retenues lors de l'électrocution (110 V, 5 s).....	33
6.4	Évaluation de l'activité cérébrale (EEG) et cardiaque (ECG).....	35
6.5	Impédance à basse tension (6 VCA) et avec les tensions domestiques (110 VCA et 220 VCA).....	36
6.6	Durée d'application de la tension électrique	38
6.7	Impact du poids et de l'état de chair de l'animal	40
6.8	Courant circulant durant l'électrocution à 110 VCA	41
6.9	Insensibilisation par électrisation (électronarcose)	42
6.10	Porcelets de moins de 5 kg	43
7.	CONCLUSION DE L'ÉTUDE.....	44
8.	DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL COMMERCIAL.....	45
8.1	Conception de l'appareil.....	45
8.2	Déroulement d'une euthanasie par électrocution.....	46
9.	BIBLIOGRAPHIE.....	48
ANNEXE A	DIFFUSION DES RÉSULTATS	51

ANNEXE B	SOUS-COMITÉ BIEN-ÊTRE DE LA FILIÈRE PORCINE.....	53
ANNEXE C	LETTRE D'APPUI.....	55
ANNEXE D	EXACTITUDE ET PRÉCISION DES MULTIMÈTRES.....	57
ANNEXE E	TRAITEMENT DES DONNÉES D'ÉLECTRISATION.....	61
ANNEXE F	DÉFINITION DES VARIABLES ENREGISTRÉES.....	63
ANNEXE G	PROTOCOLE D'ANESTHÉSIE ET EFFETS DE L'AZAPÉRONE.....	67
ANNEXE H	ENCART DE LA FICHE EUTHANASIE DES PORCS À LA FERME- LES OPTIONS DU PRODUCTEUR.....	69

Liste des tableaux

Tableau 2-1.	Description de la durée des phases clonique et tonique lors de l'assommage des porcs par électrisation avec différentes sources de courant alternatif (Volts en courant alternatif - VCA à 50 Hz)	7
Tableau 2-2.	Description du courant circulant lors de l'insensibilisation des porcs avec différentes techniques et des sources de courant alternatif de différentes tensions (VAC) et fréquences (Hz)	13
Tableau 2-3.	Variation théorique du courant circulant entre deux électrodes avec l'élévation de la tension de la source de courant alternatif (courant = tension/impédance).....	14
Tableau 5-1.	Nombre d'animaux dans chaque strate de poids.....	21
Tableau 5-2.	Code et description des différentes électrodes et points de contact.....	27
Tableau 5-3.	Liste des principales connexions testées (n>10) et leur nombre de répétitions.....	28
Tableau 6-1.	Impédance (Ω) à basse tension (6 VCA)	33
Tableau 6-2.	Durée moyenne de la phase tonique et de la phase de tremblement.....	34
Tableau 6-3.	Présence de critères visuels durant la phase de tremblement selon la connexion (% des porcs).....	35
Tableau 6-4.	Myoclonie, gasp et mouvement des pattes durant la phase de tremblement (% des porcs) selon le statut de l'animal.....	35
Tableau 6-5.	Nombre de porcs électrocutés durant 5 s selon chaque strate de poids et chaque tension.....	39
Tableau 6-6.	Mesure d'intensité, d'impédance et de tension sur deux porcs ayant reçu une décharge électrique d'une durée de 3 s.....	39
Tableau 6-7.	Comparaison des caractéristiques des deux méthodes sélectionnées	42
Tableau 6-8.	Mesures d'intensité et d'impédance chez des animaux ayant reçu une décharge électrique de 5 s au niveau de la tête	42
Tableau 6-9.	Intensité (A) mesurée chez des porcelets de moins de 5 kg selon la connexion et la durée de l'électrocution avec une tension de 110 VCA	43
Tableau 9-1.	Précision et caractéristiques fonctionnelles du multimètre (Fluke®, modèle 45) pour la mesure du courant et de la tension (1 seule mesure par appareil).....	58

Liste des figures

Figure 2-1.	Exemples d'équipement d'assomage électrique des porcs pour les abattoirs	5
Figure 2-2.	Variation de l'impédance d'une truie, connectée entre la patte avant et la queue, selon l'augmentation de la fréquence du courant	11
Figure 2-3.	Positions de pinces observées en abattoir 1) Entre un œil et la base de l'oreille opposée; 2) Entre les deux bases des oreilles; 3) Entre les deux côtés du cou, derrière les oreilles; 4) Entre le dessus de la tête et le dessous de la mandibule; 5) Entre les deux côtés de la mâchoire supérieure	17
Figure 5-1.	Description schématique du montage. Le voltmètre mesurait la tension et la fréquence du courant. L'ampèremètre mesurait le courant circulant.	21
Figure 5-2.	Multimètres en fonction	22
Figure 5-3.	Générateur d'électricité	23
Figure 5-4.	Générateur de fréquence	23
Figure 5-5.	Description des principales électrodes.....	28
Figure 5-6.	Cage de contention	29
Figure 6-1.	Impédance mesurée à basse tension (6 V) avec diverses connexions (type d'électrode et position)	31
Figure 6-2.	Lasso-sonde anale	32
Figure 6-3.	Lasso-ceinture métallique	32
Figure 6-4.	Durée des phases toniques et de tremblement durant et après l'électrocution de 5 s selon la connexion utilisée ou selon le statut de l'animal	33
Figure 6-5.	Mesures d'activité cérébrale (noire) et cardiaque (rouge).....	36
Figure 6-6.	Relation entre les valeurs d'impédance à basse tension (6 VCA, 600 Hz) et la tension domestique (110 VCA, 60 Hz) (valeur en log base 10)	37
Figure 6-7.	Relation entre les valeurs d'impédance 110 VCA et à 220 VCA.	38
Figure 6-8.	Relation entre l'impédance évaluée avec divers voltages et fréquences pour la connexion Lasso-rectale	40
Figure 6-9.	Intensité du courant (moyenne \pm écart-type) obtenu durant l'euthanasie (110 VCA, 60 Hz) par classe de poids pour les deux connexions retenues (Lasso-rectale et Lasso-ceinture).....	41
Figure 6-10.	Courant mesuré durant l'électrocution des porcs (110 VCA, 60 Hz) pour les deux connexions retenues (Lasso-rectale et Lasso-ceinture)	41
Figure 8-1.	Prototype du chariot électrocuteur SPEE.....	45
Figure 8-2.	Animal en contention dans une SPEE	46

Glossaire

Ampère (A)* : unité de courant électrique

Clonique* : se dit d'une convulsion caractérisée par une série de contractions musculaires rapides plus ou moins régulières produisant de grands mouvements.

Convulsion* : contraction involontaire et instantanée, déterminant des mouvements localisés à un ou plusieurs groupes musculaires ou généralisés à tout le corps. Cette contraction musculaire involontaire peut être tonique ou clonique.

Courant alternatif (c.a.)* : courant électrique dont la circulation du flux s'inverse périodiquement.

Courant continu (c.c.)* : courant électrique dont la circulation du flux se fait toujours dans le même sens.

Courant (électrique)* : déplacement de charges électriques dans la matière ou dans le vide. Le courant est alternatif ou continu. L'intensité du courant électrique se mesure en ampères (A).

Électrisation : passage de l'électricité dans le corps.

Électrocution* : mort par passage du courant électrique dans l'organisme.

Électronarcose* : méthode d'insensibilisation et d'immobilisation des animaux par passage d'un courant électrique dans le cerveau.

Euthanasie : le terme « euthanasie » prend origine des mots grecs : eu (bien) et thanos (mort). Ainsi, l'euthanasie se définirait comme une mort douce.

Flasque : se dit d'un muscle, d'un membre ou d'une région du corps en état de flaccidité, c'est-à-dire une absence de toute tonicité.

Fréquence* : nombre de cycles complets parcourus par seconde par un courant alternatif. L'unité de fréquence est le hertz (Hz).

Gasps : mouvements respiratoires de grandes amplitudes qui surviennent après l'arrêt circulatoire et après la perte totale des fonctions cérébrales supérieures (Chevillon *et al.*, 2004). Inspiration agonique terminale, phénomène immédiatement prémortel, marqué par la reprise, après une pause respiratoire qu'on aurait pu croire définitive, de deux ou trois inspirations difficiles qui sont les dernières (GDT*).

Impédance* : caractéristique électrique d'un circuit alternatif qui définit, pour une puissance donnée qui le traverse, le rapport de la tension à l'intensité. Obstacle, opposition que rencontre un courant alternatif pour circuler dans un circuit. Unité : ohm (Ω).

Insensibilisation : décrit le processus qui consiste à rendre l'animal inconscient et insensible.

Multimètre* : appareil, à calibres et à fonctions multiples, qui est utilisé pour mesurer différentes grandeurs liées à un courant électrique. Il peut servir ainsi d'ampèremètre, d'ohmmètre, de voltmètre, de décibel-mètre, etc.

Myoclonie* : contraction brève et involontaire d'un ou plusieurs muscles, sans déplacement corporel lors qu'il s'agit d'un petit muscle agissant sur un gros segment du corps; avec déplacement lorsqu'il s'agit d'un gros muscle ou d'un petit muscle agissant sur un petit segment.

Nystagmus* : succession de mouvements rythmiques des globes oculaires, linéaires ou rotatoires.

Ohm (Ω)* : unité de mesure de la résistance électrique.

Opisthotonos* : contracture généralisée avec dos arqué en hyper extension, tête renversée en arrière, grande rigidité des muscles du cou et du dos.

Phase tonique : période pendant laquelle il y a une ou des contractions musculaires involontaires démontrant une raideur musculaire uniforme et prolongée. Le porc est raide et en extension complète.

Phase clonique : période pendant laquelle, les muscles squelettiques présentent des séries de secousses rythmées de façon involontaire. On peut observer une alternance de phases brèves de relâchement et de contractions.

Pédalage : action de pousser à l'aide d'un pied (patte) sur le sol (GDT). Dans notre évaluation, le pédalage est défini par une séquence de plus de 3 mouvements d'un ou de plusieurs membres de l'animal lors de convulsions à la suite de l'électrocution.

Résistance (R)* : la résistance exprime l'opposition au passage du courant électrique; elle s'exprime en ohms.

Tension (U)* : différence entre les potentiels de deux points d'un circuit électrique. En français, le terme « voltage » est à éviter. L'unité de mesure en est le volt (V).

Tonique : qualifie principalement une forme lente et soutenue de contraction musculaire, ainsi que les muscles qui présentent ce type de contraction : muscle tonique.

Transformateur* : dispositif transformant un type d'énergie en un autre.

Volt (V)* : unité du système international servant à la mesure de la différence de potentiel (tension électrique).

Note : les définitions précédées d'un astérisque (*) proviennent du [Grand dictionnaire terminologique](#) (GDT) de l'Office québécois de la langue française.

Abréviations

A :	ampère
CA :	courant alternatif
CDPQ :	Centre de développement du porc du Québec inc.
CO ₂ :	gaz carbonique (dioxyde de carbone)
EEG :	électroencéphalogramme
ECG :	électrocardiogramme
ex. :	exemple
FPPQ :	Fédération des producteurs de porcs du Québec
Hz :	hertz
kg :	kilogramme
mA :	milliampère
mg :	milligramme
mm :	millimètre
ms :	milliseconde
R :	résistance
RC :	résistance-capacité
s :	seconde
SPEE :	Safe and painless euthanasia by electrocution
µA :	microampère
V :	volt
VCA :	volt en courant alternatif
VCC :	volt en courant continu

Résumé

L'euthanasie des porcs fragilisés est une procédure courante à la ferme. L'objectif du projet était de développer une méthode d'euthanasie par électrocution avec une source de courant domestique (110 VCA ou 220 VCA) en une seule étape. La technique devait permettre d'électrocuter des porcs de 5 à 105 kg, de respecter les exigences relatives au bien-être des porcs, à l'acceptabilité sociale de la pratique et à la sécurité des travailleurs.

Les travaux ont été effectués sur 91 porcs commerciaux fragilisés de plus de 5 kg. Dans un premier temps, les connexions (électrodes et points de contact) avec le plus de potentiel pour l'électrocution ont été identifiées par l'estimation de l'impédance à basse tension (6 VCA) sur des porcs vivants anesthésiés. Les connexions retenues sont : 1) sonde anale combinée à un lasso en acier fixé autour de la mâchoire supérieure; 2) ceinture métallique autour de l'abdomen combinée au lasso autour de la mâchoire supérieure. Ces techniques ont permis d'électrocuter efficacement des porcs de 5-105 kg. Le courant circulant a été similaire pour les deux méthodes (moyenne de 0,96 A, min. de 0,55 A, max. de 1,42 A), mais il était influencé par le poids des porcs. Les courants les plus élevés étaient mesurés chez les porcs plus lourds. Lors d'une électrocution réussie, les activités motrices suivantes peuvent être observées : phase tonique (durant et après l'électrocution), effondrement de l'animal, une phase de tremblements musculaires sans pédalages avec un relâchement graduel du tonus de tous les muscles pour atteindre une phase flasque irréversible.

Après la coupure du courant, tous les porcs ont eu les pupilles dilatées et ont été en fibrillation cardiaque. Aucun réflexe cornéen, nociceptif ou respiratoire n'a été observé. Toutes ces constatations suggèrent que cette méthode d'électrocution a été très efficace pour l'abattage technique des porcs.

La connexion utilisant un lasso au groin et une ceinture abdominale métallique a été retenue pour développer une unité mobile sécuritaire (SPEE) fonctionnant à l'aide d'une pile de 12 V et d'un transformateur. Un encart pour le feuillet technique de la Fédération des producteurs de porcs du Québec sur l'euthanasie des porcs à la ferme traitant de la technique d'euthanasie par électrocution a été produit. De même, la formation pour les producteurs a été mise à jour afin de présenter le SPEE.

1. Introduction

Au cours des dernières années, les conditions d'élevage de transport et d'abattage des porcs sont devenues une préoccupation grandissante chez le public. En production animale, il est malheureusement impossible d'éviter que certains animaux se blessent ou soient malades. Afin de mettre fin aux souffrances inutiles, il devient nécessaire de les euthanasier. De plus, avec la récente réglementation canadienne sur le transport des animaux, il n'est plus possible pour un producteur de transporter lui-même ou de faire transporter par un tiers un animal fragilisé si les conditions du transport peuvent conduire à des souffrances inutiles. L'application plus rigoureuse de cette politique par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) a pour effet d'augmenter le nombre d'euthanasies de porcs fragilisés à la ferme.

Pour l'euthanasie à la ferme, des normes et des recommandations sont établies en fonction de l'espèce, de l'âge et de l'état de santé des animaux visés. Les procédures d'euthanasie reconnues doivent permettre d'éviter toute situation pouvant causer de l'excitation, de la peur et de la douleur à l'animal. La contention de l'animal doit être minimale et non stressante. La procédure d'euthanasie doit engendrer une perte de conscience rapide suivie d'une mort rapide ([AVMA, 2001](#)). L'animal ne doit pas souffrir ou agoniser. La procédure d'euthanasie doit être efficace, simple à exécuter, sécuritaire pour l'opérateur, irréversible pour l'animal et économiquement abordable (si possible). Finalement, l'aspect esthétique de l'ensemble de la procédure ne doit pas être négligé car c'est un aspect primordial pour que la méthode soit considérée comme acceptable par la personne en charge de l'euthanasie à la ferme et pour le public en général.

Le guide québécois « Euthanasie des porcs à la ferme : les options du producteur » ([FPPQ, 2003](#)), le guide américain « On farm euthanasia of swine – Options for the producer » ([AASV et NPPC, 1997](#)) ainsi que le guide français « Euthanasie en élevage de porcs » ([Chevillon et al., 2004](#)) recommandent différentes méthodes d'euthanasie des porcs à la ferme. Les procédures recommandées par ces guides comportent plusieurs méthodes de traumatismes crâniens (armes à feu, pistolet percuteur et choc crânien), la surdose d'anesthésiques (sous surveillance vétérinaire seulement), l'intoxication au CO₂ et l'électrocution.

Les règles proposées pour réaliser l'électrocution des porcs sont basées sur les travaux effectués pour optimiser les techniques d'assommage électrique des porcs avant l'abattage. À notre connaissance, il n'existe pas d'appareil commercial spécifiquement développé pour l'électrocution des porcs fragilisés à la ferme. Par contre, depuis quelques années, certains producteurs québécois ont malgré tout utilisé à leur façon diverses techniques d'électrocution avec des sources de 110 ou 220 volts (V), facilement accessibles à la ferme, sans toutefois maîtriser convenablement la technique.

L'électrocution des porcs avec une source de courant de 110 ou 220 VCA n'est généralement pas considérée comme étant adéquate par les experts en bien-être animal et les techniques utilisées à la ferme ne sont pas sécuritaires. Comme décrite précédemment, cette situation s'explique essentiellement par le manque d'information et de données crédibles pour montrer l'efficacité d'une technique d'électrocution des porcs. Des travaux préliminaires réalisés par [Denicourt et al., \(2006\)](#) suggèrent qu'il soit possible d'électrocuter efficacement des porcs avec une source de courant de 110 VCA, lorsque les électrodes sont appliquées aux bons endroits.

L'objectif de ce projet est de mettre au point une méthode d'euthanasie « clés en main » par électrocution, pour les porcs fragilisés à la ferme qui respecte les exigences relatives au bien-être des porcs, à l'acceptabilité sociale de la pratique et à la sécurité des travailleurs, le tout devant être à prix abordable.

2. Revue de la littérature

2.1 Mise à mort des animaux

Plusieurs situations justifient ou nécessitent la mise à mort des animaux. Les principales sont :

1) En clinique : euthanasie d'animaux de compagnie; 2) À la ferme : animaux blessés, fragilisés; 3) Société protectrice des animaux, refuges : surpopulation, abandon, raisons médicales; 4) Productions animales : abattoirs, industrie de la fourrure; 5) Laboratoires de pathologie, nécropsie; 6) Situations extrêmes, d'urgence : ex. : animal gravement blessé, accident routier, catastrophe naturelle, échouement de mammifères marins; 7) Faune sauvage : régulation des populations ou des épizooties; 8) Crise sanitaire : euthanasie en masse lors d'épidémies, ex. : fièvre aphteuse, grippe aviaire; 9) Recherche : dans ce contexte particulier, les besoins déterminés par les objectifs de l'expérience et les exigences du protocole expérimental; 10) Enseignement : bien que de moins en moins fréquente grâce à l'usage de méthodes alternatives, le sacrifice d'animaux est encore réalisé au profit de l'enseignement à plusieurs niveaux de scolarité (adapté de Kona-Boun, 2005).

La littérature sur l'euthanasie des animaux de ferme abonde pour la finalité de la production de la viande (situation #4). Ce projet de recherche s'intéresse principalement à la problématique de la mise à mort des porcs à la ferme (situation #2). À noter que dans la littérature française, les auteurs utilisent souvent le terme « abattage technique » pour décrire la mise à mort des animaux à la ferme. Le lecteur doit comprendre que les règles et les contraintes des deux situations sont fort différentes.

À l'abattoir, il est impératif de maintenir la fonction cardiaque durant toute la saignée pour maximiser l'élimination du sang et ainsi assurer une bonne qualité de viande. Par ailleurs, les techniques d'abattage doivent être très rapides pour permettre l'abattage d'un grand nombre d'animaux en peu de temps. À la ferme, les principales contraintes sont associées à la simplicité et l'acceptabilité de la procédure sans aucune considération pour la qualité de la viande.

La mort de l'animal devrait être confirmée par un examen en vue de diagnostiquer l'arrêt des signes vitaux ([AVMA, 2001](#)). L'arrêt des battements cardiaques et de la respiration ainsi que l'absence de réflexes sont de bons indicateurs d'une mort irréversible ([Close et al., 1996](#)).

Plusieurs techniques ancestrales et modernes permettent la mise à mort des animaux à la ferme. Dans les sociétés modernes, les experts favorisent les techniques qui minimisent la souffrance et le stress des animaux. Les techniques de mise à mort les plus acceptables pour les animaux sont généralement décrites par le vocable « euthanasie ».

2.2 Euthanasie

Le terme « euthanasie » prend origine des mots grecs : eu (bien) et thanos (mort). Ainsi, l'euthanasie se définit comme une mort douce. Les différentes techniques d'euthanasie peuvent être classifiées en trois catégories selon le mécanisme d'action : 1) hypoxie cérébrale, directe ou indirecte; 2) dépression directe des neurones nécessaires à la vie; 3) perturbation physique de l'activité cérébrale et destruction des neurones nécessaires à la vie ([Kona-Boun, 2005](#)). La dernière catégorie est généralement décrite par le vocable « méthodes physiques ».

Pour l'euthanasie à la ferme, différentes organisations proposent des normes et des recommandations en fonction de l'espèce, de l'âge et de l'état de santé des animaux ([Working Party Report, 1996](#); [AVMA, 2001](#)). Les procédures d'euthanasie reconnues doivent permettre d'éviter toute situation pouvant causer de l'excitation, de la peur et de la douleur à l'animal. La contention de l'animal doit être minimale et non stressante. La procédure d'euthanasie doit engendrer une perte de conscience et une mort rapide. L'animal ne doit pas souffrir ou agoniser. La procédure d'euthanasie doit être efficace, simple à exécuter, sécuritaire pour l'opérateur, irréversible pour l'animal et économiquement abordable. Finalement, l'aspect esthétique de l'ensemble de la procédure ne doit pas être négligé car c'est un aspect primordial pour que la méthode soit considérée comme acceptable par la personne en charge de l'euthanasie à la ferme et pour le public en général.

Le guide québécois « Euthanasie des porcs à la ferme : les options du producteur » ([FPPQ, 2003](#)), le guide américain « On farm euthanasia of swine – Options for the producer » ([AASV et NPPC, 1997](#)) ainsi que le guide français « Euthanasie en élevage de porcs » ([Chevillon et al., 2004](#)) recommandent différentes méthodes d'euthanasie des porcs à la ferme. Les procédures recommandées par ces guides comportent plusieurs méthodes de traumatismes crâniens (armes à feu, pistolet percuteur et choc crânien), la surdose d'anesthésiques (sous surveillance vétérinaire seulement), l'intoxication au CO₂ et l'électrocution.

Les méthodes traumatiques telles que le trauma cérébral par choc crânien, le pistolet percuteur et parfois même l'arme à feu sont les procédures le plus souvent utilisées à la ferme car elles sont les plus abordables économiquement. Il n'en demeure pas moins que leur application dans les fermes n'est pas toujours évidente car les aspects technique et visuel rebutent psychologiquement beaucoup de producteurs. Les méthodes d'euthanasie impliquant un trauma crânien laissent une impression de brutalité ancestrale. De plus, le trauma crânien se traduit par un écoulement sanguin et les animaux euthanasiés par cette méthode présentent habituellement des mouvements réflexes de pédalage, ce qui donne l'impression qu'ils peuvent souffrir. Finalement, chez les porcs de plus de 70 kg, il est recommandé de faire une saignée post-traumatique afin d'assurer la mort de l'animal. Ces aspects techniques rebutants retardent très souvent et inutilement l'euthanasie des animaux fragilisés, ce qui entraîne des souffrances inutiles.

Ce projet de recherche s'intéresse principalement à la technique d'électrocution des porcs souvent catégorisée parmi les « méthodes physiques » (Croft et Hume, 1956 cités par [AVMA, 2001](#)). La technique d'électrocution généralement décrite dans la littérature est réalisée en deux phases. Premièrement, l'opérateur fait circuler un courant à travers la tête de l'animal pour l'assommer (l'insensibiliser) et il complète le processus de mise à mort par l'exsanguination (ex. : à l'abattoir) ou encore par l'application du courant dans la région du cœur pour provoquer une fibrillation cardiaque. Avec la première méthode, c'est l'exsanguination qui cause la mort de l'animal et dans la deuxième méthode, c'est la fibrillation cardiaque.

Il est important de comprendre que le courant circulant dans la tête de l'animal perturbe son activité cérébrale mais n'entraîne pas la mort de l'animal. Techniquement, il faut faire la différence entre l'électrisation et l'électrocution ([Wikipédia, 2009](#)). L'électrisation décrit le concept du passage du courant électrique dans le corps sans entraîner la mort de l'animal. Lorsque le courant est suffisamment important pour causer le décès, il faut utiliser le terme « électrocution ». La circulation du courant électrique à travers la tête d'un animal peut se traduire par une perte de conscience généralement décrite par l'expression « assomage électrique ». La plupart des techniques décrites par le terme « électrocution » sont en fait des techniques d'assomage électrique suivies d'un autre processus (ex. : exsanguination) pour garantir la mise à mort de l'animal. L'assomage électrique est la technique la plus communément utilisée à l'abattoir pour insensibiliser les animaux avant l'exsanguination.

2.3 Assommeurs électriques

Plusieurs appareils ont été développés pour assommer les porcs par électrisation. Certains appareils sont complexes et intégrés dans les chaînes d'abattage alors que d'autres sont portables et de plus petites tailles et destinés aux petits abattoirs. Cette revue se contentera de décrire les petits systèmes car la description des technologies utilisées sur les chaînes d'abattage modernes dépasse largement le cadre de ce projet et ces dernières technologies ne s'appliquent pas à la ferme.

