

Évaluation des appareils disponibles pour la prise de mesures aux ultrasons chez l'animal vivant

Mars 2018

Synthèse technique



Auteure :

Marie-Pierre Fortier, cand. au Ph.D., CDPQ

Collaboration :

Laurence Maignel, CCAP

Raymond Deshaies, CDPQ

Israël Michaud, CDPQ

Patrick Gagnon, CDPQ

©Centre de développement du porc du Québec inc.
Dépôt légal 2018
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada
ISBN 978-2-924413-55-5

Table des matières

Liste des tableaux	4
Liste des figures.....	4
Liste des images	4
1 Mise en contexte	5
2 La définition des ultrasons	6
2.1 Le son	6
2.2 Émission et transmission du son	7
3 La technique de mesure aux ultrasons	9
3.1 Les sites de mesures	9
3.2 Les facteurs d'influence.....	9
3.2.1 La technique de mesure.....	10
3.2.2 Les différents ajustements des paramètres.....	10
3.3 Les principales utilisations.....	11
4 Les différents équipements.....	12
4.1 Appareils en mode A	12
4.1.1 Piglog 105.....	12
4.2 Appareils en mode B	13
4.2.1 Appareils non portables	14
4.2.2 Appareils portables	14
4.2.3 Appareils portables sans-fil	16
5 Types de transducteurs	17
6 Conclusion	17
7 Références.....	18

Liste des tableaux

Tableau 1. Vitesse du son à travers lors de son passage dans différents milieux	7
---------------------------------------------------------------------------------------	---

Liste des figures

Figure 1. Schématisation d'une onde sonore	6
--------------------------------------------------	---

Liste des images

Image 1. Le Piglog 105	12
Image 2. Le Lean-Meater	13
Image 3. Le Backfat meter	13
Image 4. L'Aquila	14
Image 5. L'Aloka	14
Image 6. l'Exago	14
Image 7. La WED.....	15
Image 8. L'Ultrascan	15
Image 9. L'appareil Vetko.....	15
Image 10. L'appareil SU1	16
Image 11. L'appareil SF1	16
Image 12. L'Exapad (ECM, France).....	16

1 Mise en contexte

Le développement des nouvelles technologies se poursuit à une cadence élevée et de nouveaux équipements aux ultrasons pour les mesures de l'épaisseur de gras et/ou muscle dorsal se développent continuellement, tels que des appareils plus légers, sans fil et fonctionnant avec *wi-fi* pour assurer le transfert des données. Les prix de ces appareils sont variés de même que leur précision et leur durabilité.

Actuellement, les appareils Vetko+, Ultrascan50, Agroscan, WED et Aloka sont utilisés pour les différentes mesures aux ultrasons chez les éleveurs du Programme canadien pour l'amélioration génétique des porcs (PCAGP). Les appareils Vetko+ et Ultrascan50 sont particulièrement fiables, robustes et adaptés aux conditions de ferme. Malheureusement, ils ne sont plus fabriqués depuis quelques années et leur réparation est de plus en plus difficile. L'appareil ALOKA 500 a été introduit au cours des quinze dernières années pour permettre l'acquisition d'images pour la prédiction du gras intramusculaire. Il est employé dans différents contextes, que ce soit pour le travail en sélection, chez les producteurs commerciaux ou les intervenants de différents milieux, et ce, non seulement chez le porc, mais également dans plusieurs autres productions animales au Québec (ovins, bovins, etc.). Bien qu'efficace, il est un modèle plutôt dispendieux qui nécessite d'être jumelé à un ordinateur et n'est donc pas toujours pratique.

Cette revue technique a pour objectif de dresser une liste de certains appareils aux ultrasons disponibles au Canada. Les appareils ont été choisis en considérant leurs spécifications techniques ainsi que leur capacité à répondre aux besoins, non seulement de la recherche mais également des producteurs commerciaux. Les appareils devaient également être disponibles et commercialisés au Québec au moment de leur sélection.

2 La définition des ultrasons

En productions animales, la technologie aux ultrasons permet une mesure objective et non invasive de certaines caractéristiques de la carcasse, réalisée sur l'animal vivant^{1,2}. Le principe des mesures aux ultrasons est basé sur la modification d'une onde de haute fréquence induite lorsque celle-ci traverse les différents tissus. Une sonde, ou transducteur, est placée sur l'animal et est utilisée pour propager cette onde ultrasonique à travers les différents tissus. L'onde retourne ensuite vers la sonde qui capte et analyse l'écho et permet la lecture de la mesure³. Le temps requis par le signal pour se rendre aux différents tissus et revenir à la sonde permet de connaître la distance entre chacune des structures⁴.

2.1 Le son

Un son est le résultat d'une vibration voyageant à travers un milieu, transmettant son énergie de façon successive aux particules de ce milieu¹. Toutes les ondes sont générées de la même façon mais la vibration des ondes ultrasons est beaucoup plus fréquente. Les ultrasons, sont les sons dont la vitesse de vibration est supérieure à celle perceptible par l'oreille humaine et se situe au-delà de 16 000 Hz^{1,5,6}.

