

Mesures morphologiques et description linéaire via imagerie 3D chez le bovin à l'engrais : quelles perspectives ?

Mathilde CHAIZE^{1,2}, Yannick LE COZLER¹, Sylvain LERCHÉ, Isabelle MOREL² et Caroline XAVIER^{1,2}* – Un dispositif d'imagerie 3D, actuellement en phase de test chez Agroscope à Posieux, permet de réaliser des mesures sur les animaux sans les toucher.

De nouvelles technologies se développent pour l'acquisition et la valorisation de données phénotypiques telles que les mesures morphologiques (hauteur au garrot, largeur des hanches...) et la description linéaire (qualité du rebondi de culotte, de l'épaule...). Parmi ces technologies, l'imagerie en trois dimensions (3D) permet d'obtenir une image d'un animal reconstruit en 3D (cf. l'article de XAVIER et al., *la vache mère*, 1|21, p.51-53). S'effectuant à distance des animaux, cette technologie a l'ambition de réduire les risques tant pour les éleveurs et techniciens qui manipulent les animaux, que pour les animaux eux-mêmes. C'est une méthode peu coûteuse, précise et non-subjective. Certains dispositifs d'imagerie 3D permettent déjà de réaliser les mensurations, de suivre l'évolution de la note d'état corporel ou encore d'estimer le poids vif de vaches laitières. Appliquée aux taurillons à l'engrais, une telle méthode permettrait aussi d'approcher les compositions corporelle et de la carcasse, et d'ainsi déterminer le moment idéal de départ à l'abattoir. À l'heure actuelle, cette technologie existe sous la forme d'un prototype utilisé pour la recherche, et nécessitera probablement encore quelques adaptations avant d'être commercialisée et utilisée en élevage. Les premiers résultats de ce prototype ouvrent néanmoins de nombreuses perspectives.

Mesurer des phénotypes classiques et inédits sur des taurillons croisés via l'imagerie 3D

Dans le cadre du projet CompoMeat3D (Cf. encart 1), les notes de description linéaire attribuées par un expert de Vache mère Suisse ont été comparées à



Figure 1 : L'imagerie 3D révèle qu'à même poids vif, les jeunes bovins croisés Limousin présentent un plus grand format que les croisés Angus. (Photos : Agroscope)

* (1) PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590 Saint Gilles, France, (2) Agroscope, Groupe de recherche Ruminants, 1725 Posieux, Suisse