Les assommeurs électriques portables sont généralement constitués d'un transformateur, des équipements de sécurité et de deux électrodes qui seront appliquées sur la tête des animaux (figure 2-1). Il existe principalement deux concepts pour l'assomage électrique des porcs : 1) deux électrodes appliquées sur le front de l'animal (figure 2-1a) et des pinces appliquées sur deux côtés de la tête de l'animal (figure 2-1b).

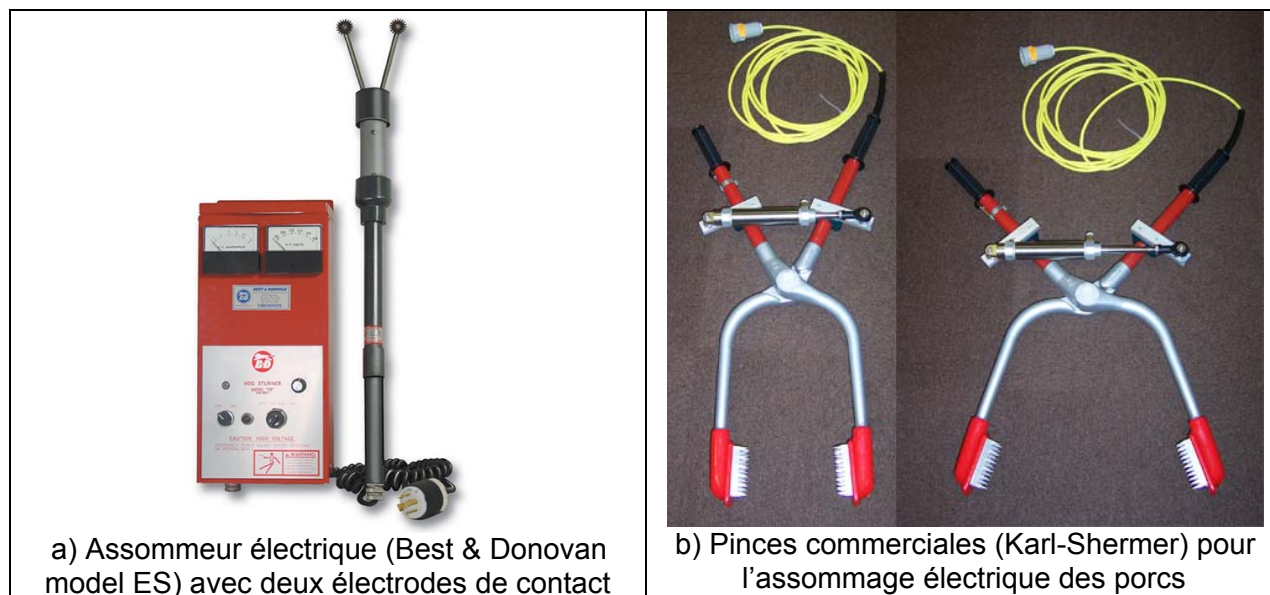


Figure 2-1. Exemples d'équipement d'assommage électrique des porcs pour les abattoirs

2.4 Insensibilisation

L'insensibilisation décrit le processus qui consiste à rendre un animal inconscient et insensible. Selon plusieurs auteurs, il est plus approprié et moins anthropomorphique d'utiliser l'expression « perte de sensibilité » plutôt que « perte de conscience » pour décrire l'état des animaux étourdis qui ne perçoivent plus la douleur ([Blackmore et Newhook, 1983](#)). Dans la littérature française, les auteurs utilisent aussi les termes « étourdissement », ou encore « assommage » pour décrire l'insensibilisation de l'animal. De plus, certains auteurs utilisent le terme « électronarcose » pour décrire l'insensibilisation des animaux par électrisation.

La directive 93/119/EC du Conseil de l'Union européenne définit l'étourdissement comme tout processus qui, lorsqu'appliqué à un animal, cause une perte de conscience immédiate persistant jusqu'à la mort de l'animal ([Conseil de l'Union européenne, 1993](#)). Pour la plupart des espèces destinées à la consommation humaine, l'animal est mis à mort en deux étapes : insensibilisation ou assommage par électrisation et mise à mort par exsanguination.

Le niveau de conscience peut être évalué en observant les signes comportementaux de l'animal (activité motrice volontaire et réflexes) et de son activité électrique cérébrale ([Knudsen, 2005](#)). Les signes cliniques permettant de reconnaître le succès d'un assommage électrique sont : l'effondrement immédiat de l'animal, les phases tonique et clonique de la crise épileptiforme, la dilatation de la pupille, l'absence de réflexe cornéen et de nociception, l'arrêt de la respiration, la disparition du pouls et une relaxation complète de la carcasse et parfois écume à la bouche, urination et défécation ([Lambooy, 1981](#)). Le rapport du European Food Safety Authority (Autorité européenne de sécurité des aliments) souligne que les spasmes respiratoires et le réflexe cornéen, qui pourraient être observés pendant une courte période, témoignent plus de l'agonie du cerveau que d'un retour à la conscience ou à la sensibilité ([EFSA, 2004](#)).

2.4.1 Activité épileptiforme

Le passage d'un courant électrique suffisant à travers le cerveau d'un animal le rendra inconscient en induisant une activité épileptiforme. Les principales phases de l'activité épileptiforme sont la phase tonique, la phase clonique et le retour à la conscience ([Croft, 1952](#); [Wotton, 1995](#); [EFSA, 2004](#)). Selon [Croft \(1952\)](#), il y a également une phase de relaxation qui précède le retour à la conscience. L'animal est reconnu comme étant insensible durant les phases tonique et clonique.

2.4.1.1 Phase tonique

La phase tonique est caractérisée par le raidissement des muscles de la région électrisée. La phase tonique débute dès que la tension électrique est appliquée et elle peut se terminer plusieurs secondes après la coupure du courant (adapté de [Croft, 1952](#); [Wotton, 1995](#); [EFSA, 2004](#)). Pendant l'application du courant, le corps entier de l'animal devient rigide, la respiration s'arrête et la position de l'œil devient fixe. La tête se redresse et les pattes de derrière sont fléchies sous le corps. Les pattes antérieures peuvent, au commencement, être fléchies mais elles finissent habituellement par se tendre vers l'extérieur. La durée moyenne de la phase tonique rapportée par divers auteurs lors de l'assommage des porcs par électrisation est de 10 secondes avec l'utilisation d'une fréquence domestique (50 Hz) (tableau 2-1).

2.4.1.2 Phase clonique

La phase clonique se caractérise par le relâchement du tonus et par la présence de tremblements musculaires légers et/ou sévères au point de parler de pédalage «kicking» (adapté de [Croft, 1952](#); [Wotton, 1995](#); [EFSA, 2004](#)). Intuitivement, le terme « phase clonique » réfère à du pédalage et ou des mouvements brusques. Toutefois, le terme « clonique » peut également indiquer de la « myoclonie » qui fait référence à des tremblements musculaires sans mouvement du tronc et des pattes.

La durée des phases tonique et clonique varie beaucoup d'un animal à l'autre ([Wotton, 1995](#)). Certains animaux peuvent présenter des mouvements de pattes et même du pédalage pouvant durer entre 15 et 45 secondes. Ces mouvements sont purement involontaires et incontrôlés. Ils sont le signe d'une perte totale de contrôle du système nerveux central sur la moelle épinière ([Chevillon, 2005](#)). La durée moyenne de la phase clonique, rapportée par divers auteurs lors de l'assommage électrique des porcs est de 28 secondes (tableau 2-1).

Tableau 2-1. Description de la durée des phases clonique et tonique lors de l'assomage des porcs par électrisation avec différentes sources de courant alternatif (Volts en courant alternatif - VCA à 50 Hz)

Position des électrodes	Poids (kg)	N	Électrocution		Durée moyenne (s)	
			VCA	Durée (s)	Tonique	Clonique
Entre le front et le thorax ¹	70 - 80	16	200	3	9	34
Entre le front et le thorax ¹	70 - 80	22	200	3	10	30
Entre le front et le thorax ¹	70 - 80	18	200	3	10	35
Entre le canthus latéral de l'œil et l'oreille ^{2,3}	60 - 80	13	100	3	11	31
Entre le canthus latéral de l'œil et l'oreille ^{2,3}	60 - 80	18	100	7	13	27
Entre le canthus latéral de l'œil et l'oreille ^{2,4}	60 - 80	13	100	3	8	34
Entre le canthus latéral de l'œil et l'oreille ^{2,4}	60 - 80	18	100	7	9	30
Entre le canthus latéral de l'œil et l'oreille ^{2,3}	60 - 80	20	150	3	10	27
Entre le canthus latéral de l'œil et l'oreille ^{2,3}	60 - 80	22	150	7	10	24
Entre le canthus latéral de l'œil et l'oreille ^{2,4}	60 - 80	20	150	3	7	32
Entre le canthus latéral de l'œil et l'oreille ^{2,4}	60 - 80	22	150	7	8	27
Entre le canthus latéral de l'œil et l'oreille ^{2,3}	60 - 80	21	300	3	11	21
Entre le canthus latéral de l'œil et l'oreille ^{2,3}	60 - 80	21	300	7	18	18
Entre le canthus latéral de l'œil et l'oreille ^{2,4}	60 - 80	21	300	3	8	27
Entre le canthus latéral de l'œil et l'oreille ^{2,4}	60 - 80	21	300	7	11	26
Durée moyenne ± écart-type					10 ± 3	28 ± 5

¹ [McKinstry et Anil, 2004](#); ² [Anil, 1991a](#); ³ pattes antérieures; ⁴ pattes postérieures

2.4.1.3 Retour à la conscience

La respiration est interrompue pendant les phases tonique et clonique. Si l'animal n'a pas été mis à mort durant la période d'insensibilisation qui dure approximativement 38 secondes (phase tonique + phase clonique – voir tableau 2-1) l'animal peut reprendre conscience ([Wotton, 1995](#)). Le premier signe de conscience est une reprise de la respiration rythmique ([Anil, 1991a](#); [Anil et McKinstry, 1992](#); [Anil et al., 1997](#)). [Anil et al., \(1997\)](#) estiment que le retour de la respiration est plus fiable que le réflexe cornéen comme indicateur du retour graduel à la conscience. Le retour à une respiration rythmique se ferait approximativement 40 secondes après l'assomage électrique des porcs avec une source de courant de 150 VCA pendant 3 ou 7 secondes ([Anil, 1991a](#)).

L'animal traverse trois étapes distinctes lorsqu'il reprend conscience à la suite d'un étourdissement électrique (adapté de [Croft, 1952](#)). Tout d'abord, il est complètement inconscient et ne présente aucun réflexe. Ensuite, l'animal ressent la douleur sans pouvoir réagir parce qu'il subit une paralysie des muscles volontaires. Finalement, l'observateur verra un retour des mouvements réflexes impliquant les muscles volontaires.

2.4.2 Perte du tonus musculaire et vocalisations

Lorsque l'animal perd conscience, la perte de son tonus musculaire entraîne son effondrement immédiat et il est possible d'observer un relâchement des sphincters anal et urinaire ([Chevillon, 2005](#)). Une mâchoire complètement détendue est un bon indicateur du dysfonctionnement du cerveau et un signe manifeste de perte de conscience ([Gregory, 1998](#)). L'animal présentera alors une langue flasque et allongée et ne devrait produire aucune vocalisation tout au long du processus d'étourdissement et de mise à mort. La vocalisation est un indicateur d'une insensibilisation inadéquate.

2.4.3 Mydriase et réflexe cornéen

Un animal étourdi présente une pupille dilatée (mydriase) qui se rétracte au fur et à mesure que l'animal reprend conscience ([EFSA, 2004](#)). Lors de l'étourdissement pré-abattage, il est important que la pupille de l'animal insensibilisé demeure dilatée jusqu'à sa mort ([Chevillon, 2005](#)).

La première indication de l'insensibilisation de l'animal est la disparition du clignement naturel de l'œil ([Grandin 2004](#)). Ensuite, l'opérateur peut vérifier l'insensibilisation de l'animal par le test du réflexe cornéen. Chez un animal normal (non insensibilisé) le toucher de la cornée se traduit par la fermeture des paupières. Ce réflexe normal disparaît chez l'animal insensible. Selon [Gregory \(1998\)](#), certains animaux insensibles pourraient quand même présenter un réflexe cornéen, mais l'absence de ce réflexe est certainement un bon indicateur de l'inconscience de l'animal car il suggère un profond dysfonctionnement du cerveau. En général, le retour du réflexe cornéen surviendrait peu de temps après le retour à une respiration rythmique ([Anil, 1991a](#)).

2.4.4 Nociception

Un autre moyen de vérifier la perte de conscience consiste à piquer à répétition le groin de l'animal à l'aide d'une aiguille pour détecter une réponse à un stimulus douloureux. La réponse normale d'un animal conscient consisterait en un mouvement de retrait de la tête. Donc, l'absence de réponse à une stimulation avec aiguille hypodermique est un des signes permettant de confirmer l'efficacité de l'étourdissement électrique ([EFSA, 2004](#)).

2.4.5 Respiration

L'arrêt du système respiratoire serait un autre indicateur de l'insensibilisation de l'animal.

2.4.6 Activité électrique cérébrale anormale

La diminution, voire la perte de l'activité électrique du cerveau est souvent mentionnée comme un bon indicateur de l'insensibilité de l'animal. L'enregistrement de l'électroencéphalogramme (EEG) est proposé comme un outil complémentaire pour documenter deux situations : 1) indicateur complémentaire à celui du comportement animal pour valider l'efficacité de l'assommage électrique ou encore de l'électrocution; 2) indicateur du réveil de l'animal après l'insensibilisation par électrisation. Les commentaires suivants en provenance de divers auteurs montrent les bénéfices mais également les difficultés liées à la mesure et à l'interprétation des EEG lors de l'assommage électrique des animaux.

Selon le rapport de l'[EFSA \(2004\)](#), un animal peut être jugé inconscient et insensible par l'analyse de l'EEG si au moins une des deux conditions suivantes est atteinte. La première condition est que l'EEG montre des changements qui sont incompatibles avec la conscience comme lorsque des ondes de grande amplitude et de faible fréquence ou une période prolongée d'inactivité cérébrale avec moins de 10 % du contenu énergétique préétourdissement (ondes plates ou encore isoélectriques) sont observées. La deuxième condition est l'abolition de la réponse électrique cérébrale à une stimulation auditive ou visuelle.

Selon [Lambooy \(1981\)](#), puisque l'étourdissement électrique d'un animal peut déclencher des mouvements réflexes mais peut aussi causer la paralysie, le degré de conscience d'un animal ayant subi un étourdissement électrique ne devrait pas être établi seulement par l'observation de son comportement ou de ses réflexes. L'enregistrement de l'activité électrique cérébrale (EEG) fournirait aussi de précieux renseignements sur le niveau de conscience de l'animal.

[da Silva \(1983\)](#) soutient lui aussi que, durant le processus d'insensibilisation, les changements de comportement de l'animal et de l'EEG évoluent en parallèle. Du côté comportemental, un étourdissement électrique efficace induit des spasmes toniques suivis de contractions cloniques et d'une phase finale comateuse. L'activité électrique du cerveau serait anormale durant toutes les phases de l'étourdissement électrique (phases tonique et clonique). L'EEG obtenu durant les phases d'étourdissement montre des distorsions des patrons normaux ou encore une disparition totale du signal.

Chez la brebis ayant subi un étourdissement électrique, [Lambooy \(1981\)](#) montre que l'EEG augmente en amplitude et diminue en fréquence, ce qui est suivi d'une période de forte dépression de l'activité électrique. Simultanément, les brebis insensibilisées par électrocution présentent les comportements suivants : opisthotonos (extension des membres); révulsion des globes oculaires; spasme tonique évoluant en spasme clonique suivi éventuellement d'une période de fatigue avec écume à la bouche, défécation et écoulement d'urine. L'animal peut être considéré inconscient à toutes ces étapes. La crise épileptique est suivie d'une phase de récupération. Le tracé de l'EEG montre alors des ondes delta (<4 Hz) et thêta (4-13 Hz) alternant avec des ondes-pointes, se transformant en des ondes de fréquence normale (>13 Hz). Dans cette dernière expérience, le chercheur mentionne qu'il bloque ou suspend les enregistrements de l'électroencéphalogramme pendant l'électrocution pour protéger l'équipement.

Selon [Blackmore et Newhook \(1983\)](#), la majorité des études les plus objectives sur le niveau de sensibilité des animaux pendant les procédures d'abattage sont basées sur des données d'encéphalogramme. Ils mentionnent toutefois qu'il est impossible d'enregistrer un EEG pendant qu'un animal subit une stimulation électrique. [Blackmore \(1983\)](#) souligne que plusieurs articles ne précisent pas la méthode utilisée pour obtenir et interpréter le tracé de l'EEG.

Les différentes études citées montrent que, pour confirmer l'état d'inconscience des animaux, l'utilisation de l'EEG n'est pas nécessairement aussi simple qu'il y paraît. Toutefois, les différentes études confirment que l'EEG donne une information complémentaire à l'observation des changements de comportements. Les études suggèrent également qu'il est difficile, voire impossible de mesurer l'EEG durant la phase d'électrisation.

2.5 Techniques d'électrocution

Deux techniques d'électrocution des porcs sont décrites dans la littérature. Une technique en deux étapes et une technique en une seule étape. L'électrocution ne serait pas une technique adéquate pour l'euthanasie des petits porcelets (< 5 kg) ([AVMA, 2001](#)). Une certaine information suggère que chez les animaux de petite taille la fibrillation cardiaque postélectrocution pourrait être réversible et se traduire par un retour à la vie du porcelet.

2.5.1 Technique en deux

La première technique est celle qui a été précédemment décrite et qui dérive directement des études pour développer et améliorer les techniques d'abattage. Premièrement, l'opérateur fait circuler un courant à travers la tête de l'animal pour assommer l'animal. Deuxièmement, il complète le processus de mise à mort par l'application du courant dans la région du cœur pour provoquer une fibrillation cardiaque. Dans ce modèle, c'est la fibrillation cardiaque qui permet de garantir la mort de l'animal. C'est la technique d'électrocution décrite dans certains guides d'euthanasie des porcs ([AASV et NPPC, 1997](#); [Chevillon et al., 2004](#)).

2.5.2 Technique en une étape

La deuxième technique d'électrocution est celle qui consiste à faire passer un courant de la tête à la zone postérieure au cœur en une seule étape. L'opérateur obtiendrait ainsi simultanément les deux effets désirés pour tuer l'animal soit : l'insensibilisation au cerveau et la fibrillation cardiaque. Cette technique est moins bien documentée que la technique en deux étapes.

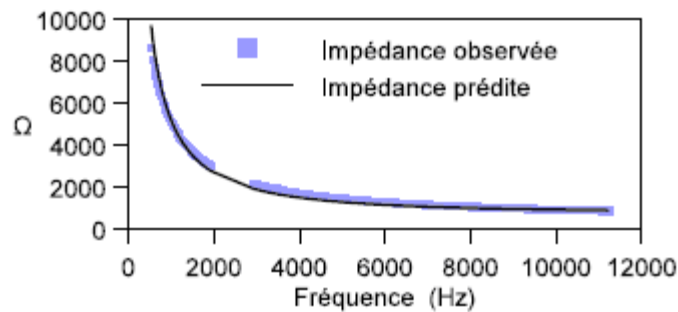
Dans la littérature, certains auteurs rapportent qu'il est possible de tuer les porcs en appliquant le courant uniquement dans la zone du cœur ([AASV et NPPC, 1997](#)). Toutefois, cette technique serait à proscrire car elle ne permet pas l'insensibilisation du porc avant ou pendant la mise à mort de l'animal ([AASV et NPPC, 1997](#)).

2.6 Facteurs qui modifient les effets du courant électrique

Les principaux facteurs qui modifient les effets physiologiques du courant électrique sont : 1) durée d'application du courant; 2) l'intensité du courant; 3) le trajet du courant ([Wikipédia, 2009](#); [Lahouste, 2006](#)).

Le courant électrique, mesuré en ampères (A), représente le déplacement de charges électriques dans la matière. La tension électrique (V) mesure la différence de potentiel entre deux points d'un circuit électrique. La résistance d'un circuit électrique, mesurée en ohms, représente la capacité d'un matériau à limiter le passage du courant. Par analogie, le courant électrique est similaire au débit d'eau dans une rivière, la tension représente la force de l'eau (pression) entre l'amont et l'aval d'un barrage électrique et la résistance représente les vannes du barrage. Lorsqu'une source de courant est appliquée à un animal, le courant (A) dépendra de la tension (V) et de la résistance (R) des tissus entre les deux électrodes conformément à la loi d'Ohm (courant = tension /résistance) ([Denicourt et al., 2008](#)).

La résistance des tissus au courant alternatif est décrite par le terme « impédance ». L'impédance est la sommation de la partie purement résistive® avec la partie réactive d'un circuit électrique ([Klopfenstein, 2003](#)). L'impédance des porcs est une caractéristique tissulaire qui diminue avec l'augmentation de la fréquence de la source du courant alternatif (figure 2-2).



(tiré de Klopfenstein, 2003)

Figure 2-2. Variation de l'impédance d'une truie, connectée entre la patte avant et la queue, selon l'augmentation de la fréquence du courant

Pour une source de courant alternatif donnée (tension et fréquence fixes) appliquée à un endroit spécifique (trajet fixe), c'est le courant circulant mesuré en ampères et la durée d'application, qui détermineront les effets physiologiques ([Wikipédia, 2009](#)). De façon générale, il est reconnu que pour une source de courant domestique (110 ou 220 VCA avec une fréquence de 50 à 60 Hz), les effets physiologiques du courant sur un humain ou un animal sont :

- < 0,5 mA : seuil de perception
- 0,5 à 10 mA : il y a juste un choc électrique.
- > 10 mA : le sujet qui agrippe la source de courant (ex. : un fil) ne peut plus se dégager car il y a contraction irréversible des muscles.
- > 30 mA, > 30 s : si le courant passe dans la cage thoracique, il y a possibilité de mort par asphyxie car le thorax se contracte.
- > 75 mA, > 1 s : si le courant passe par le cœur, il y a possibilité de fibrillation cardiaque irréversible.
- > 1 A : si le courant passe par le cœur, il y a possibilité d'arrêt cardiaque.

Adapté de : [Wikipédia, 2009](#); [Lahouste, 2006](#)

La relation entre la durée d'application du courant et la quantité de courant suggère que c'est la quantité d'énergie électrique (courant x temps) qui cause les dommages tissulaires ([Wikipedia, 2009](#); [Lahouste, 2006](#)).

L'application des principes électriques permet de prédire que :

- pour diminuer le temps d'application nécessaire à l'insensibilisation et/ou l'électrocution des porcs avec un positionnement d'électrode donné (trajet fixe), il faut augmenter la quantité de courant circulant. L'augmentation du courant circulant peut être obtenue par l'augmentation de la tension et/ou l'augmentation de la fréquence du courant;
- pour une source de courant donnée (tension et fréquence fixes) appliquée à un endroit spécifique (trajet fixe), l'augmentation de la durée d'application du courant augmente la probabilité de réussir l'insensibilisation et/ou l'électrocution.

2.6.1 Durée d'application du courant

À l'abattoir, l'opérateur essaie de minimiser la durée de l'électrisation pour accélérer le processus d'abattage des porcs. Le rapport de l'Autorité européenne de sécurité des aliments ([European Food Safety Authority, 2004](#)) sur l'aspect du bien-être des techniques d'étourdissement et d'euthanasie des animaux à l'abattoir fait les recommandations suivantes : pour la mise à mort en une seule étape, une tension électrique d'au moins 240 VCA devrait être appliquée sur le front et derrière la position anatomique du cœur pendant au moins 1 seconde pour générer le passage d'un courant d'au moins 1,3 A; pour les mises à mort en deux étapes, la première devrait se faire au front pendant au moins 1 seconde avec une tension minimale de 240 VCA suivie d'une application électrique tête-corps ou en travers de la poitrine pour avoir un courant minimal de 1,0 A pendant au moins 3 secondes. Les chaînes d'abattage moderne utilisent aujourd'hui des sources de courant qui varient entre 600 et 1 000 VCA pour garantir l'insensibilisation très rapide des porcs ([Wotton et al., 1992](#)). Ces normes s'appliquent très bien aux conditions des abattoirs, mais les travaux de plusieurs chercheurs suggèrent qu'il soit possible d'insensibiliser et d'électrocuter des porcs avec des sources de courant moins élevées et des durées d'application légèrement plus longues.

Les chercheurs ont testé et validé diverses techniques d'assomage électrique des porcs avec des durées d'application qui varient entre 3 et 7 secondes avec des sources de courant de 150 à 300 VCA (voir tableaux 2-1 et 2-2). De plus, les travaux de [Denicourt et al., 2006](#) ont montré que l'application d'une source de courant de 110 VCA durant 15 secondes entre la tête et l'arrière de l'animal était une technique très efficace pour électrocuter les porcs de pouponnière et d'engraissement.