Le son présente plusieurs propriétés dont une fréquence, une amplitude et une longueur d'onde (Figure 1). L'amplitude correspond aux variations de pression de l'onde sonore et fait référence à l'intensité du son. Elle diminue avec la distance et il en résulte une perte progressive de l'intensité du son à mesure qu'il traverse les différents milieux. La longueur d'onde est la distance qui sépare deux points successifs et dépend de la vitesse de propagation des ultrasons, laquelle est variable selon les structures rencontrées. Elle est associée à une fréquence et diminue à mesure que la fréquence augmente^{6,7}. La fréquence est le nombre de vibrations passant un point donné dans une période de temps déterminé et est représentée par la distance entre la compression et la dépression de l'onde.

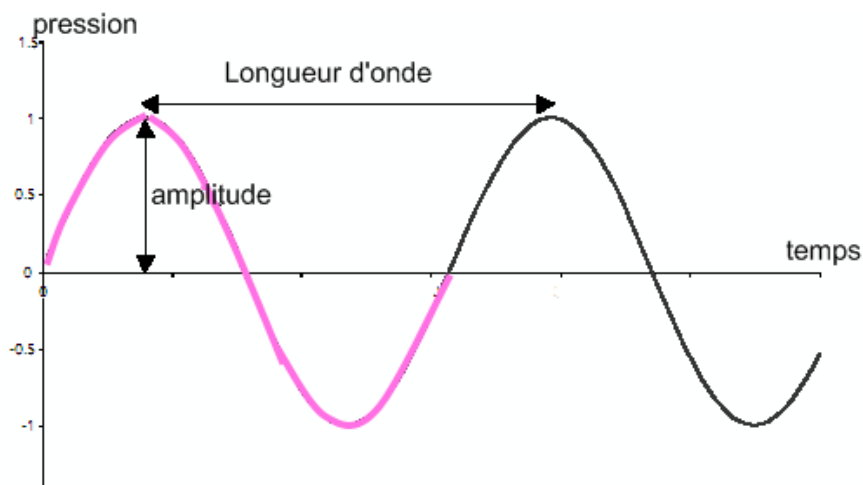


Figure 1. Schématisation d'une onde sonore

Le son voyage par vagues de compression et peut être réfléchi ou réfracté lorsqu'il passe d'un milieu à un autre. La différence de densité entre deux milieux et l'angle auquel le son rencontre l'interface entre ces milieux influence la quantité d'énergie qui sera réfléchi. Plus la différence de densité entre les milieux est grande, plus le son sera davantage réfléchi. Aussi, plus l'angle d'incidence se rapproche de 90°, plus la réflexion sera élevée⁵. La vitesse du son définit la longueur d'onde et varie en fonction du milieu dans lequel il se déplace (Tableau 1). Lors du passage à travers différents milieux, certaines ondes sont réfléchies tandis que d'autres continuent de se propager^{6,8}.

Tableau 1. Vitesse du son à travers lors de son passage dans différents milieux

Milieu	Vitesse du son (m/s)
Air	330
Eau	1 500
Gras	1 430
Muscle	1 620
Os	3 500

(Adapté de Amin et Wilson⁶)

2.2 Émission et transmission du son

La mesure aux ultrasons nécessite l'utilisation d'un transducteur qui permet de convertir une énergie électrique en énergie mécanique c'est-à-dire, une onde électrique en onde acoustique et vice versa. Le transfert d'énergie utilise l'effet piézoélectrique. Le principe est basé sur le fait que, en appliquant un courant alternatif sur un cristal piézoélectrique, ce dernier se comprime et se décomprime alternativement en émettant un son dont la fréquence dépend des caractéristiques du cristal. Le même élément est utilisé pour transformer en courant électrique les ultrasons qui reviennent vers la sonde après avoir été réfléchis (mesure par réflexion). L'image est donc ainsi créée selon le principe impulsion-écho. La sonde produit des ondes en courtes impulsions et non en continu puisque les mêmes cristaux sont utilisés pour générer et recevoir des ondes sonores et qu'ils ne peuvent faire les deux actions simultanément^{8,9}. Les transducteurs utilisés avec les appareils ultrasons sont généralement des céramiques polarisées ou des cristaux de quartz qui ont cette capacité de changer de forme lorsqu'ils sont soumis à des vibrations. Ce sont ces vibrations qui produisent le faisceau d'ultrasons. La fréquence des ondes ultrasonores produites est prédéterminée par les cristaux dans le transducteur^{4,8,10}.