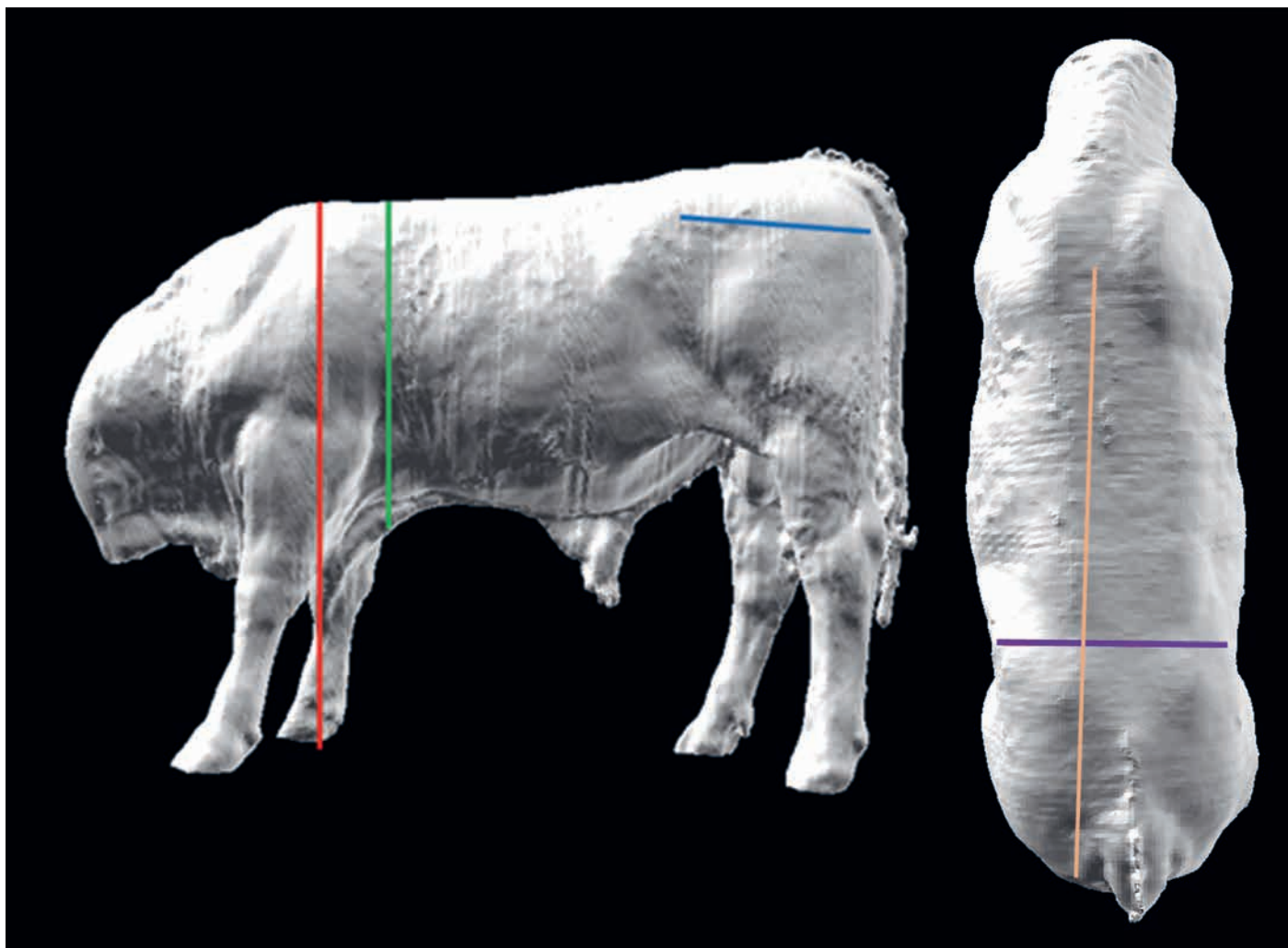


Figure 2 : Localisation des principales mesures effectuées sur les images 3D (longueur totale en orange ; largeur aux hanches en violet ; hauteur au garrot en rouge ; profondeur de poitrine en vert ; longueur du bassin en bleu foncé)

celles déterminées sur des images 3D via les outils développés et utilisés par une personne autre que l'expert. Au total, 43 taurillons issus de mères de race Brune et de pères de races Limousine (24) ou Angus (19) (figure 1) ont été élevés avec une ration correspondant aux régions de collines (projet RegioBeef (Encart 1)). Ces animaux ont été pesés avant le départ à l'abattoir (poids vif de 518 kg plus ou moins 8 kg) et après abattage (poids de carcasse de 286 kg plus ou moins 11 kg). L'expert a effectué quelques-unes des mesures morphologiques habituelles avant le départ à l'abattoir et a évalué la musculature des animaux, par notations visuelles et palpations. Sur chaque image 3D de taurillon obtenue via le portique Morpho3D (Figure 5), 28 mesures ont été effectuées dont la hauteur au garrot, la profondeur de poitrine, la longueur du bassin, la longueur totale ou encore

la largeur aux hanches. D'autres mesures inédites telles que la longueur diagonale entre la pointe de l'épaule et la pointe de la fesse, ou encore les volumes et surfaces des bovins ont aussi été réalisées. Ces mesures ont ensuite été comparées à celles obtenues par l'expert (figure 2).

Un dispositif précis pour réaliser des mesures qui diffèrent cependant de celles effectuées par l'expert

Dans un premier temps, la précision des mesures effectuées sur les images 3D (répétabilité), ainsi que leur indépendance vis-à-vis de l'opérateur et de la position de l'animal (reproductibilité) ont été vérifiées. Pour toutes les mesures réalisées, les erreurs de mesures sont faibles et les

coefficients de variation sont inférieurs à 3 % pour la quasi-totalité des mesures, ce qui a permis de valider les critères de répétabilité et reproductibilité des mesures. Cela signifie que quelles que soient la position de l'animal ou la personne effectuant les mesures sur les images 3D, ces mesures sont qualifiées d'identiques, avec une erreur acceptable.

Les mesures de morphologie effectuées par l'expert ont été confrontées aux mesures réalisées sur les images 3D. La comparaison des données de hauteur au garrot a montré une relation prometteuse (coefficient de corrélation de 0,81 ; figure 3). Les mesures de largeur aux hanches, profondeur de poitrine, longueur du bassin et longueur totale ont également été mises en relation avec les mesures effectuées sur



Figure 4 : Illustration des différentes positions auxquelles ont été prises les largeurs aux hanches (en violet : position correspondant aux pointes des hanches, là où ont été prises les mesures de largeur des hanches sur toutes les images 3D ; en rouge : positions auxquelles ont été réalisées des mesures de largeur des hanches complémentaires pour approcher au mieux la position à laquelle l'expert a effectué sa mesure)

les images 3D, avec un succès moindre. Mais à ce jour, les mesures effectuées sur les images 3D ne sont toutefois pas réalisées de la même façon que par l'expert. Par exemple, la mesure de la largeur aux hanches est effectuée sur les pointes des hanches des bovins sur les images 3D, tandis que l'expert prend la mesure au milieu de la hanche. On observe notamment une réduction de l'écart entre les mesures de largeur aux hanches effectuées sur les images 3D et celles réalisées par l'expert lorsque l'on

réduit la hauteur à laquelle est prise cette mesure sur les images 3D (figure 4). Les possibilités d'amélioration, d'évolution ou de détermination de nouveaux indicateurs de référence doivent donc encore être étudiées.