Un assommeur électrique mobile, développé pour l'insensibilisation des animaux avant l'abattage, a été testé par une équipe française ([Chevillon et al., 2004](#)) pour électrocuter des porcs fragilisés à la ferme. Ils ont appliqué la méthodologie en deux étapes : 1) application du courant (350 VCA, 50 Hz) à la tête (œil-œil, œil-oreille, oreille-oreille) suivie par une application du courant dans la zone du cœur. Ils rapportent que pour provoquer une perte de conscience instantanée chez un porc de plus de 25 kg ou une truie, le courant devrait être appliqué pendant au moins 5 secondes au niveau de la tête. Ils rapportent aussi que le courant, appliqué pendant au moins 15 secondes au niveau du cœur, provoquera un arrêt cardiaque à l'intérieur d'une période de 60 et 90 secondes pour, respectivement, un porc et une truie.

2.6.2 Intensité électrique (ampère(s))

Le rapport de l'Autorité européenne de sécurité des aliments ([European Food Safety Authority, 2004](#)) se base sur les travaux de [Hoenderken \(1978\)](#) pour recommander une intensité de courant minimale de 1,3 A pendant au moins une seconde pour assurer l'étourdissement électrique des porcs. Tel que décrit précédemment, les chercheurs ont testé et validé diverses techniques d'insensibilisation des porcs avec des courants circulants plus faibles mais avec des durées d'application qui sont généralement plus longues (> 1 seconde, tableau 2-2).

Le courant circulant dans l'animal devrait atteindre sa valeur nominale le plus rapidement possible et le courant ne devrait pas être interrompu pendant l'application sinon l'animal risque de ressentir la décharge électrique avant d'être complètement étourdi ([Gregory, 2001](#)).

Tableau 2-2. Description du courant circulant lors de l'insensibilisation des porcs avec différentes techniques et des sources de courant alternatif de différentes tensions (VAC) et fréquences (Hz)

Positionnement des électrodes	Poids (kg)	N	Électrocution		Mesure	
			VAC (Hz)	Durée (s)	Courant (mA)	Impédance (Ohms)
Entre un œil et la base de l'oreille opposée ¹	60-80	21	100 (50)	3	358	279
Entre un œil et la base de l'oreille opposée ¹	60-80	18	100 (50)	7	448	223
Entre un œil et la base de l'oreille opposée ²	60-80	10	150 (50)	3	536	280
Entre les deux bases des oreilles ²	60-80	11	150 (50)	3	487	308
Entre les deux côtés du cou ²	60-80	11	150 (50)	3	515	291
Entre le dessus de la tête et le dessous de la mandibule ²	60-80	10	150 (50)	3	400	375
Entre les deux côtés de la mâchoire supérieure ²	60-80	10	150 (50)	3	352	426
Entre un œil et la base de l'oreille opposée ¹	60-80	20	150 (50)	3	695	216
Entre un œil et la base de l'oreille opposée ¹	60-80	22	150 (50)	7	859	175
Entre les deux côtés du cou ³	90-100	9	180 (50)	0,5	1400	129
Entre les deux côtés du cou ³	90-100	12	180 (50)	0,75	1350	133
Deux côtés de la tête ⁴	70-80	63	200 (50)	3	1050	190
Entre un œil et la base de l'oreille opposée ²	60-80	20	250 (50)	3	770	325
Entre les deux bases des oreilles ²	60-80	16	250 (50)	3	854	293
Entre les deux côtés du cou ²	60-80	21	250 (50)	3	956	262
Entre le dessus de la tête et le dessous de la mandibule ²	60-80	23	250 (50)	3	732	342
Entre les deux côtés de la mâchoire supérieure ²	60-80	13	250 (50)	3	787	318
Entre un œil et la base de l'oreille opposée ¹	60-80	21	300 (50)	3	1926	156
Entre un œil et la base de l'oreille opposée ¹	60-80	21	300 (50)	7	1970	152
Entre le front et différentes localisations sur le cou et le dos ⁵	50	60	300 (50)	3,5	1640	183
Entre le front et différentes localisations sur le cou et le dos ⁵	80	60	300 (50)	3,5	1420	211
Entre les deux côtés du cou ³	90-100	11	300 (50)	0,25	2070	145
Entre les deux côtés du cou ³	90-100	2	300 (50)	0,5	2340	128
Moyenne ± écart-type						241 ± 86
Deux côtés de la tête ⁶	110	40	240 (800)	3	2570	93

¹ Anil, 1991a; ² Anil et McKinstry, 1998; ³ Hoenderken 1978; ⁴ McKinstry et Anil, 2004; ⁵ Wotton et al., 1992; ⁶ Lamboij et al., 1996.

2.6.2.1 Tension électrique (volts)

La plupart des assommeurs électriques commerciaux sont basés sur une source de courant avec une tension et une fréquence fixes durant le processus d'électrisation. Certains appareils permettent de moduler la tension de sortie pour ajuster la force du courant à la taille de l'animal (ex. : assommeur électrique Best & Donovan model ES à la figure 2-1a). La plus basse tension et la fréquence des réseaux de distribution électriques domestiques sont de 110 VCA à 60 Hz en Amérique du Nord (Canada, États-Unis) et de 220 VCA 50 Hz sur le territoire européen. Les sources de courant domestiques de 110 et 220 VCA sont généralement considérées comme trop faibles pour garantir un courant circulant minimal de 1,3 ampère (Normes EFSA). Le tableau 2-2 suggère que l'impédance entre les deux électrodes, avec les positionnements les plus communément utilisés à l'abattoir, serait de l'ordre de 150 à 300 ohms. L'application de la loi d'Ohm suggère que le courant circulant avec une source de courant de 110 VCA (Canada, États-Unis) serait toujours en deçà d'un ampère (tableau 2-3).

Le rapport de l'EFSA recommande une tension minimale de 240 VCA lors de l'utilisation de l'électricité dans le but d'insensibiliser ou de tuer des porcs, que ce soit en une ou deux étapes. Selon [Troeger et Woltersdorf \(1989\)](#), la tension nécessaire pour obtenir un courant de 1,3 A serait d'au moins 250 VCA et probablement même plus élevée lorsque la résistance entre les deux électrodes est de 300 ohms et plus (tableau 2-3).

Toutes ces recommandations sont valides pour l'utilisation des équipements avec les positionnements standards (électrodes de contact sur le front ou encore pinces de chaque côté de la tête) et elles s'appliquent à l'insensibilisation des porcs avant l'abattoir. Toutefois, ces recommandations pourraient être fort différentes avec d'autres types de connexions et une procédure optimisée pour l'électrocution des porcs.

Tableau 2-3. Variation théorique du courant circulant entre deux électrodes avec l'élévation de la tension de la source de courant alternatif (courant = tension/impédance)

Impédance entre les électrodes	110 VCA	220 VCA	300 VCA	600 VCA
150 ohms	733 mA	1466 mA	2000 mA	4000 mA
300 ohms	367 mA	733 mA	1000 mA	2000 mA
600 ohms	183 mA	366 mA	500 mA	1000 mA

2.6.2.2 Fréquence du courant (Hertz)

L'augmentation de la fréquence du courant de 60 à 12 000 Hz diminue l'impédance électrique des tissus (figure 2-2). Par conséquent, il est possible de prédire que, pour une même tension et un même positionnement d'électrode, le courant circulant devrait augmenter avec la fréquence du courant. Les travaux de [Lamboij \(1996\)](#) avec une source de courant de 250 volts et 800 Hz suggèrent ce concept (tableau 2-2).

Une augmentation de la quantité de courant par l'augmentation de sa fréquence ne veut pas obligatoirement dire une amélioration de l'efficacité de la technique d'insensibilisation et/ou d'électrocution. En effet, la modulation de la fréquence du courant peut également modifier le trajet du courant dans l'animal. Les résultats de divers travaux de recherche cités plus loin suggèrent ce concept.

[Croft \(1952\)](#) a étudié chez le lapin, le porc et l'humain, les fréquences optimales pour induire une perte de conscience par étourdissement électrique. Il recommande des fréquences de 50 à 200 Hz et conclut que les fréquences normales européennes (50 Hz) et américaines (60 Hz) conviennent pour l'étourdissement électrique. Il mentionne qu'une fréquence de 25 Hz n'induit pas de perte de conscience.

[Anil et McKinstry \(1992\)](#) ont comparé l'efficacité d'un courant avec une fréquence de 50 Hz à un courant d'une fréquence de 1592 Hz ou de 1642 Hz pour étourdir des porcs de 60 à 80 kg. Ils concluent que les fréquences élevées semblent acceptables pour le bien-être de l'animal puisqu'elles induisent un état d'épilepsie et d'inconscience chez le porc. Ils notent cependant que bien que les trois fréquences testées soient efficaces, les fréquences supérieures à 50 Hz entraînent un retour à la sensibilité plus rapide.

[Anil et McKinstry \(1992\)](#) rapportent que Croft (1952), Borzuta (1971), Hlavinka (1978), Hoenderken (1978) et van der Wal (1978) soutiennent que l'utilisation de hautes fréquences pour l'étourdissement des animaux de boucherie n'offre pas de résultats satisfaisants relativement au bien-être de l'animal.

[Grandin \(2003\)](#) mentionne que l'étourdissement obtenu à partir de hautes fréquences appliquées à la tête entraîne des battements de pattes, ce qui peut augmenter les risques d'accident pour les opérateurs. Par contre, ces battements de pattes s'arrêteront lorsque le courant circulera à travers le cœur et causera un arrêt cardiaque ([Grandin, 2003](#)).

[Lambooj et al., \(1996\)](#) ont démontré qu'un courant d'une fréquence de 800 Hz (220 VCA) appliqué au niveau du cerveau, combiné à un courant de 50 Hz (125 VCA) au niveau du cœur est une méthode efficace pour étourdir les porcs de boucherie.

Bien que la modulation de la fréquence permette de modifier les caractéristiques du circuit électrique, la plupart des assommeurs électriques commerciaux fonctionnent avec la fréquence du courant du réseau de distribution (50 Hz en Europe et 60 Hz en Amérique - tableaux 2-1 et 2-2).

2.6.2.3 Forme des ondes

Les résultats présentés par [Anil et McKinstry \(1992\)](#) suggèrent que la forme de l'onde du courant alternatif pourrait également influencer l'efficacité de l'étourdissement électrique des porcs. La forme d'onde du courant alternatif des réseaux électriques est de forme sinusoïdale. Il est possible de moduler la forme des ondes par l'utilisation de divers filtres. Les résultats présentés par [Anil et McKinstry \(1992\)](#) montrent que l'intervalle minimal de retour de la réponse à un stimulus douloureux serait de 28 s pour les porcs étourdis par des ondes carrées et de 36 s pour ceux étourdis par des ondes sinusoïdales.

2.6.2.4 Électrodes de contact

La conception des électrodes de contact peut affecter l'efficacité de l'électrisation des porcs. L'amélioration du design des électrodes permet de diminuer la résistance de contact et ainsi augmenter l'intensité du courant électrique (A) sans qu'il y ait besoin d'augmenter la tension électrique (V). Le choix d'un bon matériau pour la fabrication des électrodes est également important ([Sparrey et Wotton, 1997](#)). Le matériau choisi doit avoir une bonne conductivité, une bonne résistance à la corrosion et être facile à nettoyer. Le cuivre est un des meilleurs conducteurs mais, poids pour poids, l'aluminium est meilleur. L'acier inoxydable est très intéressant pour ses propriétés hygiéniques.

Les différentes pinces et électrodes utilisées pour l'assomage électrique des porcs avant l'abattage ont été décrites par [Sparrey et Wotton \(1997\)](#). Les pinces les plus communément utilisées pour l'assomage électrique des porcs ont une longueur totale d'environ 700 à 750 mm et une ouverture maximale d'environ 300 mm (figure 2-1). Généralement, les électrodes, rectangulaires ou circulaires, sont fixées solidement aux pinces. De nouveaux modèles d'électrodes présentement utilisés ont une forme rectangulaire et des rangées de pointes triangulaires (modèle Kentmaster ou Abachem), alors qu'un autre modèle a une forme circulaire et une série de pointes arrondies au centre. Un récent modèle de Stork RMS a une seule pointe centrale acérée. La pointe permet un meilleur contact électrique en pénétrant la peau.

2.6.3 Trajet du courant

Le trajet du courant électrique dans l'animal est un élément déterminant de l'impact physiologique de l'électrisation. Un courant plus faible qui passe par un organe vital (ex. : cœur, cerveau) aura plus d'effets sur l'animal qu'un courant plus important qui passe à travers un organe secondaire (ex. : muscle des pattes). Lors de l'électrisation d'un animal, le courant circulera entre les deux pôles de la source de courant par le trajet qui présente le moins de résistance.

Le porc n'est pas un conducteur uniforme car il est constitué de différents tissus avec une résistance spécifique. La résistance spécifique, mesurée en ohms par centimètre (Ω/cm), des principaux tissus serait de : 147 Ω/cm pour le sang; 222 Ω/cm pour le tissu nerveux; 400 Ω/cm pour le muscle; 1 820 Ω/cm pour l'os et 2 222 Ω/cm pour le gras ([Eike et al., 2005](#)). Ces mesures de résistivité spécifique permettent de mieux comprendre la différence entre les tissus mais elles ne permettent pas de prédire la résistance entre deux électrodes placées sur un animal à une distance qui serait connue. L'impédance entre les électrodes placées des deux côtés de la tête d'un porc de 60-80 kg (15-20 cm) est de 150 à 300 ohms à 50 Hz (tableau 2-2).

Lorsqu'une source de courant est appliquée sur un animal, le courant va emprunter la voie la plus facile, c'est-à-dire celle qui présente le moins de résistance. La compréhension de ce principe électrique a des implications importantes pour la validation des techniques d'insensibilisation ou d'électrocution des porcs. Il faut retenir les principes suivants :

- il peut y avoir de grandes différences de résistance entre différentes positions d'électrodes sur un même animal. L'information sur la résistance spécifique suggère que le positionnement des électrodes sur des muqueuses permet de faire circuler plus de courant que le positionnement sur la peau dans des régions qui ont beaucoup de gras;
- le positionnement des électrodes qui permet d'insensibiliser, voire de tuer les animaux le plus efficacement est celui qui va maximiser la circulation du courant dans les tissus vitaux (ex. : cœur);
- le positionnement intuitif des électrodes (placement des deux côtés du cerveau) n'est pas nécessairement le positionnement le plus efficace pour insensibiliser, voire électrocuter l'animal car le courant emprunte la voie la plus facile et ne circule pas nécessairement en ligne droite entre les deux électrodes.

Ces quelques principes montrent l'importance et la nécessité de valider l'efficacité des différentes configurations d'électrodes sur des animaux vivants.

2.6.3.1 Positionnement des électrodes (pinces) sur la tête

Pour la plupart des assommeurs électriques dans les abattoirs, des pinces ou encore des électrodes de contact telles que présentées à la figure 2-1 sont utilisées. De façon générale, il est recommandé de placer les pinces des deux côtés du cerveau pour maximiser la probabilité d'atteindre les neurones et ainsi assommer les porcs ([Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1995](#)). Les opérateurs des assommeurs électriques utilisent différentes stratégies qui ont été décrites par [Anil et al., 1997](#). Les cinq principales positions sont présentées et décrites à la figure 2-3.

[Sparrey et Wotton, 1997](#) considèrent que les positions qui sont les moins susceptibles de maximiser le passage du courant dans le cerveau (positions 3 et 5) sont inacceptables. Ils considèrent que le positionnement des pinces qui optimise l'étourdissement des porcs est celui qui consiste à placer une électrode sous chaque oreille de l'animal (position 2). Ces deux régions s'avèrent les plus parallèles de la tête, optimisant ainsi la surface de contact des pinces. Ils postulent que le courant traverse le cerveau par les nerfs optiques et auditifs. Un autre positionnement intéressant consiste à placer les électrodes entre l'oreille et l'œil de chaque côté de la tête (position 1), mais ces régions sont un peu moins parallèles.

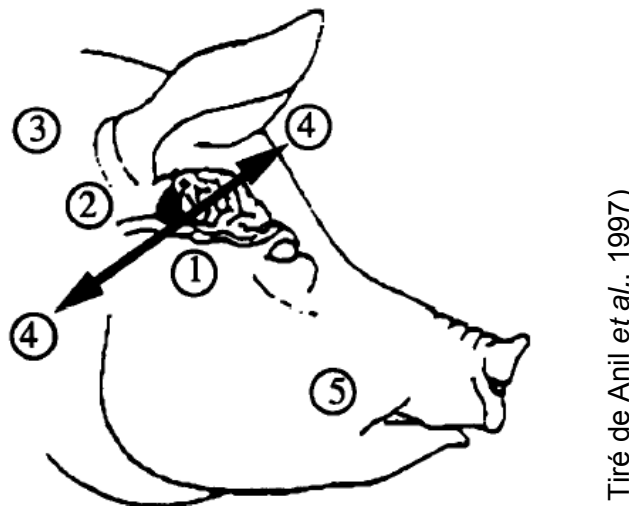


Figure 2-3. Positions de pinces observées en abattoir 1) Entre un œil et la base de l'oreille opposée; 2) Entre les deux bases des oreilles; 3) Entre les deux côtés du cou, derrière les oreilles; 4) Entre le dessus de la tête et le dessous de la mandibule; 5) Entre les deux côtés de la mâchoire supérieure

Pour les porcs en cage de contention, un autre positionnement est généralement utilisé. Il s'agit de placer les électrodes en diagonale entre le dessus et le dessous de la tête (position 4). Même si le trajet à parcourir entre les deux électrodes est plus long, [Sparrey et Wotton, 1997](#) postulent que le courant traverserait tout de même efficacement par le cerveau.

Tel que décrit, le positionnement des pinces influence significativement l'intensité du courant nécessaire à un étourdissement efficace des porcs. Ce facteur n'est généralement pas considéré lors de l'établissement des normes pour l'étourdissement électrique des porcs par les diverses organisations politiques. Ainsi, la norme minimale de 1,3 A pendant 1 seconde, citée par plusieurs guides, provient des travaux de [Hoenderken \(1978\)](#) réalisé avec les électrodes placés sur les deux côtés du cou derrière les oreilles (position 3). Plusieurs travaux suggèrent qu'un courant de moindre intensité (0,40 A) avec des électrodes mieux positionnées (position 1 et 2 – figure 2-3) et une durée d'application un peu plus longue (3-7 secondes) permettraient d'assommer efficacement les porcs ([Anil, 1991a](#); [Anil et McKinstry, 1992](#); [Hoenderken, 1978](#); [McKinstry et Anil, 2004](#); [Wotton et al., 1992](#); [Lamboij et al., 1996](#)).

2.6.3.2 Autre positionnement des électrodes

Bien que la plupart des assommeurs électriques utilisés dans les abattoirs sont équipés de pinces ou encore d'électrodes de contact telles que présentées à la figure 2-1, d'autres techniques ont été décrites par les chercheurs. Par exemple, il est bien connu qu'il est possible d'électrocuter des porcs en faisant circuler du courant entre la bouche et l'anus ou encore entre la tête et le sol ([Veenhuizen, 1994](#), [AVMA, 2001](#)). Les membres du panel de l'AVMA ([AVMA, 2001](#)) considèrent que les techniques pour lesquelles le courant électrique est appliqué en position tête-queue, tête-pied ou à la tête et sur une plaque métallique mouillée sur laquelle l'animal se tient debout, sont inacceptables.

2.7 Appareillage pour l'électrocution des porcs

À notre connaissance, il n'existe pas d'appareil commercial spécifiquement développé pour l'électrocution des porcs fragilisés à la ferme. Un tel appareil devrait respecter les exigences relatives au bien-être des porcs, à l'acceptabilité sociale de la pratique, à la sécurité des travailleurs et le tout à un coût raisonnable. La plupart des guides officiels recommandent l'utilisation des assommeurs électriques développés pour les abattoirs. D'autres parts, il est bien connu que plusieurs producteurs de porcs ont développé des techniques « maison » pour électrocuter les porcs.

La brochure américaine « On farm euthanasia of swine options for the producer » ([AASV et NPPC, 1997](#)) recommande l'utilisation d'un assommeur électrique commercial (commercial hog stunner) pour électrocuter les porcs. Ces appareils sont coûteux (3 750 à 7 650 \$; [Chevillon, 2005](#)) et potentiellement dangereux (300 – 500 VCA), ce qui nuit à leur utilisation à la ferme. Cette brochure reprend les recommandations pour les abattoirs c'est-à-dire l'application d'une source de courant de 300 VCA sur la tête de l'animal pour 1 seconde afin d'obtenir un courant minimal de 1,25 A.

Plusieurs producteurs de porcs du Québec utilisent une technique d'électrocution bricolée à partir de câbles à survoltage pour les automobiles communément nommés « câbles à booster ». Les producteurs adaptent une prise de courant de 110 volts sur une extrémité du câble à « booster » et ils conservent les pinces sur l'autre extrémité. Les pinces du câble à booster sont généralement appliquées à une oreille et la base de la queue pour une électrocution en une seule étape. L'autre extrémité est branchée dans une prise de courant du réseau domestique (110 VCA, 60 Hz). Cette technique peut donner des résultats acceptables ([Denicourt et al., 2006](#)) mais la technologie n'est pas standardisée et elle n'est pas sécuritaire.

3. Hypothèse et objectifs

3.1 Hypothèse

Il est possible d'électrocuter des porcs de façon humanitaire en une seule étape en utilisant une source électrique domestique de 110 ou 220 VCA.

3.2 Objectif général

Mettre au point une méthode d'euthanasie « clé en main » par électrocution, pour les porcs fragilisés à la ferme qui respecte les exigences relatives au bien-être des porcs, à l'acceptabilité sociale de la pratique, à la sécurité des travailleurs et le tout à un prix abordable.

3.3 Objectifs spécifiques

- Identifier les électrodes et les meilleurs points de contact qui permettent de minimiser l'impédance et de maximiser les chances d'électrocuter les porcs;
- Estimer la valeur moyenne et la variabilité naturelle de l'impédance des porcs fragilisés de différentes strates de poids (<5, 5-24, 24-50, 50-80 et >80 kg) entre les meilleurs points de contact;
- Pour chaque strate de poids, mesurer le courant circulant entre les meilleurs points de contact avec une tension de 110 volts et/ou 220 volts;
- Valider l'efficacité de la méthode d'électrocution choisie sur des porcs non-anesthésiés;
- Mettre au point et définir les caractéristiques du matériel nécessaire à l'euthanasie par électrocution des porcs (transformateur, pinces, câbles, cages, contention, etc.) en tenant compte du bien-être des animaux, de la sécurité des travailleurs et des coûts;
- Assurer l'acceptabilité sociale de la méthode du point de vue du bien-être animal;
- Rédiger un guide écrit et préparer une formation qui complète l'information déjà disponible sur l'euthanasie (feuillet technique FPPQ sur l'euthanasie des porcs à la ferme et formation).

4. Plan de travail

4.1 Développement de la technologie

La technique d'euthanasie par électrocution a été développée en quatre phases. Les trois premières phases du développement ont été réalisées par l'équipe multidisciplinaire du CDPQ et de la FMV avec des appareillages commerciaux de haute précision (multimètres, générateur de fonction, électroencéphalographe (EEG), électrocardiographe (ECG)) et par des équipements spécialement conçus pour ce projet (transformateur, électrocuteur, équipement de sécurité, etc.). Les essais se sont déroulés à la ferme Frontenac de la Faculté de médecine vétérinaire (FMV) à Saint-Hyacinthe. Le protocole avait été préalablement accepté par le comité d'éthique de l'utilisation des animaux de l'Université de Montréal (06-Rech-1225).

La première phase a consisté à estimer l'impédance, avec une source de courant à basse tension (6 VCA, 600 Hz), à différents points de contact (position des électrodes) et avec différentes sortes d'électrodes (pinces, ceintures, câbles, etc.).

La deuxième phase a consisté à comparer l'efficacité de l'électrocution avec les deux configurations retenues à partir des résultats de la phase 1. Les configurations retenues devaient permettre de minimiser l'impédance entre les deux électrodes de contact, maximiser la probabilité de réussir l'électrocution, être facile d'utilisation et être visuellement acceptables. La première et la deuxième phase ont été réalisées sur des porcs anesthésiés.

La troisième phase a consisté à valider la méthode retenue à la phase précédente à partir de 21 porcs vivants non anesthésiés.

Le développement d'un appareil de type commercial pour l'électrocution des porcs (phase 4) a été confié à l'équipementier Conception Ro-Main.

Finalement, une technique d'assommage électrique (tête seulement) a été évaluée sur un petit nombre de porcs (n=10) pour comparer les signes cliniques observés lors d'un assommage électrique avec ceux observés lors d'une électrocution.

La technologie finale a été validée pour des porcs de 5 - 125 kg. Un petit nombre de porcelets de moins de 5 kg ont également été euthanasiés par électrocution mais la technologie décrite dans ce projet n'est pas nécessairement optimisée et validée pour les petits porcelets.

4.2 Diffusion des résultats et validation de la technologie

Les résultats obtenus durant ce projet ont été présentés à diverses tribunes ([Annexe A](#)). De plus, la technologie a été présentée à deux comités sur le bien-être des animaux pour valider l'acceptabilité sociale de la procédure ([Annexes B](#) et [C](#)).