Dès que les ondes ultrasonores se rencontrent à une interface entre deux tissus ayant des propriétés acoustiques différentes, une partie des ondes ultrasonores est réfléchi vers la sonde réceptrice. Les variations de la profondeur des tissus adipeux, musculaires ou osseux ou de la distribution, par exemple, intermusculaire et surtout du gras intramusculaire, entraînent des différences dans les signaux d'ondes ultrasonores réfléchies, en outre par absorption et réfraction de l'énergie mécanique¹¹.

L'énergie mécanique est réfléchié à l'intersection de tissus possédant des impédances acoustiques différentes (Z). L'impédance acoustique est le produit de la densité d'un tissu et de la vitesse des ondes sonores qui le traversent; par conséquent, plus le tissu est dense, plus l'impédance acoustique est grande⁸. L'impédance acoustique caractérise donc l'aptitude du matériau à suivre et transmettre les vibrations mécaniques. Plus la différence des impédances (Z) est grande, plus l'amplitude de l'onde réfléchié sera importante⁶. La transmission des ultrasons vers les tissus biologiques est en effet meilleure lorsque l'impédance acoustique de la sonde est proche de celle des tissus⁷.

3 La technique de mesure aux ultrasons

3.1 Les sites de mesures

Porc

Depuis les années 80, l'évaluation de l'épaisseur du gras et de la profondeur du muscle se fait à un site bien précis chez le porc soit à 5 cm de la colonne vertébrale, entre les 3^e et 4^e avant-dernières côtes et ce, pour tous les animaux inscrits au Programme d'évaluation génétique au Québec. Par ailleurs, pour l'évaluation de l'état de chair des truies, la mesure de l'épaisseur de gras dorsal se fait plutôt au niveau de la dernière côte, à 6,5 cm de la ligne médiane¹. Finalement, pour évaluer le niveau de gras intramusculaire de la longe, la mesure est également prise entre les 10^e et 11^e côtes.

Compte tenu de l'augmentation du poids d'abattage des porcs, un projet a été réalisé par le CDPQ, en 2014, évaluant l'effet du site de mesure sur la précision de l'épaisseur de gras, la profondeur de muscle et le niveau de gras intramusculaire. Les résultats ont permis de démontrer que, peu importe le site de mesure, les valeurs obtenues pour les différents critères étaient similaires pour chacun des sites.

Bœuf

Au Canada, les mesures aux ultrasons sont prises chez le bœuf à quatre différents sites, selon le caractère évalué^{12,13}. L'épaisseur de gras de la croupe (mm) est mesurée à l'intersection de la ligne de l'os haut (troisième vertèbre sacrée) et de l'os de la hanche. L'épaisseur de gras des côtes (mm) est mesurée sur le *longissimus dorsi* (muscle de l'œil de longe) entre la 12^e et la 13^e côte. La sonde est placée parallèlement à la colonne vertébrale le long du muscle de la longe, plutôt que perpendiculaire à la colonne vertébrale, pour mesurer l'épaisseur de gras et la profondeur de muscle¹⁴. La surface de l'œil de longe (cm²) est mesurée à partir de la coupe transversale du *longissimus dorsi* entre la 12^e et 13^e côte. Finalement, le gras intramusculaire est mesuré à partir d'une image longitudinale du muscle *longissimus dorsi*, prise entre la 12^e et 13^e côte et exprimé en % de gras¹⁵.

Agneau

Aux États-Unis, Le site de mesure recommandé par le National Sheep Improvement Program, pour évaluer l'épaisseur de gras chez les moutons est situé entre les 12^e et 13^e côtes¹³. Au Québec, des essais réalisés par Thériault¹⁶ ont permis de démontrer que le meilleur site d'évaluation de l'épaisseur de gras était plutôt situé entre la 3^e et 4^e vertèbre lombaire soit, entre la dernière cote et l'os de la hanche.

3.2 Les facteurs d'influence

Bien que la technologie aux ultrasons soit considérée comme précise et fiable pour évaluer les différents caractères de la carcasse chez l'animal vivant, celle-ci présente tout de même certaines limites.

3.2.1 La technique de mesure

Les résultats obtenus par la mesure aux ultrasons sont souvent influencés par son utilisateur. Cela signifie que la qualité des images obtenues et leur interprétation précise dépendent de l'expérience et des connaissances du technicien^{8,17}. La pression appliquée sur la sonde affecte peu la valeur de l'épaisseur de gras mais influence de façon plus importante la valeur de la profondeur du muscle en sous-estimant le résultat lorsqu'une pression trop forte est appliquée.

Le positionnement de l'animal peut également influencer les résultats des différentes mesures. Celui-ci doit se tenir debout et être maintenu immobile (cage, balance, etc.) afin de s'assurer d'avoir un bon contact entre le dos de l'animal et la sonde et ainsi éviter une déformation du gras et du muscle. La qualité de l'image obtenue avec l'appareil aux ultrasons dépend de la qualité du signal de réflexion du muscle vers la sonde. L'angle idéal de prise de mesure pour obtenir un maximum de réflexion est de 90° par rapport à la surface de la peau de l'animal. Cependant, cet angle peut varier en fonction de plusieurs facteurs tels que le poids de l'animal, la forme de la longe, l'ouverture des côtes, etc. L'angle sera donc déterminé afin d'obtenir un maximum de réflexion des muscles intercostaux. Généralement, plus l'angle par rapport au dos de l'animal est grand, moins la réflexion sera bonne et la qualité de l'image en sera alors de moindre qualité. Aussi, un animal souillé ou présentant une blessure peut occasionner des interférences dans les mesures en influençant la pénétration du son.

3.2.2 Les différents ajustements des paramètres

Les paramètres d'ajustement (gain, fréquence, etc.) peuvent varier d'un équipement à l'autre et une mauvaise mise au point peut nuire à la qualité de l'image obtenue et donc influencer les résultats obtenus, surtout lors de la mesure du gras intramusculaire. Une attention particulière sur les différents ajustements est alors très importante avant la prise de mesure.

L'utilisation ou non d'un gel-pad peut également influencer les résultats obtenus. Le gel-pad est un matériel acoustique qu'on ajoute à la sonde et qui permet d'éloigner la zone de début de lecture de la source d'émission et ainsi enlever les mauvais sons de surface pour obtenir une image plus claire. Lorsqu'aucun gel pad n'est utilisé, les ondes produites à la sortie de la sonde ont tendance à partir dans toutes les directions, ce qui crée une image beaucoup moins nette et peut influencer la lecture de la mesure.

La longueur de la sonde utilisée peut influencer l'exactitude de la mesure. Une sonde linéaire permet généralement de bien situer les repères anatomiques connus pour mesurer chacun des caractères. Une sonde trop longue ou trop courte aura tendance à modifier ces repères anatomiques habituels et rend également le maintien et le positionnement plus difficile de celle-ci sur l'animal.

3.3 Les principales utilisations

La technologie utilisant les ultrasons permet une mesure fiable et non-destructive de la carcasse à partir de l'animal vivant. Elle permet d'observer et de mesurer les changements dans les différents tissus chez un même animal afin d'étudier son développement à différents stades¹⁸. Elle est depuis longtemps un outil de développement génétique important qui permet la sélection rapide des animaux pour des caractères recherchés, sans qu'il soit nécessaire de les abattre ou d'attendre les résultats des mesures effectuées sur la descendance. Elle est aussi utilisée avec succès dans les domaines de la reproduction, de la gestion de l'alimentation en fonction de la composition corporelle et ce, dans plusieurs espèces animales.

Chez le porc, les ultrasons permettent la mesure de l'épaisseur du gras dorsal et la profondeur du muscle de la longe. La génétique a grandement bénéficié de cet outil pour diminuer l'adiposité totale des carcasses et répondre aux besoins des consommateurs à la recherche de coupes de viande plus maigres. Par exemple, l'épaisseur de gras dorsal, qui est un bon indicateur de la proportion de gras corporel, a diminué d'environ 40 % au cours des années 1980 à 2006.

Pour le bœuf, les images ultrasons peuvent fournir des informations précieuses aux producteurs de bétail. Les mesures de l'épaisseur de gras et de la surface de l'œil peuvent être utilisées pour prédire la classe de rendement (USDA)¹⁴. Les mesures sont également utilisées pour déterminer les écarts prédits sur la descendance (EPD), s'ils sont disponibles pour la race. Étant donné que les caractéristiques de composition corporelle mesurées par ultrasons sont généralement considérées comme hautement héritables, la sélection de taureaux de remplacement et de génisses ou de vaches en fonction de ces caractères entraînera un changement génétique rapide dans un troupeau².

4 Les différents équipements

Il existe deux types d'appareils permettant les mesures ultrasons soit, le mode A (modulation d'amplitude) et le mode B (modulation de luminosité), qui sont différenciés principalement par leur mode d'affichage. La technologie à ultrasons en mode A a été appliquée à la recherche et à la production porcine au cours des 20 à 25 dernières années, mais sa précision limitée a conduit à l'utilisation du mode B, en temps réel¹⁸.

4.1 Appareils en mode A

Le mode A est le plus ancien et le plus simple des ultrasons. Les appareils en mode A fonctionnent avec un transducteur qui balaye un faisceau unidimensionnel à travers les tissus et les échos sont tracés sur l'écran en fonction de la profondeur (temps donné)¹⁸. Il se produit ensuite soit des points rouges sur une échelle, une valeur numérique ou une image sous forme de pics verticaux référant à l'amplitude et à la distance de l'onde de retour (écho) le long d'un axe horizontal. La distance entre deux pics donne l'épaisseur de la structure mesurée^{4,8,9}. Le mode A peut être utilisé pour mesurer l'épaisseur du gras dorsal et/ou du muscle¹¹.

Des appareils plus anciens tels que le Kraukramer et la Medimatic ont fait partie des premiers appareils largement utilisés par le passé mais ne sont plus ou peu utilisés à ce jour étant donnée toute l'avancée de la technologie aux ultrasons dans les dernières années.