5. Matériel et méthode

5.1 Animaux

Au total, 113 porcs commerciaux, avec différentes fragilisations ou tout simplement rejetés à la vente en raison d'un poids trop léger, provenant de onze fermes commerciales ont été utilisés. Les poids notés allaient de 2,22 à 105 kg. Ils ont été classés selon 5 strates de poids : $x < 5$ kg, $5 \leq x < 24$ kg, $24 \leq x < 50$ kg, $50 \leq x < 80$ kg et $x \geq 80$ kg, représentant ainsi les différentes phases de la production porcine québécoise (tableau 5-1). Une évaluation de leur état corporel (état de chair, état d'hydratation et fragilisation) a été notée. La technique d'électrocution développée dans ce projet a été validée pour les porcs de 5 à 105 kg (91 porcs dans ces strates de poids).

Tableau 5-1. Nombre d'animaux dans chaque strate de poids

Strates de poids (kg)	Nombre d'animaux
<5	22
5-24	37
24-50	26
50-80	17
>=80	11
Total	113

5.2 Appareillage et mesures électriques

Au cours du développement de la technique (phases 1-3), le courant (A), la tension (V) et la fréquence (Hz) ont été mesurés pendant toute la durée de l'électrisation (figure 5-1.).

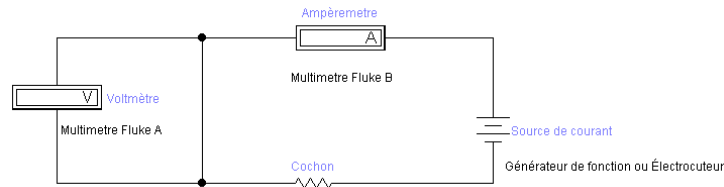


Figure 5-1. Description schématique du montage. Le voltmètre mesurait la tension et la fréquence du courant. L'ampèremètre mesurait le courant circulant.

L'intensité, la tension et la fréquence ont été mesurées à l'aide de deux multimètres de table³ (figure 5-2). Le premier multimètre mesurait la tension et la fréquence de la source de courant et le deuxième multimètre mesurait le courant. L'enregistrement de la tension et du courant a permis de calculer l'impédance entre les électrodes par l'application de la loi d'Ohm (impédance = tension/courant).



Figure 5-2. Multimètres en fonction

Un générateur d'électricité⁴ et différents équipements de sécurité ont été conçus spécifiquement pour ce projet par une firme d'ingénieurs (figure 5-3). Le générateur d'électricité est conçu pour produire une source de courant de 110 ou 220 VCA indépendante du réseau de distribution. Cette spécificité technique permet de prévenir les fuites de courant vers le sol lors de l'électrocution. Divers accessoires ont été ajoutés tels qu'une minuterie programmable, des indicateurs lumineux et un système de deux boutons poussoirs pour déclencher le processus de la mise sous tension. Un bouton permet de sélectionner la tension (110 ou 220 VCA) et un autre bouton permet de sélectionner des durées d'application du courant préprogrammé dans le boîtier (3, 5 et 15 s). Ces spécificités techniques ont permis d'augmenter la flexibilité et la sécurité de l'appareil.

³ Fluke®, modèle 45, Montréal, QC, Canada

⁴ Benoit Baillargeon inc., Ste-Marie, QC, Canada



Figure 5-3. Générateur d'électricité

Le courant nécessaire pour l'évaluation de l'impédance à faible tension (6 VCA; 60, 600, 6 000 Hz) était produit par un générateur d'ondes⁵ (figure 5-4). Ce générateur permet de moduler la fréquence (0,2 Hz-2 MHz), la tension (0-10 VCA) et la forme des ondes (sinusoïdales, carrée et triangulaire).



Figure 5-4. Générateur de fréquence

5.3 Collecte et traitement des données de l'électrisation

Les deux multimètres estimaient et transféraient les mesures de courant (multimètre #1), de tension (multimètre #2) et de fréquence (multimètre #2) en temps réel vers la base de données Access de l'ordinateur. La précision et les caractéristiques fonctionnelles des multimètres sont présentées à l'[Annexe D](#).

La stratégie d'enregistrement des données était différente pour l'électrisation à 6 volts comparativement à l'électrisation à 110 et 220 volts. Trois modes d'opération ont été définis pour décrire les électrisations. Ces modes d'opération ont été appliqués principalement sur des porcs vivants mais quelquefois également sur des porcs morts.

Mode « Impédance » : ce mode décrivait les procédures d'électrisation à basse tension (6 VCA). L'objectif de ce mode d'électrisation était l'obtention d'une estimation de la mesure de l'impédance. L'électrisation en mode « Impédance » a été effectuée principalement sur des porcs vivants mais également sur un certain nombre de porcs morts.

Mode « Euthanasie » : Ce mode décrivait des procédures d'électrisation avec les tensions domestiques (110 ou 220 VCA). L'objectif de ce mode d'électrisation était essentiellement l'euthanasie des porcs. En mode « Euthanasie », les électrodes étaient appliquées sur l'animal pour faire passer le courant de la tête vers la zone postérieure au cœur. L'électrisation en mode « Euthanasie » a été effectuée principalement sur des porcs vivants mais également sur un certain nombre de porcs morts.

⁵ Waveteck®, modèle FG2A, Montréal, QC, Canada

Mode « Insensibilisation » : Ce mode décrivait des procédures d'électrisation avec les tensions domestiques (110 ou 220 VCA). L'objectif de ce mode d'électrisation était essentiellement l'insensibilisation des porcs. Les électrodes étaient appliquées à travers la tête de l'animal. L'électrisation avec les tensions domestiques en mode « Insensibilisation » a été effectuée seulement sur des porcs vivants.

Pour les électrisations à basse tension en mode « Impédance », l'opérateur commençait l'électrisation des porcs avant de lancer l'enregistrement des mesures dans la base de données Access. Dans cette situation, la durée de l'électrisation était toujours plus longue que la durée de l'enregistrement. De plus, l'opérateur attendait que les deux appareils de mesures donnent un résultat constant et stable avant de commencer l'enregistrement dans la base de données Access. En électrisation à basse tension (6 VCA), les deux multimètres transféraient les données à faible fréquence (< 3 mesures/s) vers la base Access. Le premier appareil mesurait le courant à la plus haute résolution possible (~ 2,5 mesures/s) et le deuxième appareil estimait conjointement la tension et la fréquence (~ 0,5 mesure/s).

Pour les électrisations avec les tensions domestiques en modes « Euthanasie » et « Insensibilisation », l'opérateur débutait et terminait l'enregistrement des données dans la base Access quelques secondes avant et après l'électrisation. Dans cette situation, la durée de l'enregistrement des données était toujours plus longue que la durée de l'électrisation. En électrisation avec les tensions domestiques, les deux multimètres estimaient et transféraient les données à la plus faible résolution pour maximiser la vitesse de la lecture (> 15 mesures/s) en présence de courant ([Annexe D](#)).

Après la collecte, la base de données contenait diverses sortes de données :

- Mesures enregistrées au bon moment (> 90 % des données);
- Mesures enregistrées avant et après l'électrisation des porcs avec les tensions domestiques;
- Mesures enregistrées lorsqu'il n'y avait pas de porcelet branché;
- Mesures enregistrées lorsque les appareils n'étaient pas ajustés adéquatement.

Chaque série de mesure qui correspondait à une électrisation était identifiée par un identifiant unique. Une électrisation était caractérisée par un type de connexion, une tension, une fréquence et par le statut du porc (vivant ou mort). Les données ont été traitées pour produire une base de données validée (DATAEUTH) pour les analyses ([Annexe E](#)).

5.4 Durée et tension lors de l'électrocution

La plupart des électrocutions ont été effectuées avec une source de courant de 110 VCA et une durée de 5 secondes. Quelques électrocutions ont été effectuées avec une tension plus élevée et des durées plus courtes (3 s) ou plus longues (15 s).

5.5 Caractérisation des effets de l'électrisation avec les tensions domestiques

Immédiatement après chaque électrisation avec les tensions domestiques (110 ou 220 VCA), les observations suivantes ont été enregistrées pour évaluer l'insensibilisation en mode « insensibilisation » et la mort de l'animal en mode « euthanasie » : présence de mydriase (dilatation de la pupille), absence du réflexe cornéen, absence de nociception (réponse à la piqûre d'une aiguille), disparition du réflexe de la respiration, fibrillation cardiaque (ECG) et disparition de l'activité électrique cérébrale (EEG). Les observations suivantes étaient aussi notées : la présence de gasps, le relâchement des sphincters (anal et/ou urinaire). Finalement, toutes les électrisations avec les tensions domestiques ont été filmées avec un caméscope numérique⁶ pour permettre une évaluation des activités motrices durant et après l'électrisation.

5.5.1 Évaluation des activités motrices

Deux schémas comportementaux ont été caractérisés à partir de la lecture des vidéos : le schéma comportemental lors de la mise à mort par électrocution (mode « euthanasie ») et le schéma comportemental lors d'un assomage électrique (mode « insensibilisation »).

Lors d'une électrocution réussie, les activités motrices suivantes peuvent être observées : phase tonique (durant et après l'électrocution), effondrement de l'animal, une phase de tremblements musculaires avec un relâchement graduel du tonus de tous les muscles pour atteindre une phase flasque irréversible. Chez certains sujets des gasps ont été observés. Les caractéristiques des activités motrices suivantes ont été évaluées et enregistrées dans une base de données :

- **Durée de la phase tonique (secondes)** en incluant la période d'électrocution;
- **Durée de la phase de tremblement (secondes)**⁷, durée entre la fin de la phase tonique et le relâchement complet de l'animal. Par convention, la durée de la phase de tremblement était considérée comme égale à zéro seconde lorsque l'effondrement de l'animal survenait avant la fin de l'électrocution;
- **Présence ou non de gasps (oui ou non)**. L'observation d'un ou plusieurs gasps a été enregistrée dans la base de données. L'analyse des enregistrements vidéo a permis de caractériser les gasps de la plupart des porcs;
- **Tremblement musculaire (oui ou non)**;
- **Mouvement de pattes (oui ou non)**. La présence de mouvement de pattes. Un mouvement de patte indique moins de trois mouvements (extension ou contraction) d'une ou de plusieurs pattes;
- **Pédalage (oui ou non)**. Le pédalage est défini par une séquence de plus de trois mouvements d'un ou de plusieurs membres de l'animal;

⁶ Panasonic®, modèle PV-GS59, Montréal, QC, Canada

⁷ Les auteurs du projet ont eu de la difficulté à trouver un bon terme pour décrire l'ensemble des activités motrices observées entre la fin de la phase tonique et le relâchement complet de l'animal. Le terme utilisé devait permettre de : 1) faire une bonne description des observations; 2) être adéquat pour décrire les activités motrices de la majorité des porcs avec des durées d'électrocution de 5 et de 15 s; 3) permettre de faire une distinction avec les activités motrices observées entre la phase tonique et le retour à la conscience en mode insensibilisation. Trois terminologies ont été discutées et utilisées dans les publications et présentations préliminaires 1) phase intermédiaire; 2) phase clonique légère; 3) phase de tremblement. Finalement, le terme « phase de tremblement » a été retenu.

- **Durée entre la fin de l'électrocution et le premier gasp (secondes);**
- **Nombre de gasps (n).** Nombre de gasps entre la fin de la phase tonique et l'arrêt de la vidéo (5 - 6 minutes après l'électrocution);
- **Durée entre le premier et le dernier gasp (secondes).**

Lors d'un assomage électrique, les activités motrices de type épileptiforme peuvent être observées : phase tonique (durant et après l'électrocution), phase clonique (convulsion, pédalage et tremblement musculaire), phase de retour à la conscience. Les caractéristiques des activités motrices suivantes ont été enregistrées :

- **Durée de la phase tonique (secondes)** en incluant la période d'électrocution;
- **Durée de la phase clonique (secondes)**⁷, durée entre la fin de la phase tonique et le réveil. Le réveil est caractérisé par la reprise de la respiration régulière;
- **Tremblement musculaire (oui ou non);**
- **Mouvement de pattes (oui ou non).** La présence de mouvement de pattes indique moins de trois mouvements (extension ou contraction) d'une ou de plusieurs pattes;
- **Pédalage (oui ou non).** Le pédalage est défini par une séquence de plus de trois mouvements d'un ou de plusieurs membres de l'animal.

5.5.2 Encéphalogramme et électrocardiogramme

Les activités cérébrale et cardiaque ont été enregistrées avant et immédiatement après l'électrisation (mode insensibilisation) ou l'électrocution (mode euthanasie) avec un électroencéphalogramme (EEG) et un électrocardiogramme (ECG)⁸. Les mesures étaient enregistrées dans une base de données intégrée⁹. Les lectures étaient réalisées à partir de sondes en coupelles appliquées directement sur la peau rasée aux régions désignées (région cardiaque et front). Un gel contact était inséré dans la coupelle pour améliorer le contact entre la sonde et la peau. Les enregistrements commençaient quelques secondes avant l'électrisation et se poursuivaient jusqu'à la mort cérébrale de l'animal. L'appareil était sous tension pendant l'électrisation, par contre les enregistrements étaient brouillés par l'effet d'un filtre incorporé qui bloquait la fréquence 60 Hz.

5.6 Évaluation de l'insensibilisation

Les indicateurs suivants ont été utilisés pour confirmer l'état d'insensibilité de l'animal : mydriase, absence des réflexes cornéens, nociceptifs et respiratoires.

5.7 Évaluation de la mort de l'animal

La mort de l'animal a été confirmée par l'effondrement de l'animal, la fibrillation cardiaque (ECG), l'absence de réflexes cornéens, nociceptifs et respiratoires, et un EEG isoélectrique.

⁸ Système portable Alliance, Nicolet Biomedical Inc, Memphis, TN, USA Logiciel d'EEG Intuition

⁹ Nic Vue™

5.8 Électrodes et points de contact

De nombreuses électrodes et points de contact ont été testés pour identifier les connexions les plus prometteuses pour permettre l'électrocution des porcs (tableau 5-2). Une connexion représentait deux ou trois points de contact avec différents types d'électrode. Les connexions sélectionnées devaient respecter les critères théoriques suivants :

- maximiser la surface de contact;
- minimiser le traumatisme.

Tableau 5-2. Code et description des différentes électrodes et points de contact

Électrode	Connexion	Description	
ROUGE	2PCBO	1 pince à crochet à la base de chaque oreille	
	2PPBO	1 pince plate à la base de chaque oreille	
	A1Q	Pince alligator n° 1 à la base de la queue	
	BRAC	Ceinture métallique tressée autour du cou	
	CHMS/CMC	Chaînette autour de la mâchoire supérieure et ceinture métallique tressée autour du cou	
	Lasso	F1/8	Fil 1/8 pouce autour de la mâchoire supérieure
		F3/16	Fil 3/16 pouce autour de la mâchoire supérieure
	LAS/CMC	Fil 1/8 pouce autour de la mâchoire supérieure et ceinture métallique tressée au cou	
	PCBO	1 pince à crochet à la base d'une oreille	
	PCGO	1 pince à crochet sur le bord de la gueule et une autre à la base de l'oreille gauche	
	PCGU	1 pince à crochet sur le bord de la gueule	
	PPBO	1 pince plate à la base d'une oreille	
	PPGO	1 pince plate sur le bord de la gueule et à la base de l'oreille gauche	
	PPGU	1 pince plate sur le bord de la gueule	
NOIR	CAB	Chaînette autour de l'abdomen	
	CHAB	Chaîne autour de l'abdomen	
	CHOKER	Collier à chien moyen, taille 56 cm	
	CMTA	Ceinture métallique tressée autour de l'abdomen	
	PCQ	Pince à crochet autour de la queue	
	PPAI	Pince plate au niveau du pli de l'aîne	
	PPBQ	Pince plate à la base de la queue	
	PPQ	Pince plate à la queue	
	Rectale	RESOR	Ressort dans le rectum avec une rondelle de métal à l'extrémité
		STOPA	Butoir de porte dans le rectum
		GPapillon	Grande vis papillon
PPapillon		Petite vis papillon	

Les différents points de contact retenus étaient : la base de l'oreille (1 ou 2 oreille(s)), le bord de la gueule, la mâchoire supérieure, le cou, l'abdomen, l'aîne, la queue, l'anus et la patte.

Les différents types d'électrodes retenus étaient : différentes sortes de pinces, quatre types de sondes rectales (butoir de porte, ressort, petite et grande vis papillon), différentes chaînes et câbles (tableau 5-2 et figure 5-5).



Pince alligator n° 1



Ceinture métallique tressée



Pinces à crochet



Butoir de porte



Pinces plates



Câble 1/8 pouce

Figure 5-5. Description des principales électrodes

Un certain nombre de connexions se sont révélées rapidement inadéquates et peu pratiques. Les principales connexions retenues pour une évaluation plus systématique sont listées au tableau 5-3.

Tableau 5-3. Liste des principales connexions testées (n>10) et leur nombre de répétitions

Connexion avant	F3/16	F3/16	F3/16	F3/16	F3/16	F3/16	F3/16	F3/16	PPBO
Connexion arrière	RESOR	CMTA-S	CAB	PPAI	PPBQ	PPQ	STOPA	CHAB	PPBQ
n	47	22	20	18	15	14	14	11	10

5.9 Contention des animaux

Une cage de contention a été développée pour permettre la validation des méthodes d'euthanasie retenues sur des porcs non anesthésiés. La cage de contention a été conçue pour permettre la restriction de l'animal et pour assurer la sécurité des opérateurs (figure 5-6).



Figure 5-6. Cage de contention

5.10 Gestion des données

5.10.1 Base de données

Toutes les mesures effectuées dans le cadre de ce projet de recherche ont été enregistrées dans quatre bases de données indépendantes : 1) Un fichier qui contenait toutes les caractéristiques validées de l'électrisation (DATAEUTH); 2) Un fichier qui contenait toutes les caractéristiques des porcs (DATAPORC); 3) un fichier qui contenait toutes les caractéristiques obtenues à partir des vidéos (DATAVIDEO) et 4) un fichier qui sert de tableau de bord pour la gestion des données (TABBORD). La définition de toutes les variables colligées dans ces bases de données est retrouvée à [l'annexe F](#). Le traitement de ces données a permis de créer les différents ensembles de données nécessaires à l'analyse statistique.

5.10.2 Catégorisation des poids

Les poids des porcs ont été classés selon cinq strates de poids : $x < 5$ kg, $5 \geq x < 24$ kg, $24 \leq x < 50$ kg, $50 \leq x < 80$ kg et $x \geq 80$ kg, représentant ainsi les différentes phases de la production porcine québécoise (tableau 5-1).

5.10.3 Catégorisation des connexions

Certaines connexions ont été regroupées dans une nouvelle variable. Les principaux regroupements sont :

- Toutes les connexions avec des fils d'acier de différentes tailles sur la mâchoire supérieure (fils de 1/8", 3/32", 5/32" et 3/16") ont été regroupées dans une nouvelle variable sous le nom de « Lasso ». Cette classification était justifiée, car la taille des fils d'acier était ajustée à la taille de la mâchoire des porcs.

- Toutes les connexions avec différentes sortes de sondes anales (ressort, butoir de porte, grande vis papillon et petite vis papillon) ont été regroupées dans une nouvelle variable sous le nom de « Rectale ».

5.10.4 Catégorisation de la conscience de l'animal

Durant toutes les manutentions, les animaux vivants étaient soit anesthésiés, tranquilisés ou encore sans psychotropes ([Annexe G](#)). Ces trois modes ont été catégorisés dans une nouvelle variable sous les noms de « ANES », « TRAN », « NONA » pour décrire respectivement les trois états de conscience.

5.10.5 Catégorisation des fréquences

L'ajustement de la fréquence du courant alternatif du générateur de fréquence en mode « impédance » à 6 VCA était approximatif ($\pm 10\%$). La fréquence du courant a été catégorisée aux valeurs nominales suivantes :

- 60 Hz pour toutes les mesures entre 55 – 65 Hz;
- 500 Hz pour toutes les mesures entre 480 – 520 Hz;
- 600 Hz pour toutes les mesures entre 570 – 630 Hz;
- 6 000 Hz pour toutes les mesures entre 5 700 – 6 300 Hz;
- 60 000 Hz pour toutes les mesures entre 57 000 – 63 000 Hz.

Toutes les mesures effectuées à 6 volts à d'autres fréquences ont été éliminées.

La fréquence de toutes les mesures effectuées avec le courant aux tensions domestiques (110 et 220 VCA) a été fixée à 60 Hz. Plusieurs vérifications de la fréquence du courant du réseau domestique ont confirmé la stabilité de cette caractéristique.

5.10.6 Catégorisation des électrisations

Les électrisations ont été effectuées à différentes tensions (6, 110 et 220 VCA), à différentes fréquences (60, 500, 600, 6 000 et 60 000 Hz) et sur des porcs avec des états de conscience distincts (ANES, TRAN, NONA et MORT). Un total de 28 catégories d'électrisation a été créé dans une nouvelle variable.

5.11 Tests statistiques

Des statistiques descriptives (moyenne, écarts-types, min., max.) ont été calculées pour décrire les caractéristiques des différentes électrisations pour les porcs des différentes strates de poids. L'effet du poids des porcs et de leurs états de chair sur l'impédance a été vérifié. Certaines corrélations de Pearson ont été calculées pour décrire la force des associations. Un niveau de signification de 5 % ($P < 0,05$) a été employé.

Certaines mesures ont été effectuées sur des petits porcelets (< 5 kg) mais la technique d'électrocution n'a pas été validée pour ce type de porcs. L'objectif de ce projet était de valider une technique d'électrocution pour des porcs de 5 à 110 kg.

6. Résultats et discussion

Les expériences réalisées dans ce projet ont, encore une fois, souligné l'importance de la position et du type d'électrodes pour permettre l'euthanasie des porcs par électrocution. Par exemple, avec certaines configurations d'électrodes, des courants d'environ trois ampères n'ont pas permis d'insensibiliser ni de tuer les porcs. Par ailleurs, les deux méthodologies retenues (5 s à 110 VCA) ont permis de tuer rapidement (5-6 s), de façon répétitive (plus de 100 individus) des porcs de différents poids (5-125 kg) avec des courants nettement moindres (~ 1 A).

6.1 Sélection des électrodes et points de contact (6 V)

Le type d'électrodes et les sites d'application ont eu un impact très significatif sur l'impédance (max. 35 847 Ω , min. 233 Ω , $P < 0,0001$) et, par conséquent, sur la quantité de courant qui a circulé à travers le porc durant le processus d'électrocution (figure 6-1).

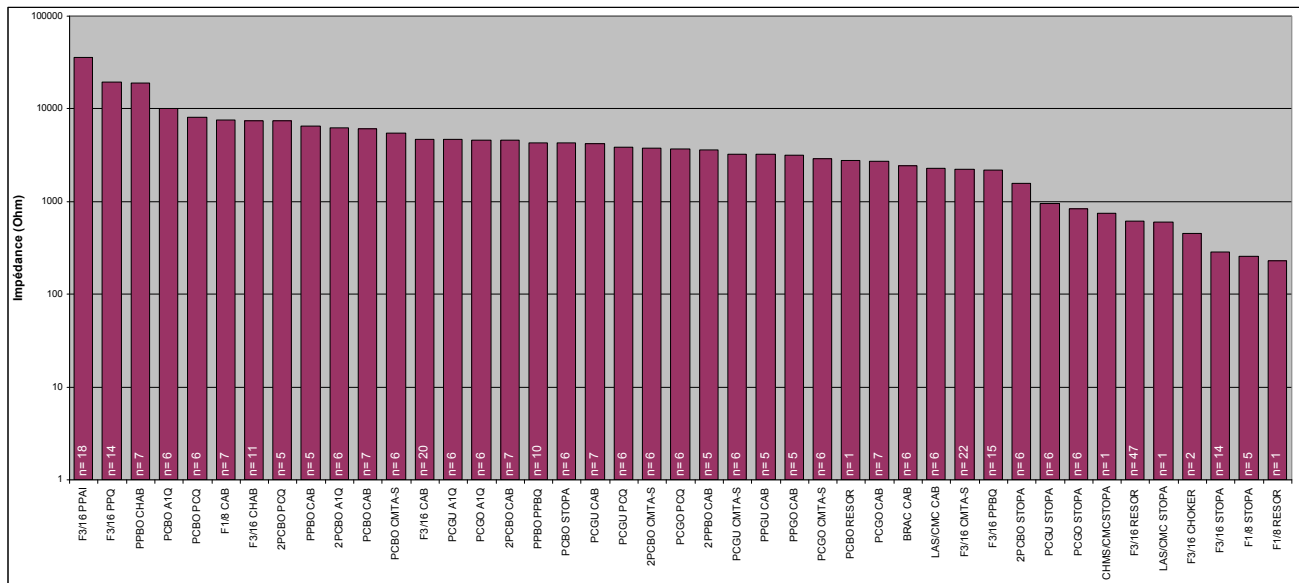


Figure 6-1. Impédance mesurée à basse tension (6 V) avec diverses connexions (type d'électrode et position)

La connexion sur la mâchoire supérieure avec un câble (F3/16) était associée à la fois aux pires et aux meilleures connexions. Les pinces sur le bout des oreilles (PCBO), les pinces dans le pli de l'aine (PPAI) et les pinces sur la queue (PPQ) se retrouvaient souvent parmi les pires connexions. Ces connexions (oreille-queue ou oreille-pli de l'aine) sont les plus fréquemment utilisées par les producteurs de porcs pour électrocuter les animaux avec la technique « Câble à booster ». Les résultats de cette étude montrent qu'il est possible d'améliorer grandement les techniques utilisées à la ferme simplement en optant pour de meilleurs points de contact. Dans cette première phase, les connexions avec les muqueuses (câbles sur la mâchoire supérieure et sondes rectales) suggèrent la meilleure conductivité (impédance la plus faible).