4.1.1 Piglog 105

Le Piglog 105 (Carometec, Danemark) est un appareil à ultrasons utilisé pour la mesure de l'épaisseur de gras dorsal et de profondeur de muscle chez le porc. En raison de ses capacités d'enregistrement de données, il peut être programmé pour calculer l'âge de l'animal, le gain quotidien et d'autres informations. Chaque mesure est calculée sur la base des courbes de réflexion de huit ondes sonores émises dans l'animal. Si les courbes de réflexion sont cohérentes, le logiciel avancé les analysera. Si ce n'est pas le cas, l'appareil répétera la séquence, le tout en quelques secondes. L'appareil mesure toutes les couches de gras et fournit des résultats précis dans la plage de 5 à 50 mm. Quant à elle, la profondeur du muscle est mesurée avec précision dans la plage de 30 à 70 mm. Les mesures sont stockées dans la mémoire et peuvent ensuite être téléchargées sur un ordinateur de bureau en quelques secondes¹⁹.



Image 1. Le Piglog 105

(source : <http://www.carometec.com/products/item/piglog-105>)

4.1.2 Lean-meater et Backfat Meter

Le Lean-Meater (Renco, Canada) et le Backfat meter (Sonoptek, Chine) sont des équipements utilisés principalement pour mesurer l'épaisseur du gras dorsal chez la truie. Ils ne permettent d'ailleurs pas d'évaluer la mesure de l'épaisseur du muscle. Ils peuvent mesurer des épaisseurs comprises dans une plage de 5 à 40 mm avec une précision de ± 1 mm (.039") et ce, en moins de 10 secondes²⁰. Ils ont également la capacité de mesurer la troisième couche d'épaisseur de gras et détecteront automatiquement le nombre de couches présentes. Seul le Lean-Meater utilise un affichage LED, qui fonctionnera sur une plus large gamme de températures et sera plus visible dans des conditions de lumière défavorables. L'utilisation de LED assure des lectures nettes et précises. Cet appareil fonctionne sur batterie ayant une capacité de 6 à 10 heures^{20,21}.

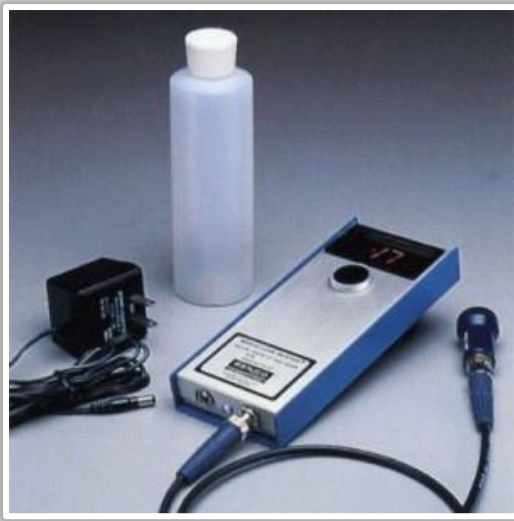


Image 3. Le Backfat meter



Image 2. Le Lean-Meater

(Source : www.secrepro.com)

4.2 Appareils en mode B

Les appareils utilisant le mode B fournissent, à partir d'une série de points lumineux, une image en deux dimensions représentant une coupe transversale de l'endroit précis où la sonde est positionnée. La position et la luminosité de chaque point sur l'écran indique l'amplitude de l'écho retourné et est fonction du temps que met le son à revenir vers le transducteur. L'intensité lumineuse de ceux-ci est, quant à elle, proportionnelle à l'amplitude de l'écho de retour. L'épaisseur des tissus est représentée par la distance entre les points lumineux successifs. Ces appareils sont également capables de capter les mouvements du matériel étudié, c'est pourquoi on les appelle aussi échographes d'imagerie en temps réel (real-time)^{4,9}. L'avantage notable du mode B est d'ailleurs de permettre de visualiser une dimension sur l'écran, de sorte qu'il devient possible d'afficher une image bidimensionnelle⁷. Les appareils en mode B sont utilisés pour mesurer l'épaisseur de gras et la profondeur de muscle chez les animaux. Ils permettent également une évaluation du niveau de gras intramusculaire dans le muscle¹¹. Les appareils en mode B peuvent être classés en trois catégories soit, non-portables, portables et portables sans-

fil.

4.2.1 Appareils non portables

Aloka et Aquila

L'Aloka (Aloka, Japon) et l'Aquila (Pie Medical, Japon) sont deux échographes polyvalents et d'ailleurs largement utilisés dans le domaine animal^{22,23}. Ils permettent tous deux d'évaluer l'épaisseur de gras et la profondeur de muscle, de même que le niveau de gras intramusculaire et ce, dans toutes les espèces. Ce sont des appareils qui requièrent un poste fixe et nécessitent d'être couplés à un ordinateur pour fonctionner. Ils permettent une mesure fiable des différentes structures de la carcasse et ce, jusqu'à une profondeur de 180 mm pour l'Aquila et de 220 mm pour l'Aloka^{15,24}.



Image 4. L'Aloka
(source : www.dgf.ca)



Image 5. L'Aquila Vet

EXAGO

L'Exago (ECM, France) est essentiellement utilisé en milieu médical ou vétérinaire au niveau du système reproducteur^{25,26} mais démontre un fort potentiel pour évaluer les différentes structures de la carcasse sur l'animal vivant tel que la mesure d'épaisseur de gras, de muscle et le niveau de gras intramusculaire. La résolution d'image haut de gamme de cet appareil permet des captures d'images rapides et exceptionnelles qui sont facilement analysées. Par ailleurs, l'Exago est déjà compatible avec les principaux logiciels disponibles sur le marché pour l'analyse des images chez le porc. Il permet de fonctionner selon différentes fréquences comprises entre 3,5 et 10 MHz, selon la sonde utilisée et assure également une mesure fiable pour une profondeur comprise entre 10 à 280 mm²⁷.



Image 6. L'Exago

4.2.2 Appareils portables

WED

La WED (Welld, Chine) est un échographe portable, avec un design ergonomique et présentant une excellente qualité d'image. Utilisé dans toutes les espèces animales, il permet les tests de gestation précoce et la mesure d'épaisseur de gras dorsal et de profondeur de muscle. Il possède un mode d'enregistrement en cinéloop, de 30 secondes en continu, qui permet la révision des manipulations²⁸. Il permet de fonctionner selon différentes fréquences comprises entre 3,5 et 10 MHz, selon la sonde utilisée et assure également une mesure fiable pour une profondeur comprise entre 5 à 220 mm^{29,30}.



Image 7. La WED
(source : www.dgf.ca).

Vetko et Ultrascan

L'appareil Vetko (Alliance médicale, Canada) et l'Ultrascan (Alliance médicale, Canada) sont des échographes qui permettent la réalisation des tests de gestation de même que la mesure de gras dorsal et de la profondeur de muscle. La Vetko permet le transfert des données brutes de l'image sur un ordinateur pouvant servir à la création d'une banque d'images. Chaque image est traitée par divers algorithmes considérant les séquences et les niveaux de gris des pixels (variant de 0 à 255), afin d'établir une estimation de la proportion de l'image associée à du gras musculaire³¹.



Image 9. L'appareil Vetko+
(source : www.dgf.com)



Image 8. L'Ultrascan50

4.2.3 Appareils portables sans-fil

SU1 et SF1

Les appareils SU1 et SF1 (Sonoptek, Chine) sont de petits échographes portables, légers, à connexion sans fil et nécessitant un accès à un réseau Wi-fi pour fonctionner. La version « SU1 » possède une sonde de 180 mm et peut réaliser des mesures de profondeur comprises dans une plage de 70 à 160 mm, ce qui permet non seulement l'évaluation de l'épaisseur du gras mais également l'épaisseur du muscle³². Déjà une deuxième version, la « SU2 » est maintenant disponible et peut réaliser des mesures fiables comprises dans une plage de 80 à 200³³. L'échographe « SF1 » possède une sonde de 45 mm et fonctionne à une fréquence de 5 Mhz. L'appareil assure également une mesure de gras et de muscle et fournit des résultats précis dans la plage de 40 à 120 mm³⁴.

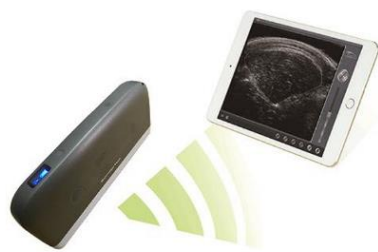


Image 10. L'appareil SU1

(source : www.secrepro.com)



Image 11. L'appareil SF1

Exapad

L'Exapad (ECM, France) est conçu avec les dernières technologies disponibles et fonctionne sensiblement comme l'Exago à l'exception qu'il soit portable, très léger et sans-fil. Utilisé uniquement en milieu médical ou vétérinaire, il démontre lui aussi un fort potentiel pour évaluer les différentes structures de la carcasse su l'animal vivant. La résolution d'image haut de gamme de cet appareil permet des captures d'images rapides et exceptionnelles qui sont facilement analysées Il se distingue de l'Exago par son système d'interface *Echo Touch* où seules les fonctions nécessaires sont présentes à l'écran, rendant le travail des utilisateurs plus rapide et efficace. Il possède également une commande vocale pour utiliser les principales fonctions de l'échographe, permettant une grande autonomie même lorsque l'appareil est à distance³⁵.