6.2 Techniques d'électrocution retenues

Les techniques retenues devaient permettre de faire circuler un maximum de courant dans l'animal (impédance faible) et être le moins traumatique possible. Deux techniques ont été retenues :

- sonde anale combinée à un lasso en acier fixée autour de la mâchoire supérieure (méthode SA-LA, figure 6-2);
- ceinture métallique autour de l'abdomen combinée avec le lasso autour de la mâchoire supérieure (méthode CM-LA, figure 6-3).



Figure 6-2. Lasso-sonde anale



Figure 6-3. Lasso-ceinture métallique

Les deux méthodes ont été comparées par l'électrocution de 37 et 21 porcs respectivement pour les méthodes SA-LA et CM-LA. L'électrocution de tous ces porcs a été effectuée avec une source de 110 VCA, 60 Hz durant 5 secondes. Le courant mesuré entre les électrodes avec les techniques Lasso-rectale et Lasso-ceinture a été respectivement de $0,94 \pm 0,15$ A et $1,00 \pm 0,19$ A ($P > 0,05$).

Il est intéressant de noter la similitude des courants mesurés avec les deux techniques alors que la connexion Lasso-ceinture était en apparence moins intéressante à 6 VCA (tableau 6-1).

Cette différence pourrait s'expliquer par un contact plus serré de la ceinture en mode euthanasie qu'en mode impédance. En effet, lors des mesures d'impédance à basse tension (6 VCA), les porcs anesthésiés étaient allongés sur un tapis de caoutchouc au sol avec une ceinture attachée autour de l'abdomen alors que durant les euthanasies (110 VCA), les animaux étaient debout et légèrement suspendus par la ceinture (figure 6-3).

Tableau 6-1. Impédance (Ω) à basse tension (6 VCA)

Poids (kg)	1 ^{re} position	2 ^e position	3 ^e position	4 ^e position	5 ^e position	6 ^e position
5-24	Ressort-F3/16 451 Ω	PPBQ-F3/16 1 527 Ω	PPQ-F3/16 5 635 Ω	CAB-F3/16 6 593 Ω	PPAI-F3/16 8 350 Ω	CMTA-F3/16 8 884 Ω
24-50	Ressort-F3/16 312 Ω	PPQ-F3/16 820 Ω	CMTA-F3/16 2 711 Ω	PPBQ-F3/16 3 127 Ω	CAB-F3/16 4 426 Ω	PPAI-F3/16 5 576 Ω
50-80	Ressort-F3/16 232 Ω	CMTA-F3/16 1 374 Ω	PPBQ-F3/16 1 582 Ω	PPQ-F3/16 1 741 Ω	CAB-F3/16 2 434 Ω	PPAI-F3/16 7 024 Ω
80 +	Ressort-F3/16 242 Ω	PPBQ-F3/16 1 029 Ω	CMTA-F3/16 1 568 Ω	PPQ-F3/16 3 987 Ω	CAB-F3/16 4 494 Ω	PPAI-F3/16 14 649 Ω

6.3 Évaluation comportementale des deux techniques retenues lors de l'électrocution (110 V, 5 s)

À la suite de l'électrocution, les différentes phases qui indiquent le décès de l'animal sont apparues. Typiquement, les porcs étaient en phase tonique durant toute la période de l'électrocution (110 VCA, 5 s). La phase tonique pouvait se prolonger durant quelques secondes après la coupure du courant (moyenne 2,2 s; figure 6-4).

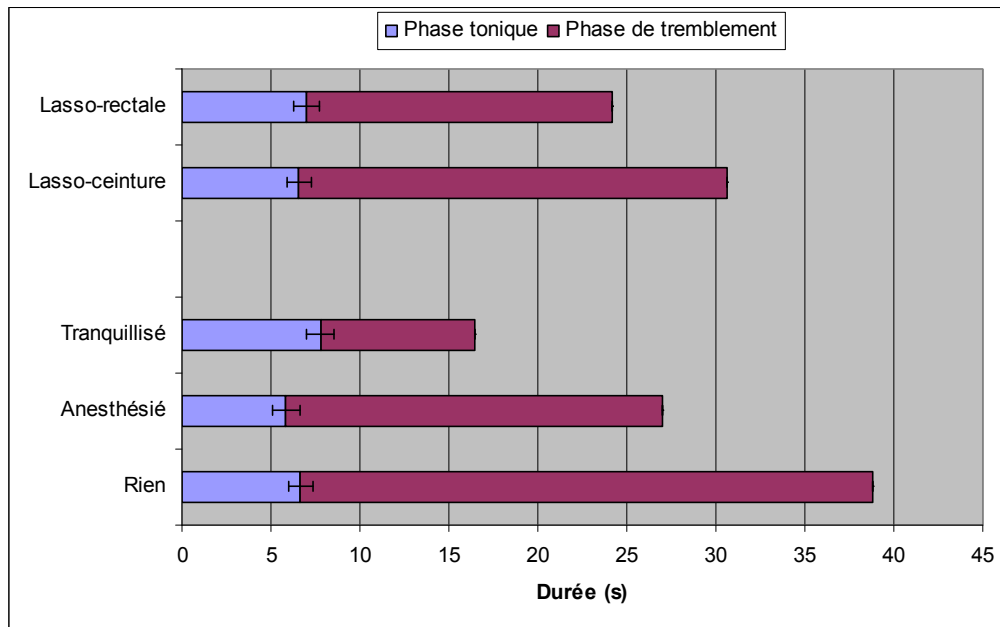


Figure 6-4. Durée des phases toniques et de tremblement durant et après l'électrocution de 5 s selon la connexion utilisée ou selon le statut de l'animal

Après la coupure du courant, tous les porcs ont eu les pupilles dilatées, aucun réflexe cornéen, nociceptif ou respiratoire, et ont tous été en fibrillation cardiaque. Deux porcs euthanasiés avec la connexion Lasso-ceinture ont fait une « vocalisation » à la suite de l'arrêt du courant. Un porc avait la pupille dilatée, l'autre porc avait les yeux révulsés et les deux porcs ont fait des gags, indicateurs que l'électrocution est réussie et leur cœur était en fibrillation cardiaque.

Immédiatement après la phase tonique, les porcs qui étaient debout durant l'électrocution s'affaissaient pour devenir totalement flasques. Chez la plupart des porcs, certains tremblements (oreilles, queue, certains muscles) ont pu être observés avant le relâchement complet de l'animal. Finalement, chez certains porcs, de légers mouvements de pattes ont été constatés mais pas de pédalage. La phase de tremblement a duré en moyenne, 8, 21 et 32 secondes respectivement pour les porcs anesthésiés, tranquilisés et ceux qui n'ont rien reçu (tableau 6-2 et figure 6-4).

Tableau 6-2. Durée moyenne de la phase tonique et de la phase de tremblement

Statut	Durée (s)	
	Phase tonique	Phase tremblement
Anesthésié	5,85	21,13 ^a
Non anesthésié	6,68	32,14 ^b
Tranquillisé	7,78	8,64 ^a
Connexion		
Lasso-ceinture	6,57	24,07
Lasso-rectale	6,97	17,20

Le comportement des porcs durant l'électrocution présente certaines similitudes avec les observations rapportées lors de l'insensibilisation par électrisation (une phase tonique et certains signes rapportés lors de la phase clonique) mais les porcs électrocutés ne présentent pas de « crise épileptiforme ». En effet, il n'y a pas de reprise de la respiration, ni de retour à la conscience lors d'une électrocution efficace des porcs (voir section 8.2).

Le statut (anesthésié, non anesthésié ou tranquilisé; $P > 0,1$) ainsi que le type de connexion ($P > 0,1$) n'ont pas eu d'effet significatif sur la durée de la phase tonique. Celle-ci a duré entre une et trois secondes supplémentaires après l'arrêt du passage du courant électrique dans l'animal.

La durée de la phase de tremblement était en apparence un peu plus longue avec la connexion Lasso-ceinture qu'avec la connexion Lasso-rectale mais cette différence n'était pas significative (tableau 6-2). Par contre, la durée de la phase de tremblement a été significativement plus longue chez les porcs qui n'ont reçu aucune substance psychotrope ($P < 0,0001$) comparativement aux porcs qui ont été anesthésiés ou tranquilisés. De plus, les données numériques suggèrent que la phase de tremblement pourrait être plus courte chez les porcs tranquilisés comparativement aux porcs anesthésiés, mais cette différence n'était pas significative (tableau 6-2).

Les principaux signes observés durant la phase de tremblement ont été de légers tremblements musculaires (63 % des porcs) et des gasps (46 % des porcs) (tableau 6-3). Il y a également eu quelques animaux (<10 %) qui ont effectué des mouvements de pattes mais cela ne correspondait pas à un pédalage. L'analyse sommaire des données suggère que les porcs anesthésiés (tableau 6-4) et les porcs avec la connexion Lasso-rectale (tableau 6-3) ont montré plus de signes de myoclonie. Les données de ce projet ne permettent pas de clarifier le rôle de ces deux facteurs car presque tous les porcs électrocutés avec la technique « Lasso-rectale » étaient anesthésiés.

Tableau 6-3. Présence de critères visuels durant la phase de tremblement selon la connexion (% des porcs)

Combinaison	Myoclonie	Gasps	Mouvements de pattes
Lasso-rectale (n=33)	25	19	2
Lasso-ceinture (n=21)	9	6	3
Total (n=54)	34 (63,0 %)	25 (46,3 %)	5 (9,3 %)

Deux fois plus de porcs euthanasiés avec la connexion Lasso-rectale ont fait des gasps. Plus de la moitié des animaux anesthésiés et ceux qui n'ont reçu aucune substance psychotrope ont fait des gasps. Par contre, il n'y a eu qu'un seul animal ayant été préalablement tranquilisé avec du Stresnil® qui a fait un gasp. Les gasps ont une durée moyenne de 1 min 15 s avec un maximum de 5 minutes sur un porc en particulier. Il est à noter que plusieurs mesures d'impédance à 6 VCA ont été effectuées sur les porcs anesthésiés avant de les euthanasier. Donc, au moment de l'euthanasie, les anesthésiques pouvaient avoir encore plus ou moins d'effets sur les porcs.

Tableau 6-4. Myoclonie, gasp et mouvement des pattes durant la phase de tremblement (% des porcs) selon le statut de l'animal

Statut	Myoclonie	Gasp	Mouvement de pattes
Anesthésié (n=29)	22	15	0
Tranquillisé (n=9)	4	1	0
Rien (n=16)	8	9	5
Total (n=54)	34 (63,0 %)	25 (46,3 %)	5 (9,3 %)

En résumé, les gasps peuvent être fréquemment observés et peuvent durer quelques minutes. Certaines données de cette étude suggèrent que l'usage du tranquilisant azapérone permettrait de réduire la prévalence des porcs qui présentent des gasps après l'électrocution. Ce médicament est reconnu pour sa capacité à bloquer la transmission nerveuse. Néanmoins, l'usage de l'azapérone est peu utile, car elle rend les manipulations de l'animal plus difficiles et occasionne des frais supplémentaires. De plus, bien que certaines personnes puissent trouver ce phénomène désagréable, les gasps surviennent après la mort de l'animal.

6.4 Évaluation de l'activité cérébrale (EEG) et cardiaque (ECG)

Les mesures de l'activité cérébrale (EEG) et cardiaque (ECG) étaient possibles avant et quelques secondes après la fin de l'électrocution. Ces mesures étaient difficilement interprétables durant l'électrocution des porcs puisqu'elles étaient brouillées (figure 6-5).

Dès la reprise visuelle des enregistrements, les signes typiques de la fibrillation cardiaque apparaissaient. L'activité cérébrale a été plus difficile à interpréter car les tests de sensibilité sur l'animal (réflexe cornéen, nociception, etc.) effectués dès l'arrêt du courant et les mouvements engendrés par les gasps créaient des interférences qui apparaissaient sur le EEG. Après l'électrocution, la majorité des porcs montraient rapidement (< 1 s) un tracé de faible amplitude généralement associé à la mort cérébrale. Pour l'instant, aucune statistique n'a été effectuée pour caractériser les EEG. Les données ont été enregistrées et des analyses ultérieures sont toujours possibles.

L'enregistrement de l'activité cardiaque et de l'activité cérébrale permettait de confirmer la mort de l'animal (fibrillation cardiaque et EEG isoélectrique). Toutefois, compte tenu des interférences durant l'électrocution, il fallait attendre quelques secondes après la fin de l'électrisation pour pouvoir interpréter adéquatement la lecture des graphiques. Bref, les enregistrements des activités cardiaques et cérébrales constituaient un excellent complément d'information aux observations comportementales.

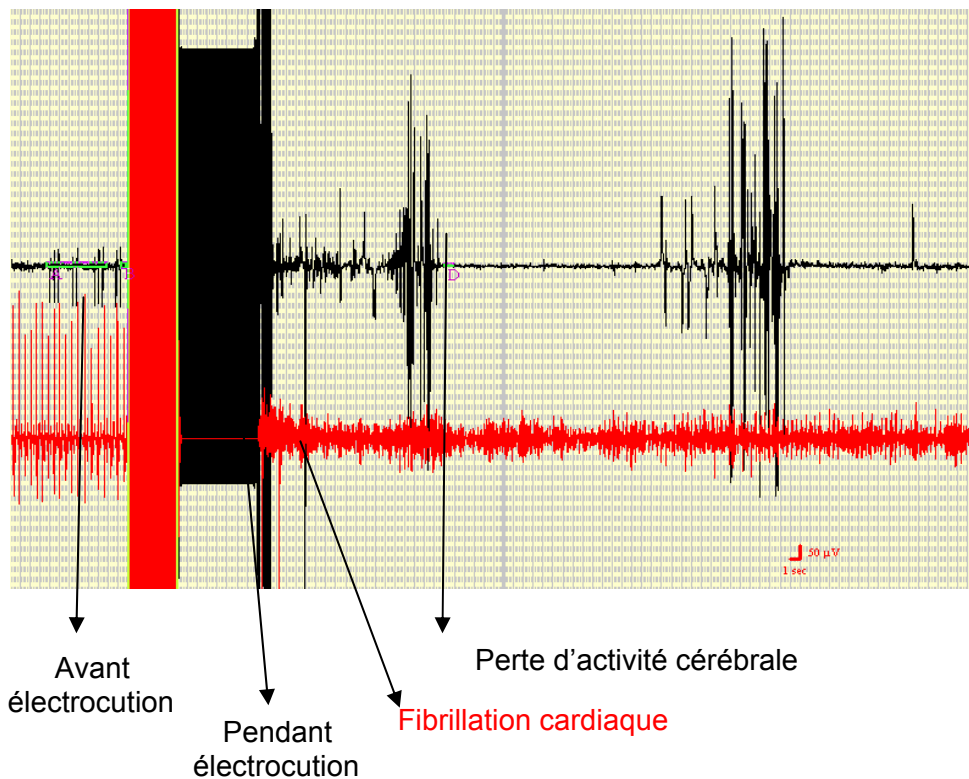


Figure 6-5. Mesures d'activité cérébrale (noire) et cardiaque (rouge)

6.5 Impédance à basse tension (6 VCA) et avec les tensions domestiques (110 VCA et 220 VCA)

Les caractéristiques électriques enregistrées lors de l'électrocution de 49 porcs ont permis de valider la relation entre les mesures d'impédance à 6 VCA et celle à 110 VCA. À cet effet, 24 porcs ont été euthanasiés avec de moins bonnes connexions (CHABPPBO, CHOKERF3, PPBQPPBO) et comparés avec les résultats obtenus sur 25 porcs avec de meilleures connexions (RESORF316, RESORLASSO, STOPACHM, STOPALAS). Les méthodes sélectionnées permettaient une certaine diversité de l'estimation de l'impédance à 6 volts tout en permettant une euthanasie efficace à 110 VCA.

Il y a une relation linéaire positive et significative ($P < 0,0001$) entre les valeurs d'impédance mesurées lors de l'euthanasie (110 VCA) et celles mesurées durant l'évaluation de l'impédance à basse tension (6 VCA) (figure 6-6). Environ 72 % de la variation de l'impédance avec la tension domestique (110 VCA) est expliquée par la variation de l'impédance à basse tension (6 VCA) mais la figure montre que la corrélation n'est pas parfaite. De plus, il faut remarquer l'existence d'une différence importante entre les moyennes des deux estimations soit 194 Ω comparé à 933 Ω (valeur 2,29 comparée à 2,97 [log base 10]) pour l'estimation à 110 et 6 VCA respectivement.

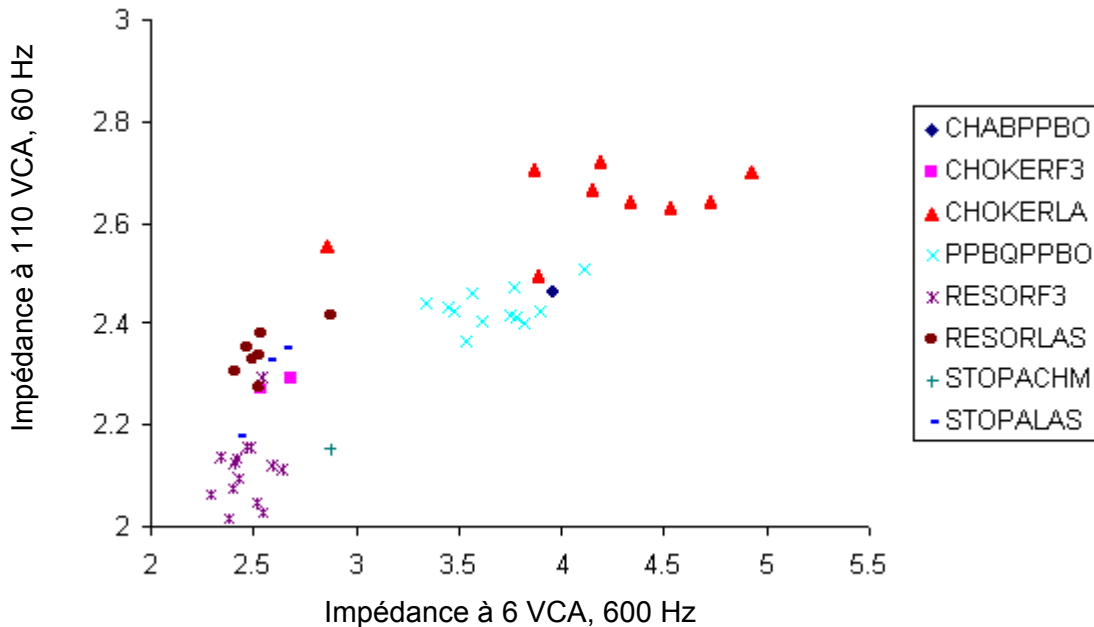


Figure 6-6. Relation entre les valeurs d'impédance à basse tension (6 VCA, 600 Hz) et la tension domestique (110 VCA, 60 Hz) (valeur en log base 10)

Les résultats de ce projet suggèrent que les mesures d'impédance prises à basse tension (6 VCA) sur des animaux inconscients permettent de juger le potentiel d'efficacité à une tension plus élevée (110 VCA). Toutefois, pour des raisons inexplicables la corrélation n'est pas parfaite et l'estimation de l'impédance à 6 VCA est de beaucoup supérieure à celle obtenue à 110 VCA.

Les mesures effectuées immédiatement après la mise à mort de l'animal avec le courant alternatif (euthanasie à 110 VCA suivie d'une mesure à 220 VCA sur le porc mort ou l'inverse) et la même connexion montrent l'existence d'une corrélation très étroite entre les deux estimations ($r=0,96$; figure 6-7). De plus, il faut remarquer la très petite différence entre les deux moyennes (139 Ω à 110 VCA comparé à 132 Ω à 220 VCA, $P < 0,001$). Cette différence pourrait s'expliquer par la tension (220 VCA comparé à 110 VCA) ou encore par le statut des animaux (vivant comparé à mort). Les données de cette étude ne permettent pas d'attribuer cette petite différence à l'un ou l'autre de ces facteurs car ils sont confondus (majorité des estimations à 110 VCA sur les porcs vivants et majorité des estimations à 220 VCA sur les porcs morts).

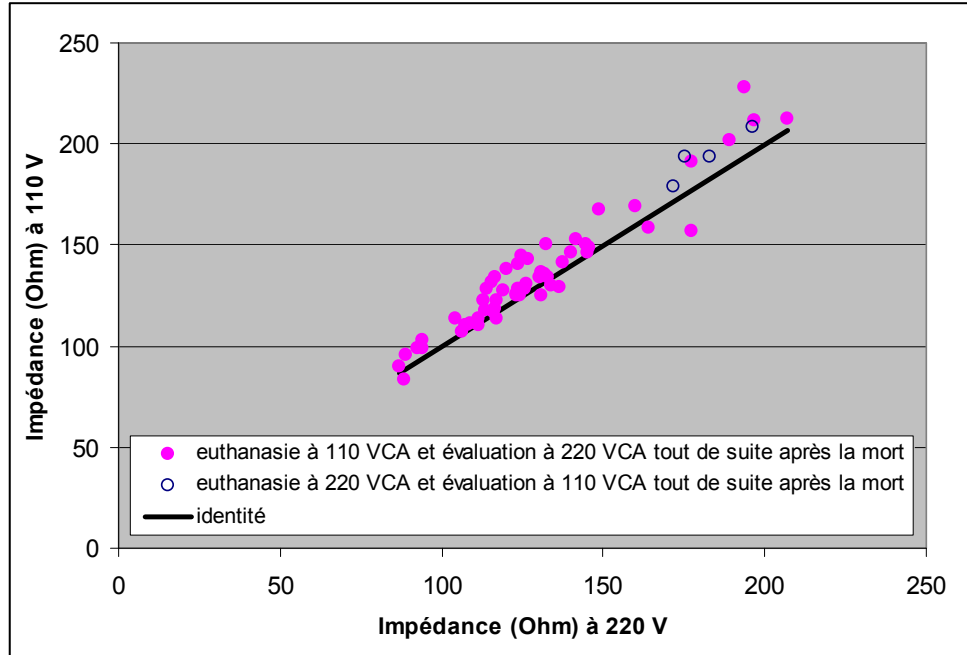


Figure 6-7. Relation entre les valeurs d'impédance 110 VCA et à 220 VCA.

Les résultats de ce projet suggèrent l'existence d'une très bonne corrélation entre l'impédance mesurée à 110 et 220 VCA. La relation presque parfaite entre l'estimation de l'impédance obtenue à 110 VAC et 220 VAC ne se compare pas avec la corrélation imparfaite entre l'estimation de l'impédance à 6 VAC et 110 VAC (figure 6-6). La relation moins étroite entre l'impédance à 6 VAC et 110 VAC pourrait s'expliquer par la différence de la fréquence (60 comparé à 600 Hz). Certaines mesures préliminaires (non présentées) suggèrent l'existence d'autres facteurs pour expliquer cette moins bonne association.

6.6 Durée d'application de la tension électrique

La plupart des électrocutions ont été effectuées avec une source de courant de 110 VCA et une durée de 5 secondes (90/113, 80 %) mais quelques électrocutions ont été faites à 110 VCA et une durée de 15 secondes (13/113, 11,5 %), quelques-unes à 220 VCA et une durée de 5 secondes (6/113, 5 %), certaines à 110 VCA durant 10 secondes (2/113, 1,75 %), et finalement d'autres à 220 VCA durant 3 secondes (2/113, 1,75 %). La répartition des porcs selon la strate de poids qui ont été électrocutés durant 5 secondes à 110 et 220 VCA est présentée au tableau 6-5.

Tableau 6-5. Nombre de porcs électrocutés durant 5 s selon chaque strate de poids et chaque tension

Strates de poids (kg)	Tension utilisée pour l'électrocution (V)		Total
	110	220	
< 5	9	2	11
5-24	32	1	33
24-50	21	3	24
50-80	17	0	17
>= 80	11	0	11
TOTAL	90	6	96

L'électrocution à 110 VCA avec une durée de 5, 10 et 15 secondes et une bonne connexion (Lasso-rectale ou Lasso-ceinture) fut très efficace pour tuer tous les porcs. Les résultats avec une durée de 3 secondes, une source de tension de 220 VCA et une bonne connexion (Lasso-rectale) suggèrent un résultat moins convaincant.

Deux porcs ont été électrocutés pendant 3 s à 220 VCA pour vérifier si l'augmentation de la tension permettrait de réduire la durée d'application du courant. L'intensité du courant mesuré (~ 1,90 A) suggère que le courant circulant observé à 220 VCA était probablement deux fois plus élevé que celui qui aurait été mesuré à 110 VCA (tableau 6-6).

Tableau 6-6. Mesure d'intensité, d'impédance et de tension sur deux porcs ayant reçu une décharge électrique d'une durée de 3 s

Individu	Poids (kg)	Impédance (Ω)	Intensité (A)	Tension (V)
1	24	118	1,96	231
2	35	123	1,87	230

L'intensité du courant mesuré à 220 VCA durant 3 secondes a permis de tuer ces deux porcs mais ils ne sont pas morts instantanément après la coupure du courant. Ils ont tous les deux répondu au test de l'aiguille (réflexe de nociception). La pupille a été réactive quelques instants et un des porcs a été secoué de soubresauts. Les porcs sont tout de même morts très rapidement (<3 secondes après la coupure du courant). L'expérience n'a pas été répétée car les opérateurs considéraient que l'information obtenue sur ces deux porcs suggérait qu'une durée de 3 secondes pourrait être trop courte pour électrocuter efficacement des porcs.

Les observations comportementales sur les porcs électrocutés durant 15 secondes sont légèrement différentes de celles des porcs électrocutés durant 5 secondes. Plusieurs porcs électrocutés durant 15 secondes s'affaissaient avant la fin de l'électrocution. Par conséquent, comme décrite dans la section matériel et méthode, la durée de la phase de tremblement de ces porcs était fixée arbitrairement comme égale à zéro seconde.

La validation de la technique d'électrocution a été effectuée avec une source de 110 VCA et une durée d'application du courant de 5 secondes. Lors du développement de l'appareil commercial, les auteurs de cette étude ont recommandé une durée de 15 secondes.

6.7 Impact du poids et de l'état de chair de l'animal

Le poids de l'animal avait un effet significatif sur l'impédance ($P < 0,05$) évaluée à 6 volts 60 Hz, 6 volts 600 Hz, 110 volts 60 Hz et 220 volts 60 Hz. Toutes les données suggèrent que l'impédance diminue avec le poids des animaux (figure 6-8). Par conséquent, le courant circulant devrait être plus élevé chez les animaux lourds et moins élevés chez les porcelets de moins de 5 kg. L'état de chair de l'animal, évalué de façon subjective (normal, amaigri et cachectique) ne modifiait pas la mesure de l'impédance.

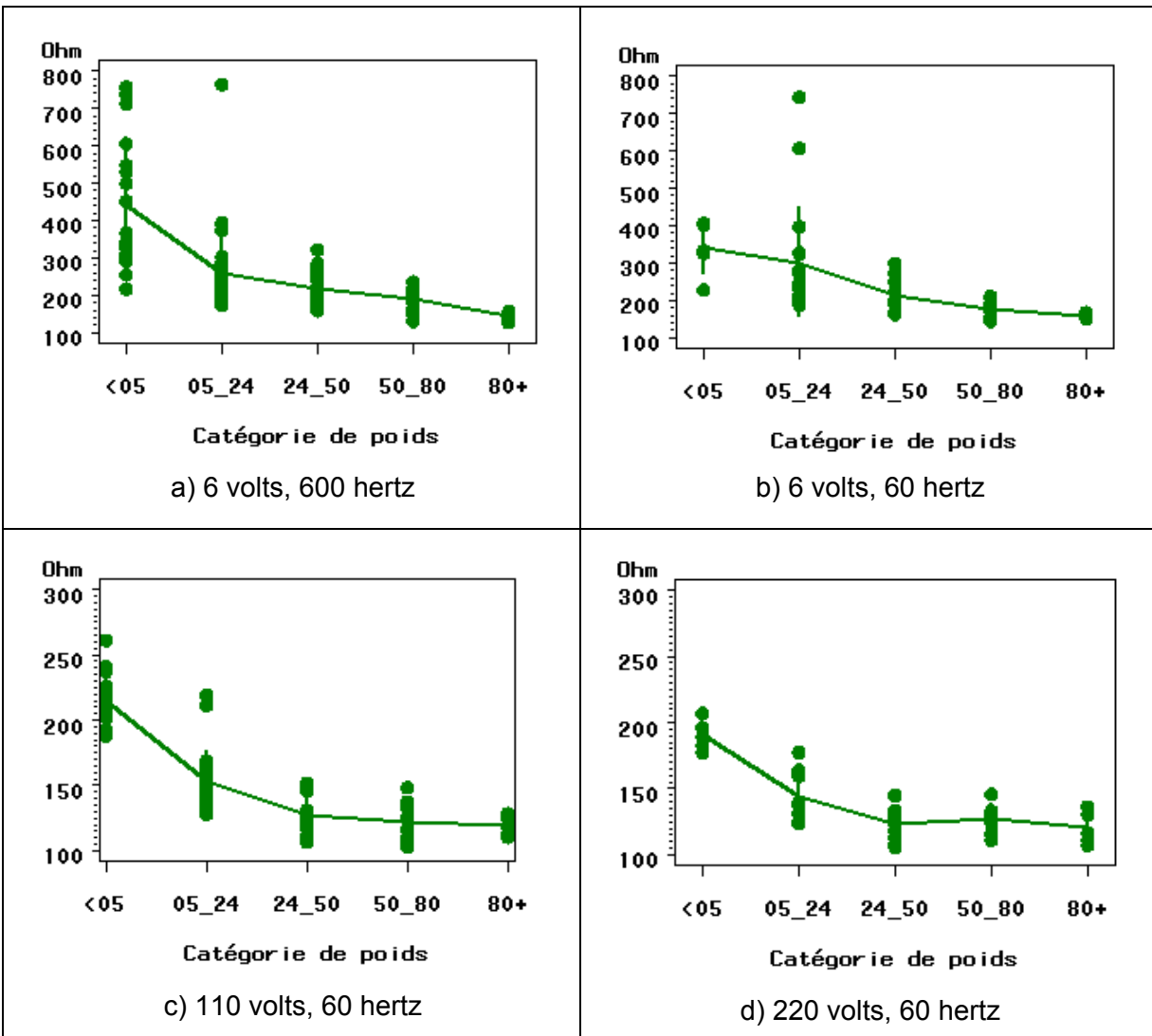


Figure 6-8. Relation entre l'impédance évaluée avec divers voltages et fréquences pour la connexion Lasso-rectale

6.8 Courant circulant durant l'électrocution à 110 VCA

La figure 6-9 montre que le courant circulant mesuré lors de l'électrocution des porcs avec une source de 110 VCA 60 Hz et une bonne connexion (Lasso-rectale ou Lasso-ceinture) augmente avec le poids des porcs. Le courant attendu (moyenne) est de 750 mA chez les porcs plus légers et de plus de 1 ampère chez les porcs plus lourds.

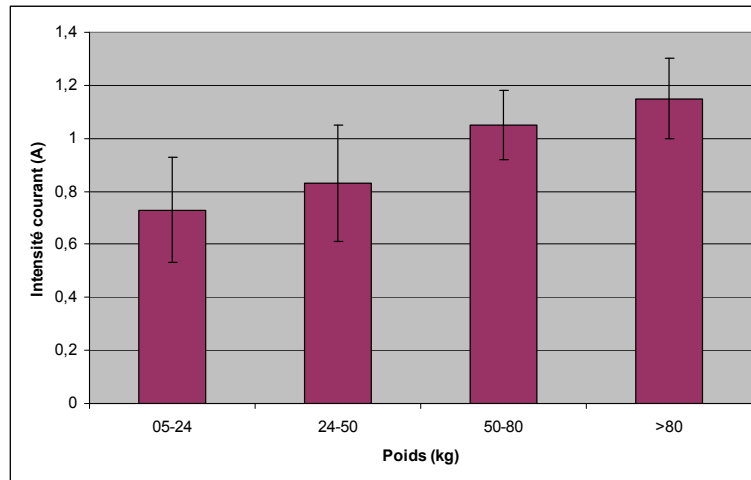


Figure 6-9. Intensité du courant (moyenne \pm écart-type) obtenu durant l'euthanasie (110 VCA, 60 Hz) par classe de poids pour les deux connexions retenues (Lasso-rectale et Lasso-ceinture)

La figure 6-10 montre la stabilité du courant mesuré durant l'électrocution des porcs pour les deux connexions retenues (Lasso-rectale et Lasso-ceinture). La valeur minimale est de 0,55 A et la valeur maximale stable est de 1,42 A.

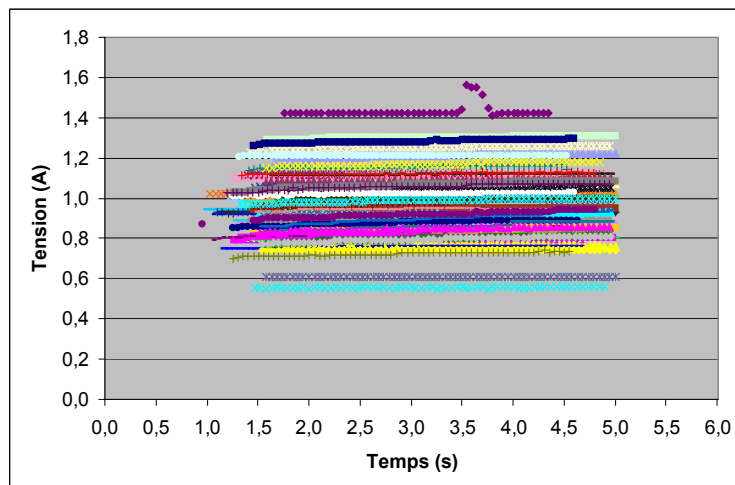


Figure 6-10. Courant mesuré durant l'électrocution des porcs (110 VCA, 60 Hz) pour les deux connexions retenues (Lasso-rectale et Lasso-ceinture)

Les résultats de ce travail montrent qu'il est possible d'électrocuter des porcs efficacement avec un courant circulant de 550 mA. Les résultats d'une étude antérieure ont montré que des courants de 400 mA étaient suffisants pour électrocuter efficacement les porcs ([Denicourt et al., 2006](#)).

Les deux combinaisons retenues ont donné de bons résultats au niveau de l'intensité (tableau 6-7). Par conséquent, la sélection finale de la méthode s'est faite sur des critères d'efficacité et de facilité d'utilisation. La ceinture pouvait s'adapter à toutes les tailles de cochons tandis qu'il aurait fallu avoir plusieurs tailles de sonde rectale afin de s'assurer que celle-ci demeure en place. L'utilisation d'une sonde rectale avait bien fonctionné avec des animaux anesthésiés toutefois un seul porc non anesthésié a été euthanasié avec cette méthode, car il tentait constamment de repousser la sonde. Il aurait été trop risqué de faire souffrir les animaux en procédant à d'autres répétitions sans modifications techniques de la sonde pour qu'elle demeure en place. De plus, une technique nécessitant l'insertion d'une électrode dans l'anus des porcs aurait pu rebuter certaines personnes. Donc, c'est la technique Lasso-ceinture qui a été sélectionnée pour poursuivre le développement d'un appareil commercial.

Tableau 6-7. Comparaison des caractéristiques des deux méthodes sélectionnées

Caractéristiques	Lasso-rectale	Lasso-ceinture
Installation des électrodes	Plus restrictive	Très facile
Aspect visuel (esthétique) de la technique	Peu esthétique	++
Augmentation du courant circulant durant l'euthanasie (A/s)	0,00007	0,01
Courant mesuré (A)	0,94 ± 0,15	1,00 ± 0,19
Adaptation aux différentes tailles d'animaux	Nécessite plusieurs modèles de tailles différentes	Ajustable à toutes les catégories de poids

6.9 Insensibilisation par électrisation (électronarcose)

Des tests d'insensibilisation ont été effectués sur trois porcs avec une tension de 220 V et sur sept porcs avec une tension de 110 V. L'insensibilisation était effectuée par l'application d'un lasso (F1/8 ou F3/16) autour de la mâchoire supérieure et d'une pince sur le bord de chaque oreille (2PPBO ou 2PCBO) (configuration avec trois points de contact).

Le courant mesuré entre les électrodes appliquées sur la tête des animaux était très intense soit 1,28 et 2,97 A respectivement pour une tension de 110 et de 220 VAC (tableau 6-8). Ces courants circulants étaient supérieurs aux mesures rapportées par divers auteurs avec les connexions généralement utilisées à l'abattoir (tableau 2-2).

Tableau 6-8. Mesures d'intensité et d'impédance chez des animaux ayant reçu une décharge électrique de 5 s au niveau de la tête

	Insensibilisation 110 V (n=7)		Insensibilisation 220 V (n=3)	
	Impédance (Ω)	Intensité (A)	Impédance (Ω)	Intensité (A)
Moyenne	95	1,28	76	2,97
Minimum	68	0,85	59	2,65
Maximum	141	1,70	86	3,33

Les porcs insensibilisés par électrisation (électronarcose) ont présenté les différentes phases épileptiformes rapportées par les autres chercheurs (phase tonique, phase clonique et retour à la conscience). Le retour de conscience, évalué par le retour du réflexe respiratoire, a été noté approximativement à 25 secondes après l'électrisation. Cette durée était similaire aux observations rapportées par les autres chercheurs (tableau 2-1).

Les observations comportementales des porcs durant la phase clonique « mode insensibilisation » étaient différentes de celles observées durant la phase de tremblement « mode euthanasie ». Les porcs insensibilisés par électrisation présentaient beaucoup de convulsions et du pédalage durant la phase clonique. Ce genre de comportement n'a jamais été observé après une électrocution. Le pédalage de plusieurs porcs était tellement intense que les opérateurs avaient l'impression que l'électronarcose n'avait pas fonctionné.

6.10 Porcelets de moins de 5 kg

La contention des plus petits porcelets est à la fois plus aisée (moins lourds) mais différente des porcs plus lourds. Les petits porcelets ont été électrocutés par les mêmes techniques que les plus gros (Lasso-ceinture et Lasso-sonde anale) et quelques essais ont été faits en suspendant les porcelets par une patte arrière (Lasso-choker) ou encore par une chaînette autour de l'abdomen.

Les courants mesurés avec ces différentes techniques sont présentés au tableau 6-9. Les résultats ont été intéressants mais la technique développée dans ce projet n'est pas adaptée aux petits porcelets.

Tableau 6-9. Intensité (A) mesurée chez des porcelets de moins de 5 kg selon la connexion et la durée de l'électrocution avec une tension de 110 VCA

	5 s	15 s
Lasso-ceinture	0,551 ± 0,029	
Lasso-sonde anale	0,552 ± 0,045	0,550 ± 0,083
Lasso-choker		0,288 ± 0,049
Moyenne	0,552 ± 0,042	0,335 ± 0,115

7. Conclusion de l'étude

La méthodologie d'électrocution développée dans le cadre de ce projet est efficace pour tuer tous les porcs de 5 à 125 kg avec une source de courant 110 V pour une durée de 5 s. Nous recommandons d'utiliser la technique Lasso-ceinture et une durée d'électrocution de 15 s pour garantir la mort effective de plus de 99 % des porcs dès le premier essai et rendre l'animal complètement inerte le plus rapidement possible. Pour l'instant, cette méthode d'euthanasie par électrocution a été acceptée par différents organismes canadiens pour des porcs fragilisés de 5 à 125 kg.

En terminant, il serait intéressant de valider cette technique d'euthanasie par électrocution chez des reproducteurs (verrats-truies). Le potentiel de réussite de cette technique devait être bon, car les données de cette étude suggèrent que l'impédance diminue avec l'augmentation du poids des animaux, ce qui devrait augmenter la circulation du courant et favoriser une mort rapide. Toutefois, tel que décrit dans ce rapport, il faut absolument valider la technique sur des animaux vivants car le trajet du courant pourrait être modifié par d'autres facteurs reliés à la conformation des adultes (taille, type de peau, etc.) et ainsi affecter l'efficacité de la technique.

8. Développement de l'appareil commercial

8.1 Conception de l'appareil

Avant d'aller de l'avant avec la conception de l'appareil commercial, les résultats de cette étude ont été présentés le 26 octobre 2007 à un sous-comité bien-être de la filière porcine du Québec ([Annexe B](#)).

Les résultats de cette étude ont permis de montrer qu'un appareil pour électrocuter les porcs fragilisés devrait avoir les caractéristiques suivantes :

- La contention adéquate de l'animal par un lasso au nez et une ceinture abdominale;
- La contention de l'animal devra éviter des manipulations pouvant créer des situations de stress et de douleur inappropriées;
- L'utilisation d'une source de courant alternatif de 110 VCA entre le lasso et la ceinture;
- La durée d'électrocution de 15 s. Les essais de cette étude ont montré l'efficacité de la méthodologie de l'électrocution des porcs avec une durée d'application du courant de 5 secondes. Toutefois, il est recommandé que l'appareil commercial soit conçu en fonction d'une durée d'électrocution de 15 secondes. Cette prolongation de la durée permettra de garantir la mort effective de plus de 99 % des porcs dès le premier essai et rendra l'animal complètement inerte le plus rapidement possible;
- Le circuit électrique indépendant d'un réseau public d'électricité afin d'éviter les fuites de courant au sol et de minimiser les risques d'électrocution du manipulateur;
- La conception de l'appareil commercial a été confiée à la compagnie Conception Ro-main.

La compagnie Conception Ro-main a développé le prototype d'un chariot électrocuteur appelé « SPEE » (figure 8-1). Une première version commerciale devrait être disponible en 2009. Le SPEE est protégé par un brevet (soumission # 12/364097 enregistrée le 2 février 2009).



Figure 8-1. Prototype du chariot électrocuteur SPEE

La contention de l'animal se fera dans un chariot sur roues qui permettra d'aller le plus près possible de l'animal à euthanasier pour ainsi éviter des manipulations pouvant créer des situations de stress et de douleur inappropriées (figure 8-2).

La conception du chariot permet de faciliter le lavage et la désinfection.

Le système électrique est intégré directement dans le chariot et il fonctionne à partir d'une batterie de 12 VCC (volt en courant continu). Cette batterie contient assez de puissance (watts) pour produire l'intensité nécessaire à l'électrocution efficace des porcs. L'utilisation d'une batterie de 12 volts dans le chariot « électrocuteur » permet d'assurer la mobilité de l'unité sans se préoccuper d'avoir un accès à une prise électrique. De plus, cette caractéristique technique permet de garantir l'indépendance du réseau public d'électricité. Toutefois, cette batterie devra être rechargée dans une prise électrique ordinaire (110 VCA) entre les périodes d'utilisation.

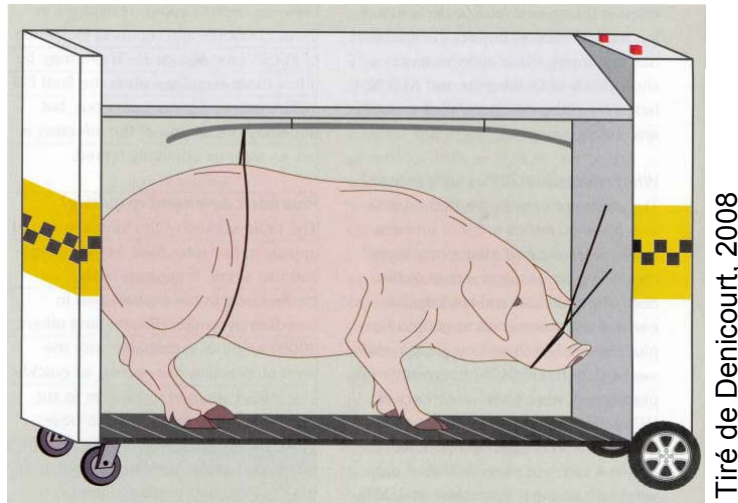


Figure 8-2. Animal en contention dans une SPEE

Un encart pour la fiche « Euthanasie des porcs à la ferme – les options du producteur » de la Fédération des producteurs de porcs du Québec ([FPPQ, 2003](#)) a été produit. Cet encart vient compléter la fiche en présentant les restrictions d'utilisation et le mode de fonctionnement de l'appareil commercial ([Annexe H](#)). Les renseignements nécessaires à l'actualisation de la formation « Transport et euthanasie des porcs fragilisés » de l'Institut de technologie agroalimentaire (ITA) et de la FPPQ ont été transmis à ces organismes. Donc, la formation inclura désormais la méthode d'euthanasie avec le SPEE. Deux vidéos présentant le processus complet d'une euthanasie avec un SPEE ont également été conçus : une vidéo courte présente et décrit uniquement l'euthanasie et une autre plus longue présente plus en détail l'appareil et ses propriétés. La vidéo courte est disponible en trois versions : sans narration, avec narration en français et avec narration en anglais.

8.2 Déroulement d'une euthanasie par électrocution

Le travail réalisé lors du développement du produit a permis de bien documenter les différentes étapes d'une euthanasie efficace par électrocution chez le porc. Les résultats obtenus sur plus de 100 porcs de différents poids n'ont pas fait état de pédalages et de mouvements saccadés des membres après 5 s d'application.

Une fois le porc fragilisé introduit dans le chariot électrocuteur, les différentes étapes de la procédure pour une électrocution efficace sont :

- Les accessoires de contact, ceinture et lasso, doivent être en bon état avant de procéder, il en va de la transmission électrique à l'animal;
- Le porc doit être contentonné à l'aide de la ceinture métallisée, sans trop serrer;
- Le lasso doit être placé autour de la mâchoire supérieure et serré adéquatement avant de tourner le levier pour immobiliser l'animal;

- La ceinture métallisée autour de l'abdomen du porc doit être réajustée au point de le soulever légèrement du plancher;
 - Les portes de l'appareil doivent être fermées avant de procéder à l'électrocution;
 - La clé de contact doit être insérée dans la serrure et tournée en position « on »;
 - Les deux boutons poussoirs lumineux doivent être enfoncés pour démarrer l'électrocution. Une minuterie permettra d'électrocuter l'animal pour une durée de 15 s. Les boutons lumineux permettent de faire état de la mise en marche de l'appareil. Une fois les boutons lumineux éteints, les portes de l'appareil doivent être rouvertes pour vérifier l'état de l'animal;
 - L'animal doit être flasque et pendu par les accessoires;
 - Les pupilles doivent être entièrement fixes et dilatées;
 - La cornée (surface de l'œil) doit être touchée pour s'assurer qu'il n'y a pas de mouvement ou de clignement. Tout mouvement ou clignement de l'œil à ce stade démontre le maintien ou le rétablissement de l'activité cérébrale. Dans ces situations, il faut immédiatement répéter la procédure d'euthanasie par électrocution ou avoir recours à une autre technique;
 - La respiration et les pulsations cardiaques doivent avoir disparu après la phase d'électrocution;
 - Aucune vocalisation pendant et après l'euthanasie par électrocution ne doit être entendue;
 - Des gasps sont fréquents, ils commencent quelques secondes après la fin de l'électrocution et peuvent durer quelques secondes à quelques minutes. Ne vous en faites pas, l'animal est mort. Les gasps peuvent, en général, durer une à deux minutes après la mort de l'animal mais cela peut durer plus longtemps. L'évaluation préliminaire de nos données suggère que l'utilisation du tranquillisant azapérone, avant l'euthanasie par électrocution, permet d'inhiber les gasps. Par contre, il faut noter qu'il est plus difficile de manipuler un animal tranquilisé;
 - Le relâchement des sphincters (urinaire et anal) peut également être observé après l'électrocution (dépend particulièrement de l'état de remplissage de la vessie).
-
- Ce que vous n'avez pas vu :
 - Dès la mise sous tension, l'animal aura un mouvement important de contraction de tout le corps (phase « tonique »);
 - Immédiatement après l'arrêt du courant, l'animal qui se tenait debout pendant la phase d'électrocution s'affaisse presque instantanément.

9. Bibliographie

- AASV et NPPC. 1997. On farm euthanasia of swine – Options for the producer. #04259-4/97, 8 p.
- American Veterinary Medical Association (AVMA). 2001. 2000 : Report of the AVMA Panel on Euthanasia. *Journal of American Veterinary Medical Association*, 218(5): 669-696.
- Anil, M.H. 1991a. Studies on the return of physical reflexes in pigs following electrical stunning. *Meat Science*, 30: 13-21.
- Anil, M.H. 1991b. Current developments in stunning and slaughter of pigs. *Pig journal*, 26: 86-93.
- Anil, M.H. et J.L. McKinstry. 1992. The effectiveness of high frequency electrical stunning in pigs. *Meat Science*, 31(4): 481-491.
- Anil, M.H., McKinstry, J.L. et S.B. Wotton 1997. Electrical stunning and slaughter of pigs. Guidelines for good welfare assurance. *Fleischwirtschaft*, 77(7): 632-635.
- Anil, M.H. et J.L. McKinstry. 1998. Variations in electrical stunning tong placements and relative consequences in slaughter pigs. *Veterinary Journal*, 155(1): 85-90.
- Blackmore, D.K. 1983. Session I : Introduction : Discussion. Dans : *Stunning of animals for slaughter*. Boston : Martinus Nijhoff Publishers, p. 51-55.
- Blackmore, D.K. et J.C. Newhook. 1983. The assessment of insensibility in sheep, calves and pigs during slaughter. Dans: *Stunning of animals for slaughter*. Boston : Martinus Nijhoff Publishers, p. 13-25.
- Chevillon, P., Mircovich, C., Dubroca, S. et J.Y. Fleho. 2004. Euthanasie en élevage de porc. *Techni-porc*, 27(4): 21-27.
- Chevillon, P. 2005. Préparation et départ de la ferme : les 24 dernières heures à la ferme. Colloque sur la production porcine, 18 octobre, Saint-Hyacinthe : 75-98.
- Close, B., Banister, K., Baumans, V., Bernoth, E.M., Bromage, N., Bunyan, J., Erhardt, W., Flecknell, P., Gregory, N., Hackbarth, H., Morton, D. et C. Warwick. 1996. Recommendations for Euthanasia of Experimental Animals : Part 1. *Laboratory Animals*, 30: 293-316.
- Conseil de l'Union Européenne. 1993. Directive 93/119/CE du Conseil, du 22 décembre 1993, sur la protection des animaux au moment de leur abattage ou de leur mise à mort. *Journal officiel n°340 du 31/12/1993*, p. 21-34.
- Croft, P.G. 1952. Problems of electrical stunning. *Veterinary Record*, 64(18): 255-258.
- da Silva, L. 1983. The assessment of unconsciousness: general principles and practical aspects. Dans : *Stunning of animals for slaughter*. Boston : Martinus Nijhoff Publishers, p. 3-12.