Image 12. L'Exapad (ECM, France)

(source : secrepro.com)

5 Types de transducteurs

Le transducteur est la partie indispensable de la technologie puisqu'elle est à l'origine des ondes ultrasons de l'échographe et elle permet de convertir les échos reçus en signaux électriques. Les transducteurs sont d'abord classés comme linéaires ou sectoriels, en fonction de la disposition des cristaux et de la forme du champ d'imagerie produit. Le choix de la sonde se fait donc en fonction de la distance et du degré de précision désirés¹. La sonde linéaire est composée de plusieurs petits cristaux rectangulaires placés côte à côte pour former une seule ligne droite, produisant ainsi une image rectangulaire dont la largeur est similaire à celle de la sonde, dans laquelle les champs proches et lointains sont larges^{8,15}. La sonde sectorielle contient des réseaux curvilignes de cristaux plutôt qu'en ligne droite, qui produisent une image en forme d'éventail avec un champ proche étroit et un champ lointain plus large^{8,15}. L'utilisation de la sonde sectorielle permet de visualiser des structures plus définies et plus profondes que la sonde linéaire.

6 Conclusion

Les appareils disponibles sur le marché pour réaliser les mesures aux ultrasons sur l'animal vivant ont grandement évolué au cours des dernières années. Quoi qu'encore utilisés aujourd'hui par certains techniciens, les appareils non-portables et plus volumineux ont été remplacés au fil du temps par des appareils portables, beaucoup plus légers et fonctionnant avec une connexion sans-fil. Utilisant tous la même technologie des ultrasons, ces appareils se distinguent par leurs spécificités techniques, qui permettent ou non la mesure de différents caractères, leur configuration, leur précision et leur durabilité.

Remerciements

Ce projet a été rendu possible grâce au soutien financier accordé en vertu du Programme de développement sectoriel, Volet 3 - Appui à l'innovation en réponse à des enjeux sectoriels prioritaires, dans le cadre de Cultivons l'avenir 2, une initiative fédérale-provinciale-territoriale et grâce aux partenariats financiers avec le Centre Canadien d'amélioration des porcs et Mopor inc.

Québec 

Canada 

Cultivons l'avenir 2
Une initiative fédérale-provinciale-territoriale



7 Références

1. Daigle, J.P. 2002. Révision de la théorie des ultrasons et applications. [En ligne]. <http://www.cdpq.ca/getattachment/f4f1bff4-2fab-4939-be2b-da8343dc1e5b/Revision-de-la-theorie-des-ultrasons.aspx>
2. Vann, R.C., Parish, J.A. et B.B. Karisch. 2017. Using live animal carcass ultrasound information in beef cattle selection. [En ligne]. <https://extension.msstate.edu/sites/default/files/publications/publications/p2802.pdf>
3. Balaban, R.S. et V.A. Hampshire. 2001. Challenges in Small Animal Non invasive Imaging. ILAR journal, 42(3) : 248-62.
4. Houghton, P.L. et M. Turlington. 1992. Application of Ultrasound for Feeding and Finishing Animals: A Review. Journal of animal science, 70 : 930-941.
5. University of Guelph. Animal Biosciences. S.d. Fat-depth measurement. [En ligne]. <http://www.aps.uoguelph.ca/~swatland/rep242nr.htm>
6. Amin, V. et D. Wilson. 2004. Introduction to Principles of Ultrasound for Scanning Beef Cattle. Présentation PowerPoint.
7. Université de Montpellier. 2013. Les Bases de l'Echographie. [En ligne]. <http://ultrasonographie-vasculaire.edu.umontpellier.fr/files/2013/09/MD-Bases-Echographie-Abr-2013A.pdf>
8. Secret. 2006. Basic Principles of Ultrasonography. [En ligne]. <http://www.vetfolio.com/diagnostics/basic-principles-of-ultrasonography>
9. Topel, D.G. et R. Kauffman. 1988. Live Animal and Carcass Composition Measurement. Dans : Designing Foods: Animal Product Options in the Marketplace. Washington, DC : National Academies Press, p. 258-272.
10. Shields, C. S.d. La physique des ultrasons. [En ligne]. <http://www2.cegep-ste-foy.qc.ca/freesite/fileadmin/users/83/ultrason.ppt>
11. Scholz, A.M., Bünger, L., Kongsro, J., Baulain, U. et A.D. Mitchell. 2015. non-Invasive methods for the determination of body and carcass composition in livestock: dual-energy x-ray absorptiometry, computed tomography, magnetic resonance imaging and ultrasound: invited review. Animal, 9(7) : 1250-1264.
12. Angus Australia. 2016. Collecting live animal ultrasound scanning information. [En ligne]. https://www.angusaustralia.com.au/content/uploads/2016/11/CI_Yearlings-3.pdf
13. Andrews, T. 2015. Live cattle assessment. NSW Department of Primary Industries. Prime Fact. [En ligne]. https://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0008/148355/live-cattle-assessment.pdf
13. Wilson, D.E. 1992. Application of ultrasound for genetic improvement. Journal of animal science, 70 : 973-983.