- Denicourt, M., Vachon, P., D'Allaire, S. et L. Batista. 2006. On farm euthanasia of pigs by electrocution – a reliable, human and economical method. Proceedings of the 19th International Pig Veterinary Society Congress, vol. 1 : 254.
- Denicourt, M. 2008. On-farm euthanasia by electrocution : efficient and safe. Management. Pig Progress 24(8): 28-30.
- Denicourt, M., Klopfenstein, C., Dufour, V. et F. Pouliot. 2008. Euthanasie à la ferme : une nouvelle méthode électrisante (110 V). Cahier des conférences. Expo-Congrès du porc du Québec, p .59.
- Eike, H., Koch, R., Feldhusen, F. et H. Seifert. 2005. Simulation of the distribution of current density in the brain of slaughter pigs with the finite element method. Meat Science, 69(4): 603-607.
- European Food Safety Authority (EFSA). 2004. "Welfare aspects of animal stunning and killing methods" Scientific Report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of animal stunning and killing methods. (Question N° EFSA-Q-2003-093), 241 p.
- Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ). 2003. Euthanasie des porcs à la ferme : les options du producteur, 8 p.
- Grandin, T. 2003. The welfare of pigs during transport and slaughter. Pig News and Information, 24(3): 83N-90N.
- Grandin, T. 2004. How to Determine Insensibility. [En ligne].
<http://www.grandin.com/humane/insensibility.html>
- Gregory, N.G. 1998. Animal Welfare and Meat Science. Wallingford, Oxon, U.K. : CABI Publishing, 298 p.
- Gregory, N.G. 2001. Profiles of currents during electrical stunning. Australian Veterinary Journal, 79(12): 844-855.
- Hoenderken, R. 1978. Electrical stunning of pigs for slaughter. Thèse de Doctorat, Université d'Utrecht, Utrecht, Pays-Bas, 107 p.
- Klopfenstein, C. 2003. Variation temporelle des caractéristiques comportementales et physiologiques des truies qui allaitent les portées à croissance faible et normale en période du péri-partum. Thèse de Doctorat, Université de Montréal, 165 p.
- Knudsen, S.K. 2005. A review of the criteria used to assess insensibility and death in hunted whales compared to other species. Veterinary Journal, 169(1): 42-59.
- Kona-Boun, J.J. 2005. L'euthanasie : principes fondamentaux. Dans le cadre du cours DMV 3132 : Anesthésie, analgésie et réanimation. Université de Montréal, p. 223-233.

- Lambooy, B., Merkus, S.M., Voorst, N. V., et C. Pieterse. 1996. Effect of low voltage with a high frequency electrical stunning on unconsciousness in slaughter pigs. *Fleischwirtschaft*, 76(12): 1327-1328.
- Lambooy, E. 1981. Some neural and physiological aspects of electrical and mechanical stunning in ruminants. PhD Thesis, University of Utrecht, Netherlands, 80 p.
- Lahouste, Y. 2006. Techniques lumières du spectacle vivant. Le réseau de distribution électrique. [En ligne]. <http://t1sv.free.fr/page.php?art=electricite>
- McKinstry, J.L. et M.H. Anil. 2004. The effect of repeat application of electrical stunning on the welfare of pigs. *Meat Science*, 67(1): 121-128.
- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 1995. The Welfare of Animals (Slaughter or Killing) Regulations 1995. Statutory Instrument No. 731. [En ligne]. http://www.opsi.gov.uk/SI/si1995/Uksi_19950731_en_1.htm#tcon
- Sparrey, J.M. et S.B. Wotton. 1997. The design of pig stunning tong electrodes - A review. *Meat Science*, 47: 125-133.
- Troeger, K. et W. Woltersdorf. 1989. The electric stunning of pigs for slaughter. *Dtsch Tierarztl Wochenschr*, 96(3): 100-103. Résumé.
- Van der Wal, P.G. 1978. Chemical and physiological aspects of pig stunning in relation to meat quality: A review. *Meat Science*, 2: 19-30.
- Veenhuizen, M.F. 1994. Practice tips: Swine euthanasia options. American Association of Swine Practitioners. Proceedings of 25th annual meeting : 355-356.
- Wikipédia. 2009. Électrisation (santé). [En ligne]. [http://fr.wikipedia.org/wiki/électrisation_\(santé\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/électrisation_(santé))
- Working Party Report. 1996. Recommendations for euthanasia of experimental animals : part 1. *Laboratory animals*, 30: 293-316.
- Wotton, S.B., Anil, M.H., Whittington, P.E. et J.L. McKinstry. 1992. Pig slaughtering procedures: Head-to-back stunning. *Meat Science*, 32(3): 245-255.
- Wotton, S.B. 1995. Stunning in pigs. *Meat Focus International*, 4(3): 105-108.

Annexe A Diffusion des résultats

Publications scientifiques

Denicourt, M., Klopfenstein, C., Dufour, V. et F. Pouliot. 2007. Développement d'une méthode d'euthanasie par électrocution pour les porcs en élevage et sécuritaire pour les travailleurs. Proceedings International Veterinary Academy of pain management annual meeting. Montréal, 2 novembre 2007.

Denicourt, M., Klopfenstein, C. Dufour, V. et F. Pouliot. 2008. Efficient and safe (110 V) on-farm pig electrocution. Proceedings of the 20th International Pig Veterinary Society Congress Durban, Afrique du Sud: 264.

Denicourt, M., Klopfenstein, C. Dufour, V. et F. Pouliot. 2009. On-farm euthanasia: efficient and safe (110 VCA) pig electrocution. Proceedings of the American Association of Swine Veterinarians annual meeting, 7-10 mars 2009.

Dufour, V., Denicourt, M., Klopfenstein, C. et F. Pouliot. 2009. Une nouvelle méthode d'euthanasie à la ferme par électrocution avec une tension électrique de 110 V. 41^{èmes} Journées de la Recherche Porcine, 3-4 février 2009.

Autres publications

Denicourt, M. 2008. Abattage technique à la ferme : Mises à jour et nouvelle méthode d'électrocution. Cahier des conférences. La médecine porcine d'aujourd'hui. Association Française de médecine vétérinaire porcine (A.F.M.V.P.), 4 décembre 2008.

Denicourt, M., Klopfenstein, C., Dufour, V. et F. Pouliot. 2008. Euthanasie à la ferme : une nouvelle méthode électrisante (110 V). Cahier des conférences. Expo-Congrès du porc du Québec, p .55-65.

Denicourt, M., Klopfenstein, C., Dufour, V. et F. Pouliot. 2008. Euthanasie à la ferme : une nouvelle méthode électrisante! Porc-Québec, 19(3): 43-45.

Denicourt, M. 2008. On-farm euthanasia by electrocution : efficient and safe. Management. Pig Progress 24(8): 28-30.

Parent, M.J. 2008. Une mort douce. Le Bulletin des agriculteurs, Juillet-août 2008 : 41-43.

Présentations orales

Denicourt, M., Klopfenstein, C., Dufour, V. et F. Pouliot. 2007. Développement d'une méthode d'euthanasie par électrocution pour les porcs en élevage et sécuritaire pour les travailleurs. International Veterinary Academy of pain management annual meeting. Montréal, 2 novembre 2007.

Denicourt, M., Klopfenstein, C. Dufour, V. et F. Pouliot. 2007. L'euthanasie : la fin! Journée de formation aux producteurs de Pfizer. Duchesnay, 23 novembre 2007.

Denicourt, M., Klopfenstein, C., Dufour, V. et F. Pouliot. 2007. Euthanasie efficace et sécuritaire par électrocution avec du 110 V pour les porcs fragilisés à la ferme. Comité d'éthique de l'utilisation des animaux de l'Université de Montréal, 17 octobre 2008.

Denicourt, M., Klopfenstein, C., Dufour, V. et F. Pouliot. 2007. On-farm euthanasia : efficient and safe pig electrocution (110 V). Welfare committee of Canadian Veterinary Medical Association, 24 octobre 2008.

Denicourt, M. 2008. Abattage technique à la ferme : Mises à jour et nouvelle méthode d'électrocution. La médecine porcine d'aujourd'hui. Association Française de médecine vétérinaire porcine (A.F.M.V.P.), Paris, 4 décembre 2008.

Denicourt, M., Klopfenstein, C., Dufour, V. et F. Pouliot. 2008. Euthanasie à la ferme : une nouvelle méthode électrisante (110 V). Expo-Congrès du porc du Québec, St-Hyacinthe, 10 avril 2008.

Denicourt, M., Klopfenstein, C., Dufour, V. et F. Pouliot. 2009. On-farm euthanasia : efficient and safe (110 VCA) pig electrocution. American Association of Swine Veterinarians annual meeting, Dallas, 8 mars 2009

Autres types de diffusion

Denicourt, M., Klopfenstein, C., Dufour, V., Lévesque, J., Turgeon, M.J., Pettigrew, D. et L. Ravary. 2009. Fiche technique FPPQ. Euthanasie des porcs à la ferme. Les options du producteur. Supplément électrocution. Sous presse.

Université de Montréal, Centre de développement du porc du Québec inc. et Conception Ro-Main. 2008. Vidéo. Euthanasie à la ferme par électrocution. Version : courte sans narration; courte avec narration; longue sans narration.

Université de Montréal, Centre de développement du porc du Québec inc. et Conception Ro-Main. 2008. Vidéo. On-farm swine euthanasia by electrocution.

Annexe B Sous-comité bien-être de la filière porcine

Le 26 octobre 2007, le protocole et les résultats de ce projet ont été présentés à quelques personnes sélectionnées parmi le comité bien-être animal de la filière porcine du Québec.

Les personnes de ce sous-comité sont :

- Martin Choinière Association des vétérinaires en industrie animale
- Nicolas Devillers Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Luigi Faucitano Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Camille Moore Vétérinaire consultant
- Marie-Claude Simard Agence canadienne d'inspection des aliments
- Hélène Trépanier Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de
l'Alimentation du Québec
- Marie-Josée Turgeon Fédération des producteurs de porcs du Québec

Annexe C Lettre d'appui



Le 23 octobre 2008

Madame Martine Denicourt
Professeure invitée
Faculté de médecine vétérinaire – Sciences cliniques

Madame Denicourt,

À votre invitation, les membres du Comité d'éthique de l'utilisation des animaux (CEUA) ont visionné la méthode d'euthanasie que vous avez développée afin que le comité considère si cette méthode était acceptable pour l'euthanasie de porcs de la pouponnière à l'engraissement. Il nous fait plaisir de vous informer que la méthode que vous nous avez présentée a été jugée comme étant une méthode éthiquement acceptable pour l'euthanasie de tels porcs.

Je demeure à votre entière disposition pour toute information supplémentaire et vous prie de recevoir, Madame Denicourt, mes meilleures salutations.

La présidente du CEUA,

Sophie Cuvelliez
Courriel : sophie.cuvelliez@umontreal.ca
Tél. : 8241

SC/lg

Annexe D Exactitude et précision des multimètres

La sélection de bons appareils est essentielle pour obtenir des mesures exactes et précises de la tension et de la quantité de courant circulant. La précision et les caractéristiques fonctionnelles des multimètres utilisés dans ce projet (Fluke®, modèle 45) sont présentées au tableau 9-1.

Spécifications

Le multimètre Fluke® (modèle 45), estime le courant et la tension alternatifs efficaces vrais (True RMS). Ces multimètres évaluent toujours la stabilité de la mesure avant d'afficher le résultat ou de le transférer vers l'interface RS-232. L'appareil permet de sélectionner des résolutions de 100 000 (lent), 30 000 (moyen), 3 000 (rapide) unités, avec des vitesses de lecture de 2, 5 et 20 mesures par seconde respectivement. La sélection de la résolution aura un impact sur le délai de la stabilisation requis avant d'obtenir une première lecture fidèle lors de la mise sous tension. Finalement, l'appareil peut fonctionner en mode double lecture en même temps (ex. : estimation de la tension et de la fréquence). La sélection du mode double lecture ralentira la vitesse de la lecture (~ 1 lecture aux deux secondes).

La précision de l'appareil de mesure (Fluke®, modèle 45) varie avec la résolution (vitesse de la lecture) et l'échelle de la mesure. Les mesures sont plus précises lorsque la vitesse de la lecture est < lente > comparativement aux modes < moyen > et < rapide > (tableau 13-1). La précision de l'appareil dépend également de l'échelle de la mesure. L'appareil sélectionne automatiquement l'échelle de mesure qui permettra de donner le résultat le plus précis. Les échelles disponibles pour la mesure de la tension, de l'intensité et de la fréquence du courant alternatif sont :

- 300 mV, 3 V, 30 V, 300 V et 750 V.
- 10 mA, 30 mA, 100 mA et 10 A.
- 1000 Hz, 10 kHz, 100 kHz et 1000 kHz.

La précision de la mesure de la tension et de l'intensité devient moindre lorsque les valeurs mesurées sont inférieures à 15 % de la plus petite échelle. Concrètement, l'appareil de mesure deviendra moins précis avec des tensions de moins de 45 mV (15 % de 300 mV) et des courants de moins de 1,5 mA (15 % de 10 mA). L'appareil donne des mesures de fréquence précises ($\pm 0,1$ Hz) en autant que la tension est supérieure à 30 mV efficace.

Tableau 9-1. Précision et caractéristiques fonctionnelles du multimètre (Fluke®, modèle 45) pour la mesure du courant et de la tension (1 seule mesure par appareil).

	Précision			
	Échelle	Lentes	Moyenne	Rapide
Courant AC	10 mA ¹⁻²	± 1 µA	± 10 µA	(100 µA
Courant AC	10 A ¹	± 0,1 mA	±1 mA	(10 mA
Tension AC	30 V	± 0,001 V	± 0,001 V	± 0,01 V
Tension AC	300 V	± 0,01 V	± 0,01 V	± 0,1 V
	Caractéristiques fonctionnelles			
Délai de stabilisation		1 s	1 s	300 ms
Pas de la mesure		400 ms	200 ms	50 ms
Fréquence		2,5 lectures/s	5,0 lectures/s	20 lectures/s

¹ L'estimé de précision est valide entre 15 et 100 % de l'échelle.

² La précision proposée par le fabricant est valide pour les mesures de plus de 1,5 mA.

Contraintes associées aux appareils de mesures

Pour mieux saisir les contraintes imposées par les spécifications des appareils de mesure, deux appareils ont été comparés : le premier est l'appareil haut de gamme utilisé dans le cadre de ce projet (Fluke®, modèle 45) et l'autre est un appareil moins précis (UEI, DM383B). Les deux appareils ont été branchés en série dans le circuit nécessaire à l'électrisation d'un porc (#68). La comparaison de la lecture des deux appareils montre que :

- la mesure obtenue par l'appareil bas de gamme suggère que le courant circulant dans le porc augmente lentement après la mise sous tension. La mesure du même courant avec l'appareil haut de gamme montre que la mesure affichée par l'appareil bas de gamme n'est pas exacte durant les deux premières secondes après la mise sous tension;
- la première mesure stable affichée par l'appareil haut de gamme apparaît approximativement 500 millisecondes après la mise sous tension. Ce délai d'attente est conforme aux spécifications proposées par le fabricant (tableau 13-1);
- les deux appareils donnent des mesures de courant différentes de zéro après la coupure de la tension du circuit. La vitesse de réaction de l'appareil haut de gamme est plus rapide que celle de l'appareil bas de gamme. Pour les deux appareils, il est difficile de vérifier l'exactitude des courants affichés après la coupure de la source de tension.

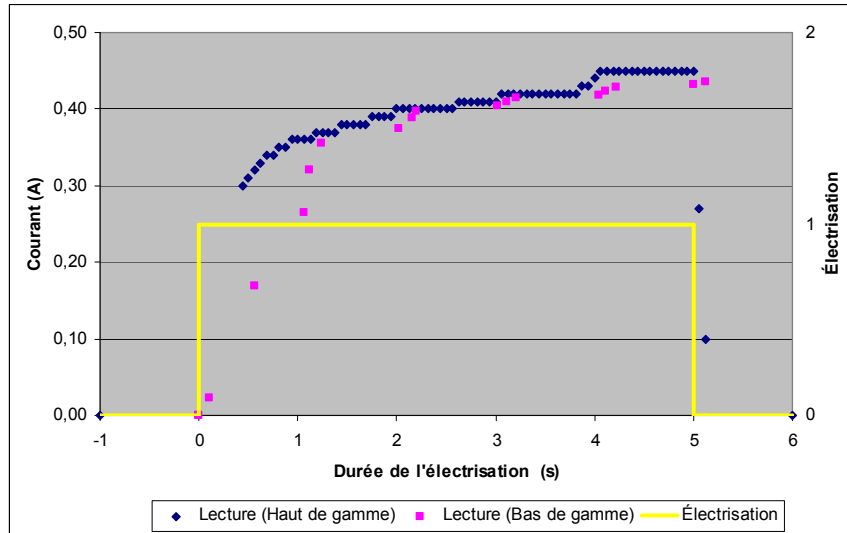


Figure 26. Comparaison entre la mesure affichée par un appareil haut de gamme (Fluke®, modèle 45) et un appareil bas de gamme (UEI, DM383B) lors de l'électrisation d'un porc (#68). L'axe de gauche montre le courant affiché par les deux appareils et l'axe de droite indique la mise sous tension lors de l'électrisation

Limites imposées par les appareils pour la caractérisation de l'électrisation des porcs

Limitation par rapport à la mesure du courant (< 1,5 mA)

Au cours du développement de la technique d'électrocution des porcs, les auteurs de ce projet ont utilisé les sources de courant suivantes :

- 4 – 6 VCA, 60-60000 Hz;
- 110 VCA, 60 Hz;
- 200 VCA, 60 Hz;

Considérant que l'impédance attendue entre les deux électrodes devrait se situer entre 250 et 2500 Ω , le courant circulant attendu approche la limite de la sensibilité des appareils de mesures (1,5 mA) aux voltages les plus bas (4 volts/2500 Ω = 1,6 mA). Les estimations de courant qui se situeraient en deçà de 1,5 mA devront être considérées comme imprécises et interprétées avec beaucoup de précautions.

Limitation par rapport aux premières mesures disponibles

La spécification et les comparaisons entre les appareils de mesure (figure 26) suggèrent qu'il soit difficile d'obtenir des mesures fidèles à la réalité dans la première seconde qui suit la mise sous tension. L'appareil haut de gamme donne une mesure fidèle plus rapidement que l'appareil bas de gamme. Toutefois, pour les deux appareils, il faut considérer que les premières mesures affichées sont probablement biaisées vers le bas par rapport à la réalité.

Limitation par rapport aux dernières mesures disponibles

Les tests montrent que les deux appareils donnent des mesures de courant différentes de zéro après la coupure de la tension du circuit. Ces mesures de courant pourraient être réelles ou simplement un artefact expliqué par les limites des appareils de mesure. Dans le cadre de ce projet, les auteurs considèrent que les dernières mesures de la tension et de courant situées entre la valeur nominale (dernières mesures stables) et la valeur de zéro sont probablement des artefacts. Ces mesures ont été éliminées lors de la validation des bases de données (voir annexe traitement des données des multimètres).

Annexe E Traitement des données d'électrisation

Structure des données lors de la collecte

Après la collecte, la base de données Access contenait diverses sortes de données :

- Mesures enregistrées au bon moment (> 90 % des données);
- Mesures enregistrées avant et après l'électrisation des porcs avec les tensions domestiques;
- Mesures enregistrées lorsqu'il n'y avait pas de porcelet branché;
- Mesures enregistrées lorsque les appareils n'étaient pas ajustés adéquatement.

Chaque série de mesures qui correspondait à une électrisation était identifiée par un identifiant unique. Une électrisation était caractérisée par un type de connexion, une tension et une fréquence donnée et par le statut du porc (vivant ou mort).

Exemple de données

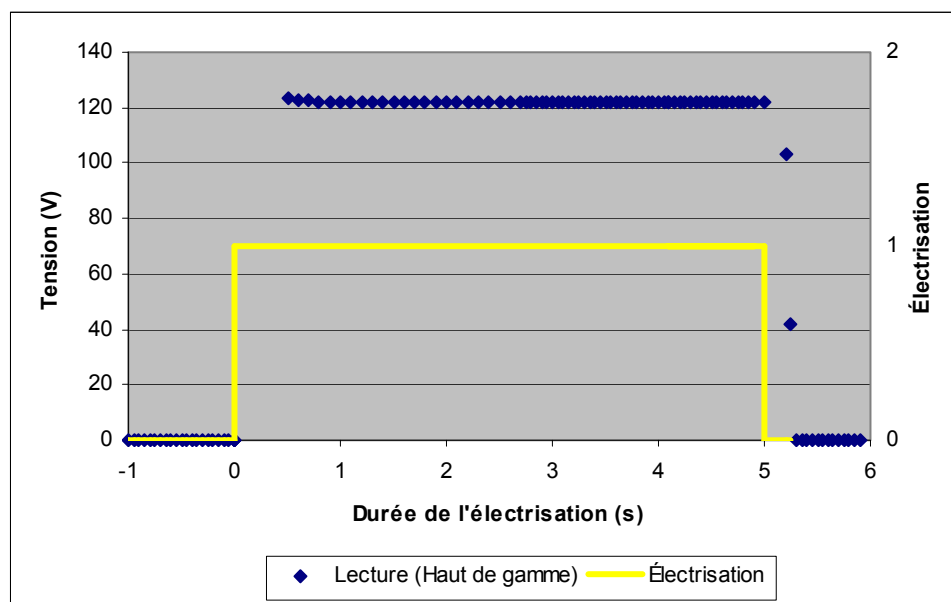


Figure 27. Caractéristiques des mesures enregistrées par le multimètre (Fluke®, modèle 45) lors de l'électrisation d'un porc (#68). L'axe de gauche montre le courant affiché par l'appareil et l'axe de droite indique la mise sous tension lors de l'électrisation

Les figures 26 et 27 montrent l'information enregistrée dans la base de données Access avant la validation. Le traitement des données permettait d'éliminer les mesures superflues (avant et après électrisation) et de standardiser la mesure du temps (axe des x).

Traitement des données

À part les mesures prises pour deux identifiants (id 325 et 472) qui requerraient un traitement spécifique, les données de tension inférieures à 3 volts ont été éliminées. Pour les mesures prises dans les modes « Euthanasie » et « Insensibilisation », les données de tension inférieures à 100 volts ont également été éliminées. Pour ces mêmes modes, les fréquences manquantes en présence de données de tension ont été fixées à 60 Hz.

Il est arrivé à l'occasion que les données associées à un identifiant n'ont été valides qu'après une certaine période de prise de mesures (2-3 secondes). Lorsque c'était le cas, le début de la période valide des données a été indiqué dans la base de données et les mesures prises en deçà de la période ont été éliminées.

Les temps inscrits dans la base de données étaient arrondis à la seconde près. Comme les données de tension et d'intensité étaient enregistrées à raison de plusieurs par seconde pour les modes « Euthanasie » et « Insensibilisation » (et occasionnellement pour le mode « Impédance »), il a été nécessaire d'estimer les temps de mesures. Les temps estimés ont été obtenus soit par interpolation (temps se situant exclusivement entre la première et la dernière seconde) soit par extrapolation (première ou dernière seconde) par linéarisation au moyen de la procédure « Proc Expand » de « SAS », en utilisant l'option « join ».

Les temps étant initialement rapportés sous forme d'heure du jour, des temps de mesure ayant une échelle de temps avec un temps zéro au début de la prise de mesure ont été calculés. Pour ce faire, les temps sont calculés en partant de la dernière mesure de tension. Le temps à la dernière mesure est alors mis égal à la durée de l'électrocution qui était inscrite dans la base de données. Cette durée d'électrocution est relativement précise puisqu'elle représente la durée de fonctionnement qui a été programmée dans le contrôle de l'appareil d'électrocution. Les temps des mesures antérieurs sont par la suite calculés à partir de ce dernier temps. L'utilisation du dernier temps de mesure comme référence au lieu du premier temps est justifiée par le fait que l'appareil ne donne pas de mesure dans les premiers moments de l'électrocution puisque l'appareil a besoin de quelques millisecondes pour se stabiliser.

Par ailleurs, les données de tension et d'intensité d'un identifiant à plus ou moins quatre écarts-types ont été considérées comme étant manquantes. De plus, pour les données d'intensité en modes « Euthanasie » et « Insensibilisation », une droite de régression a été établie pour chaque identifiant, reliant l'intensité au temps de mesure, ce dernier ayant été préalablement centralisé pour avoir une moyenne de zéro. L'intercepte de la régression donne donc l'intensité prédit à mi-temps de la prise de mesure. Par la suite, les données d'intensité inférieures au tiers de l'intercepte ont été éliminées.

Les données de tension et d'intensité ont été combinées dans une même base de données sur la base de l'identifiant et du temps de mesure. Comme les temps de mesure pour tension et intensité ne correspondaient pas souvent, les données d'intensité ont été interpolées ou extrapolées par rapport aux différents temps de mesures de tension par linéarisation au moyen de la procédure « Proc expand » de « SAS », en utilisant l'option « join ». Ceci a été fait afin de permettre le calcul de l'impédance (ratio volt/ampère) en fonction des temps des mesures de tension. L'impédance a été calculée lorsque les intensités étaient supérieures à 0,02 A.

Finalement, quelques mesures ont été éliminées manuellement car elles n'avaient pas été écartées par les différents processus automatiques de validation des données (ex. : données enregistrées après l'arrêt du courant électrique).

Annexe F Définition des variables enregistrées

Base de données	variable	définitions
2009-DATAEUTH	Tag	numéro d'identification de l'animal (4 lettres du transporteur + numéro séquentiel à 3 chiffres)
2009-DATAEUTH	ID_msr_som	numéro unique d'identification de chaque essai électrique (impédance, euthanasie ou insensibilisation)
2009-DATAEUTH	tempsmesure	valeur « temps » en secondes créée par Joël Rivest pour regrouper les valeurs des tables ampère et volts de la base de données
2009-DATAEUTH	Poids	poids du porc en kilogramme
2009-DATAEUTH	noir	électrode appliquée à l'arrière du porc
2009-DATAEUTH	rouge	type d'électrode appliqué à l'avant du porc (tête, cou)
2009-DATAEUTH	mode	type de mesure (impédance, insensibilisation, insensibilisation 220 V, euthanasie, euthanasie 220 V)
2009-DATAEUTH	ampere	intensité du courant en ampère
2009-DATAEUTH	volt	tension du courant en volt
2009-DATAEUTH	vivant	indique si le porc était vivant ou pas avant de débiter la mesure (0=mort, 1=vivant)
2009-DATAEUTH	Voltage	catégorie de courant utilisé (6, 110 ou 220 V)
2009-DATAEUTH	freq	fréquence du courant en hertz
2009-DATAEUTH	Azaperone	quantité d'azapérone en ml injectée au porc
2009-DATAEUTH	Ketamine	quantité de kétamine en ml injectée au porc
2009-PORC	ID_porc	numéro unique d'identification de chaque porc
2009-PORC	Tag	numéro d'identification de l'animal (4 lettres du transporteur + numéro séquentiel à 3 chiffres)
2009-PORC	Poids	poids du porc en kilogramme
2009-PORC	Sexe	sexe du porc (mâle, femelle, castrat)
2009-PORC	ID_ferme	code de la ferme d'où provient le porc
2009-PORC	Video_no	numéro de l'enregistrement vidéo d'une euthanasie (EUTHANASIE00XX; numéro séquentiel)
2009-PORC	Egg_no	numéro de l'enregistrement EEG d'un porc lors de son euthanasie
2009-PORC	ID_transport	numéro unique d'identification de transport (livraison) de porcs
2009-PORC	Fragilise	variable qui n'a pas servi
2009-PORC	Age	estimation de l'âge du porc en jour
2009-PORC	Ambulatoire	indique si l'animal est ambulatoire (oui/non)
2009-PORC	Fragilisation	indique le type de fragilisation de l'animal (hernie, arthrite, blessure, boiterie, dépérissement, autre ou aucune)
2009-PORC	Date	date de l'essai
2009-PORC	Deshydrate	indique si l'animal est déshydraté (oui/non)
2009-PORC	Etat_chair	caractérisation de l'état de chair du porc (normal, amaigrie ou cachectique)
2009-PORC	Freq_cardiaque	variable qui n'a pas servi
2009-PORC	Freq_resp	variable qui n'a pas servi
2009-PORC	Etat_sante_note	remarque ou commentaire sur l'état de santé général du porc
2009-PORC	Atropine	quantité d'atropine en ml injectée au porc
2009-PORC	Azaperone	quantité d'azapérone en ml injectée au porc
2009-PORC	Heure_anesthesie	heure de la première injection du produit
2009-PORC	Ketamine	quantité de kétamine en ml injectée au porc
2009-PORC	Anesthesie_note	remarque ou commentaire sur l'anesthésie du porc
2009-PORC	I_Temps	durée de l'insensibilisation (application du courant)
2009-PORC	I_D_pupilles	indique si oui ou non la pupille était dilatée à la suite de l'insensibilisation
2009-PORC	I_Clignement_yeux	indique si oui ou non il y a eu un clignement des paupières à la suite de l'insensibilisation
2009-PORC	I_Revulsion_yeux	indique si oui ou non les yeux étaient révoisés à la suite de l'insensibilisation
2009-PORC	I_Gaspe	indique si oui ou non l'animal a effectué des gasps à la suite de l'insensibilisation

Base de données	variable	définitions
2009-PORC	I_Resp_reg	indique si oui ou non l'animal avait une respiration régulière à la suite de l'insensibilisation
2009-PORC	I_Contracture	indique si oui ou non l'animal était contracté à la suite de l'insensibilisation
2009-PORC	I_Pedalage	indique si oui ou non le porc a fait du pédalage à la suite de l'insensibilisation
2009-PORC	I_Eeg_GM	variable qui n'a pas servi
2009-PORC	I_Eeg_Abs	variable qui n'a pas servi
2009-PORC	I_Abs_cardiaque	variable qui n'a pas servi
2009-PORC	I_AbsC_Doppler	variable qui n'a pas servi
2009-PORC	I_AbsC_Stethoscope	variable qui n'a pas servi
2009-PORC	D_temps	durée de l'euthanasie (application de courant)
2009-PORC	D_Abs_cardiaque	indique si oui ou non le cœur était en fibrillation cardiaque d'après l'ECG à la suite de l'euthanasie
2009-PORC	D_Abs_reflexe	indique si oui ou non le porc avait des réflexes respiratoires à la suite de l'euthanasie
2009-PORC	D_Rel_sphincters	indique si oui ou non il y a eu relâchement des sphincters à la suite de l'euthanasie
2009-PORC	D_Type_rel_sp	Indique s'il y a eu relâchement des sphincters et précise le type de relâchement (sphincter urinaire ou anal)
2009-PORC	D_ECG_iso	variable qui n'a pas servi
2009-PORC	D_Eeg_iso	indique si oui ou non l'EEG du porc du porc était plat à la suite de l'euthanasie
2009-PORC	D_Heure_deces	heure du décès
2009-PORC	Commentaire	commentaire général sur la procédure d'euthanasie
2009-DATAVIDEO1	Variables	Définitions
2009-DATAVIDEO1	No	Numéro séquentiel sans signification
2009-DATAVIDEO1	IDPORC	Numéro unique de chaque porc
2009-DATAVIDEO1	TAG	Numéro d'identification des porcs (4 lettres du transport + numéro séquentiel à 3 chiffres)
2009-DATAVIDEO1	PDS	Poids en kilogramme
2009-DATAVIDEO1	SEX	Sexe (mâle, femelle et castrat)
2009-DATAVIDEO1	VIDEON	Nom du fichier vidéo
2009-DATAVIDEO1	TELECTR	Type d'électrocution (Électrocution, manqué et insensibilisation)
2009-DATAVIDEO1	VOLTAGE	Voltage appliqué
2009-DATAVIDEO1	DELECTR(s)	Durée de l'électrocution (3, 5, 10 ou 15)
2009-DATAVIDEO1	TON	phase tonique : oui ou non
2009-DATAVIDEO1	DTON(s)	durée de la phase tonique incluant la période d'électrocution
2009-DATAVIDEO1	DINTGP	Durée de la phase intermédiaire : n'inclurait pas la période durant laquelle il y a des gasps
2009-DATAVIDEO1	DIC	Indique si la vidéo permet de voir toute la durée de la phase intermédiaire (oui ou non)
2009-DATAVIDEO1	MPATTE	Observation de mouvements des pattes (oui ou non)
2009-DATAVIDEO1	MYO	Observation de tremblements musculaires (oui ou non)
2009-DATAVIDEO1	TQUE	Observation de tremblements de queue durant la phase flasque (oui ou non)
2009-DATAVIDEO1	DQUE(s)	Durée du tremblement de la queue
2009-DATAVIDEO1	DQUEC	Indique si la vidéo permet de voir toute la durée du tremblement de la queue (oui ou non)
2009-DATAVIDEO1	TORE	Observation du tremblement d'oreille durant la phase flasque (oui ou non)
2009-DATAVIDEO1	DORE(s)	Durée du tremblement de l'oreille
2009-DATAVIDEO1	DOREC	Indique si la vidéo permet de voir toute la durée du tremblement des oreilles (oui ou non)
2009-DATAVIDEO1	GASPVA	Indique la présence de GASPS visibles sur la vidéo (oui et non) selon Andréanne Caron
2009-DATAVIDEO1	DGASP(s)	Durée du gasping (premier au dernier) sur la vidéo
2009-DATAVIDEO1	DGASPC	Indique si la vidéo permet de voir toute la durée du gasping (oui ou non)
2009-DATAVIDEO1	ANESTH	Anesthésie utilisée (Atropine-Azaperone-Ketamine-ATAZKE; Azaperone – AZA; Aucun - Rien)
2009-DATAVIDEO1	VIDEONO	Numéro de la vidéo - même que celui retrouvé dans le nom
2009-DATAVIDEO1	EXEC	Résume le type d'exécution et la durée si différente de 5 s – Variable de Martine Denicourt
2009-DATAVIDEO1	METHODE	Résume la méthode (connexion) utilisée

Base de données	variable	définitions
2009-DATAVIDEO1	TYPEPORC	Repères pour valider le porc sur la vidéo et la base de données – Variable de Martine Denicourt
2009-DATAVIDEO1	TAG2	Identification des porcs - tel que proposé par Martine Denicourt- Idem a TAG
2009-DATAVIDEO1	TEMPS	Description de la durée de l'électrocution telle qu'observée sur l'ordinateur de Martine Denicourt
2009-DATAVIDEO1	RELACHEMENT	Indique la plage de temps sur l'ordinateur de la fin de l'électrocution à la fin du relâchement. Par convention, lorsque le relâchement se fait avant la fin de l'électrocution, on indique le temps de la fin de la procédure.
2009-DATAVIDEO1	DEBELEC	Indique le temps du début de l'électrocution (décomposition de la variable TEMPS)
2009-DATAVIDEO1	FINELEC	Indique le temps de la fin de l'électrocution (décomposition de la variable TEMPS)
2009-DATAVIDEO1	FINRELACH	Indique le temps de la fin du relâchement (décomposition de la variable RELACHEMENT)
2009-DATAVIDEO1	DUREESUB	Calcul de la durée entre le début et la fin de l'électrocution telle que perçue sur le vidéo. Cette mesure est subjective. Le temps réel est connu et déterminé par le processeur de l'électrocuteur.
2009-DATAVIDEO1	DINTGM	Calcul de la durée entre la fin l'électrocution (FINELEC) et la fin du relâchement (FINRELACH). Par convention, lorsque le relâchement est terminé avant la fin de l'électrocution on indique un temps de zéro
2009-DATAVIDEO1	PDS2	Poids en kilogramme (IDEM pds)
2009-DATAVIDEO1	STRESN	Volume de Stresnil injecté au porc - tel que noté par Martine Denicourt
2009-DATAVIDEO1	STRDOSE	Dose de Stresnil (mg/kg)
2009-DATAVIDEO1	KET	Volume de Kétamine injectée au porc - tel que noté par Martine Denicourt
2009-DATAVIDEO1	KDOSE	Dose de Kétamine (mg/kg)
2009-DATAVIDEO1	GASPMV	Indique la présence de GASPS visibles sur la vidéo (oui et non) selon Martine Denicourt
2009-DATAVIDEO1	PERIODEG	Étendue de la présence de GASPS entre le premier et le dernier gasp observé
2009-DATAVIDEO1	DEBGASP	Indique le temps du début des GASPS (décomposition de la variable PERIODE)
2009-DATAVIDEO1	FINGASP	Indique le temps de la fin des GASPS (décomposition de la variable PERIODE)
2009-DATAVIDEO1	FELECGASP	Calcul de la durée entre la fin de l'électrocution et le premier GASP (DEBGASP - FINELEC)
2009-DATAVIDEO1	NGASP	Nombre de gasps visibles sur la vidéo
2009-DATAVIDEO1	DUREEGASP	Calcul de la durée entre le premier et le dernier GASP (FINGASP- DEBGASP)
2009-DATAVIDEO1	AMP	Ampérage moyen tel que perçu par Martine Denicourt
2009-DATAVIDEO1	COMMMART	Commentaires de Martine Denicourt lors du visionnement
2009-DATAVIDEO1	COMMANDR	Commentaires de Andréanne Caron lors du visionnement
2009-DATAVIDEO1	ComparGASP	Comparaison entre l'observation de GASPS par Andréanne Caron et Martine Denicourt (VRAI - Identique ; FAUX = différence)

Annexe G Protocole d'anesthésie et effets de l'azapérone

Protocole d'anesthésie

Pour procéder aux différentes phases de l'expérimentation (phases 1 et 2), les porcs ont été préalablement anesthésiés. Le protocole d'anesthésie était constitué d'une combinaison de produits médicamenteux permettant d'apporter une analgésie et une anesthésie modérée afin de minimiser la douleur et de ne pas masquer l'activité cérébrale.

Dans un premier temps, les porcs ont été tranquilisés avec de l'azapérone (Stresnil™ injection, Merial, 2,2 mg/kg). Quinze minutes après le traitement à l'azapérone, ils ont reçu du sulfate d'atropine (Atropine sulfate injection, Bimeda-MTC, 0,04 mg/kg) et de chlorhydrate de kétamine (Ketaset®, Wyeth Animal Health, 11 mg/kg). Tous ces produits médicamenteux ont été injectés en intra-musculaire. Une fois anesthésiés, les porcs ont été allongés sur un tapis de caoutchouc durant toute la durée de l'expérimentation.

L'azapérone est un tranquillisant. L'animal demeure conscient mais calme et indifférent à son environnement. Les porcs recevaient l'azapérone environ 15 minutes avant l'atropine et la kétamine.

L'atropine est un anticholinergique antispasmodique et mydriatique qui a été utilisée pour éviter les excès de sécrétions bronchiques, gastriques et salivaires et pour contrôler l'hyper motilité intestinale. Elle a été injectée aux porcs pour contrer les effets secondaires de la kétamine.

La kétamine est un anesthésique caractérisé par une profonde analgésie, le maintien des réflexes pharyngés et laryngés et du tonus des muscles squelettiques, une légère stimulation cardiaque et une légère dépression respiratoire. Il y a occasionnellement présence d'un peu de salivation. Les autres réflexes, par exemple cornéen, de pédalage, etc. sont maintenus. En outre, les yeux demeurent normalement ouverts et la pupille dilatée. La prémédication par l'atropine peut, jusqu'à un certain point, renforcer et prolonger l'anesthésie.

Protocole de sédation

Certains porcs (phase 3) ont reçu une simple sédation avant de procéder à l'euthanasie. Ces porcs ont été tranquilisés avec de l'azapérone (Stresnil™ injection, Merial, 2,2 mg/kg).

Effet de l'azapérone (Stresnil™ injection)

Le Stresnil™ (azapérone), une butyrophénone, agit sur les voies dopaminergiques et adrénergiques en bloquant, par compétition, les récepteurs de la dopamine et les récepteurs alpha-1 de l'adrénaline.

En bloquant les récepteurs de la dopamine, le Stresnil™ cause une dépression du système nerveux central (SNC). Les butyrophénones sont, entre autres, utilisées pour contrôler le Parkinson en médecine humaine.

En bloquant les récepteurs alpha-1 de l'adrénaline, le Stresnil™ agit sur la voie sympathique de la voie efférente du système nerveux autonome (SNA). Ainsi, la mydriase, la tachycardie, l'hypertension artérielle, la vasoconstriction et la baisse du seuil de réaction normalement observées lors d'un choc sont inhibées ou diminuées lors de l'administration de Stresnil™. Les bloqueurs alpha-1 peuvent aussi diminuer la capacité de constriction du trigone¹⁰ et ainsi faciliter la vidange de la vessie.

Le réflexe de gasping observé lors d'hypoxie est inhibé ou raccourci lors de l'administration de bloqueurs de sérotonine A-1. Le Buflomédil est reconnu pour être un bloqueur des récepteurs de sérotonine grâce à sa structure butyrophénone. Le Stresnil™ étant aussi une butyrophénone, on peut présumer qu'il a le même effet sur le réflexe de gasping.

¹⁰ Trigone vésical ou Trigone de Lieutaud = Partie de la surface intérieure de la vessie limitée par les deux orifices des uretères et de l'orifice de l'urètre.

Annexe H Encart de la fiche Euthanasie des porcs à la ferme- les options du producteur

LE CHARIOT ÉLECTROCUTEUR SPEE

UNE OPTION SUPPLÉMENTAIRE POUR LES PRODUCTEURS

Cet encart complète le feuillet technique *Euthanasie des porcs à la ferme: les options du producteur* publié en 2003 et présente une méthode supplémentaire d'euthanasie à la ferme pour certaines catégories de porcs fragilisés. Depuis la publication du feuillet, une équipe de chercheurs, d'ingénieurs et un équipementier québécois ont travaillé au développement d'une technique d'électrocution pour animaux fragilisés et à la mise au point d'un chariot électrocuteur (SPEE, Conception Ro-Main inc.). D'ailleurs, cet appareil peut être utilisé pour effectuer de façon sécuritaire l'euthanasie de porcelets sevrés en pouponnière et de porcs d'engraissement jusqu'au poids d'abattage. Cette nouvelle méthode s'ajoute à toutes celles déjà décrites dans le précédent feuillet. Le tableau 1 présente les différentes méthodes d'euthanasie qui sont maintenant recommandées en fonction du poids des porcs.

Remerciements

Martine Denicourt, D.M.V., M. Sc.
Faculté de médecine vétérinaire,
Université de Montréal

Christian Klopfenstein, D.M.V., Ph. D.
Centre de développement
du porc du Québec inc.

Valérie Dufour, M. Sc.
Centre de développement
du porc du Québec inc.

Janie Lévesque, M.Sc., agr.
Consultante

Marie-Josée Turgeon, M.Sc., agr.
Centre de développement
du porc du Québec inc.

Danielle Pettigrew, agr.
Fédération des producteurs
de porcs du Québec

Lyme Ravary, M.Sc., agr.
Fédération des producteurs
de porcs du Québec

1 Tableau 1
Méthodes d'euthanasie des porcs en fonction de leur poids

	Porcelet en maternité Moins de 3 sem. (< 5,5 kg)	Porc sevré Moins de 10 sem. (< 32 kg)	Porc en croissance (< 60 kg)	Porc de finition (> 60 kg)	Truie ou verrat adulte
Chariot électrocuteur SPEE ¹	non	oui	oui	oui	non
Arme à feu	non	oui	oui	oui	oui
Pistolet percuteur	non	oui	oui	oui	oui
Surdosage d'anesthésiques (par des vétérinaires seulement)	oui	oui	oui	oui	oui
Choc crânien	oui	non	non	non	non

1. Nouvelle technique développée au Québec qui nécessite l'utilisation d'un équipement spécial appelé chariot électrocuteur (SPEE, Conception Ro-Main inc.).

2 Tableau 2
Méthodes d'euthanasie des porcs – Facteurs à considérer

	Risque pour les humains	Bien-être des porcs	Habilité requise	Coût	Impact	Restrictions
Chariot électrocuteur SPEE	Très faible – requiert un circuit électrique indépendant du réseau public d'électricité	Adéquat – la contention est simple et essentielle	Minimale – facile d'utilisation et formation élémentaire	Médiocre – coût initial d'un chariot électrocuteur	Possibilité de spasmes respiratoires gêner après l'électrocution	Ne pas être évalué avec de petits porcelets < 5,5 kg, ni avec des adultes

Le terme «euthanasie» vient des mots grecs «eu», qui veut dire «bien», et «thanas», qui signifie «mort». Les deux mots réunis veulent dire «mort douce». L'euthanasie doit se dérouler sans douleur et causer le moins de peur et d'anxiété possible; elle doit être fiable, reproductible, inoffensive, simple, sûre et rapide.

Utilisation du chariot électrocuteur SPEE

Cette nouvelle option implique l'utilisation de l'équipement spécifique développé par la compagnie Ro-Main inc. (SPEE). Cet équipement permet d'électrocuter efficacement des porcs sevrés de 5 à 125 kg, en appliquant une tension électrique de 110 volts en courant alternatif (VCA) pendant 15 secondes entre la mâchoire supérieure et l'abdomen. Pour assurer la sécurité du travailleur, la source de courant est isolée du réseau public par l'utilisation d'une batterie de 12 volts en courant continu avec les équipements nécessaires pour transformer cette source de courant en 110 VCA. En tout temps, l'utilisation d'une simple connexion dans une prise 110 VCA du réseau public est strictement prohibée afin d'assurer la sécurité des travailleurs et l'efficacité de la technique. L'utilisation de câbles de su voltage ou d'autres méthodes d'euthanasie par électrocution, qui peuvent parfois être employées dans les fermes, ne sont pas recommandées car elles représentent un risque pour la sécurité des humains. C'est, entre autres, pour éviter ce risque qu'a été conçu le chariot électrocuteur SPEE.

Le choix d'une méthode d'euthanasie des porcs à la ferme doit prendre en compte plusieurs facteurs. Le tableau 2 évalue l'utilisation du chariot électrocuteur SPEE par rapport à chacun de ces facteurs.

L'utilisation du chariot électrocuteur (SPEE) comporte plusieurs avantages, tant pour ce qui est de la facilité d'utilisation que de la sécurité des humains et du bien-être animal.

En effet, cet équipement permet de réduire les situations pouvant causer du stress et des douleurs inopportunes au porc fragilisé puisqu'on peut déplacer l'appareil vers le parc de l'animal à euthanasier et parce que l'entrée dans la cage est facilitée par la présence d'une porte latérale. L'animal isolé dans le chariot peut être aisément attaché au moyen d'accessoires nécessaires à l'électrocution, soit le lasso métallique autour de la mâchoire supérieure et la ceinture métallique autour de l'abdomen.

Par mesure de sécurité, toutes les portes du chariot doivent être fermées pour démarrer l'électrocution; une clé de contact doit être engagée et deux boutons poussoirs doivent être activés. Ces boutons poussoirs demeurent allumés pendant toute la durée de l'électrocution (15 secondes). Un bouton d'urgence permet d'arrêter le processus en tout temps si nécessaire. Une fois les boutons poussoirs lumineux éteints, l'opérateur doit ouvrir la cage pour confirmer la mort de l'animal. L'animal mort peut présenter des spasmes respiratoires appelés communément *gasps*. L'animal n'a pas à être saigné.



Ces câbles ne doivent pas être utilisés.

Confirmation du décès

Comme avec toutes les autres méthodes d'euthanasie, il est essentiel de confirmer le décès de l'animal immédiatement après l'euthanasie. L'animal qui se tenait debout s'affaissera au sol. Avec certaines méthodes (arme à feu, pistolet percuteur et choc crânien), l'animal peut présenter des contractions et/ou des convulsions musculaires (battements de pattes et mouvements de « pédalage » mal coordonnés). Ces mouvements involontaires ne durent généralement pas plus de 20 secondes. Les pupilles sont fixes et dilatées et aucun réflexe cornéen n'est apparent. Pour vérifier le réflexe cornéen, il suffit de toucher la cornée de l'animal (la surface de l'œil); si l'animal est mort, il ne devrait pas y avoir de réaction. Tout mouvement ou clignement de l'œil à ce stade signifierait le maintien ou la reprise de l'activité cérébrale; on devrait alors répéter la même procédure d'euthanasie ou opter pour une autre méthode. La mort cérébrale de l'animal est également confirmée par l'absence de respiration, de pulsation cardiaque et de réaction à la piquée d'une aiguille sur le groin.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires de la présente brochure ou vous procurer une copie du feuillet Euthanasie des porcs à la ferme; les options du producteur ou encore pour donner vos commentaires, veuillez communiquer avec la Fédération des producteurs de porcs du Québec au numéro de téléphone suivant: 1 800 363-7672 ou par courriel à l'adresse fppq@upa.qc.ca