14. Carr, C., Johnson, D. et M. Shuffitt. Ultrasound and carcass merit of youth market cattle. [En ligne]. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/files/AN/AN27900.pdf>
15. Esaote Pie Medical. 2003. Aquila Vet. Application manual. Version 58B12UA01-200301.
16. Thériault, M. 2005. Utilisation des mesures aux ultrasons pour estimer la composition de la carcasse chez l'agneau lourd. Mémoire de maîtrise. Québec : Université Laval, 164 p.
17. Herring, W.O., Mille, D.C., Bertrand, J.K. et L.L. Benyshek. 1994. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. Journal of animal science, 72 : 2216-2226.
18. Anna Carabús, Marina Gispert and Maria Font-i-Furnols. 2016. Imaging Technologies To Study The Composition Of Live Pigs: A review. Spanish Journal of Agricultural Research, 14(3) : 16 p.
19. Carometec. Piglog 105. Profi table Breeding Management. [En ligne]. http://www.carometec.com/images/zoo/pdf/brochures/Piglog-105_English.pdf
20. Renco Corporation. 2006. Lean-Meater. Instructions for using the series 12. [En ligne]. https://www.pig333.com/3tres3_common/tienda/doc/10_renco_Lean_Meater_Instructions.pdf
21. BFM-1 Back fat meter. Operator's Manual. [En ligne]. http://www.pregchecker.net/wp-content/uploads/2017/05/BFM-Op-Manual-back-fat-meter_en.pdf
22. Maignel, L., Daigle, J.P., Fortier, M.P., Wyss, S. et B. Sullivan. 2013. Prédiction de la teneur en gras intramusculaire dans le jambon de porcs vivants par la technologie aux ultrasons et relation avec le gras intramusculaire dans la longe. Journées de la recherche porcine, 45 : 247-248.
23. Maignel, L., Daigle, J.P., Plourde, N., Gariépy, C. et Sullivan. Utilisation de la technologie des ultrasons pour la prédiction in vivo du pourcentage de gras intramusculaire de la longe. [En ligne]. <http://www.cdpq.ca/getattachment/f89b07d8-7a63-44fd-9d2d-7ec207de4d96/Utilisation-de-la-technologie-des-ultrasons-pour-l.aspx>
24. Aloka echo camera model ssd-500 operator's manual. [En ligne]. http://www.frankshospitalworkshop.com/equipment/documents/ultrasonographs/user_manuals/Aloka_SSD-500_-_User_manual.pdf
25. Varughese, E.E., Brar, P.S. et S.S. Dhindsa. 2013. Uterine blood flow during various stages of pregnancy in dairy buffaloes using transrectal Doppler ultrasonography. Animal Reproduction Science, 140 : 34-39.
26. Mimoune, N., Kaidi, R., Azzouz, M.Y., Zenia, S., Benaissa, M.H. et G. England. 2017. Investigation on diagnosis and metabolic profile of ovarian cysts in dairy cows. Kafkas Univ Vet Fak Derg, 23(4) : 579-586.
27. ECM Echo Control Medical. Exago. [En ligne]. <http://www.ecmscan.com/wp-content/uploads/2014/09/EXAGO-VETO-FRANCAIS-HDEF.pdf>
28. DGF. WED-3000. [En ligne]. <http://www.dgf.ca/DGF/fr/pdf/Depliant%20WED-3000.pdf>

29. WELLD. WED-3000 Full Digital Ultrasound System. [En ligne]. <http://ultrasound-scanner.com/2-3-digital-ultrasonic-diagnostic.html>
30. WELLD. WED-3000. [En ligne]. <http://www.welld.com.cn/en/product/show.php?id=1&sid=3&pid=34>
31. Plourde, N., Daigle, J.P., Rivest, J., Boros, Z. et C. Bazin. 2006. Estimation in vivo par ultrasonographie du pourcentage de gras intramusculaire dans le muscle longissimus dorsi de porc. Québec : CDPQ, 20 p.
32. Importvet. SU-1 Wireless Loin Muscle Scanner's Guider. [En ligne]. <http://www.importvet.com/en/manuales/User%20manual%20SU-1.pdf>
33. SonopTek. SU-2 Wireless Loin Muscle Scanner's Guider.
34. Secrepro. SF-1. Wireless Backfat & Loin Depth Scanner. [En ligne]. <https://secrepro.com/wp-content/uploads/2017/04/SF-1muscle.pdf>
35. Secrepro. Portable Ultrasound. Exapad. [En ligne]. <https://secrepro.com/wp-content/uploads/2017/09/EXAPAD-exapad-.mini-plaquette-veto-secrepro.pdf>



Centre de développement du porc du Québec inc.
Place de la Cité, tour Belle Cour
2590, boulevard Laurier, bureau 450
Québec (Québec) G1V 4M6
☎ 418 650-1626

cdpq@cdpq.ca



@cdpqinc