L'étude a aussi montré qu'il existait des différences dues à la race des taurillons pour des mesures classiques telles que la hauteur au garrot ou la largeur aux hanches, mais également sur de nouveaux phénotypes tels que le volume ou la surface des bovins mesurés à partir des épaules. Ces différences observées sur les mesures effectuées sur les images 3D entre les animaux issus de père Limousin et Angus n'ont cependant pas été observées sur les mesures réalisées par l'expert, mise à part pour la hauteur au garrot (figure 5). Cela illustre la grande précision de l'outil d'imagerie 3D qui permet de mettre en évidence de faibles écarts, difficilement perceptibles par ailleurs.

Des mesures visuelles et par palpation difficiles à mettre en relation avec des mesures linéaires métriques

La musculature des taurillons a été évaluée par l'expert à partir de 5 critères (condition, musculature au niveau des reins (notes palpées), musculature sur l'omoplate, arrondi de culotte et longueur de culotte (notes visuelles)). Comme précédemment, ces observations ont été comparées aux mesures effectuées sur les images 3D. Sur ces dernières, des mesures métriques les plus proches de celles effectuées par l'expert (des mesures d'épaisseur et de largeur autour des épaules pour la note de musculature par exemple) ont été réalisées. Les relations obtenues demeurent à ce jour trop imprécises. Les données complémentaires du projet ainsi que le développement de nouveaux outils de mesure sur les images 3D (permettant

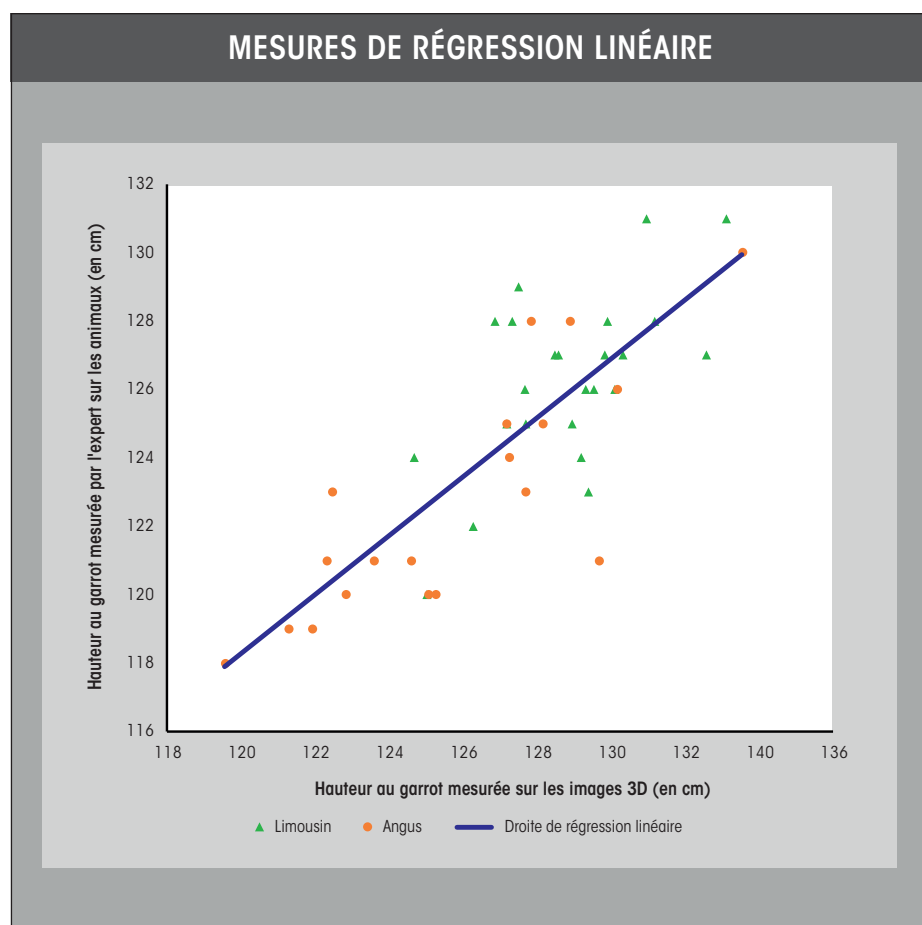


Figure 3 : Les mesures de hauteur au garrot réalisées sur les images 3D ou directement sur l'animal sont au final très proches. (Sources : Agroscope)

de mesurer des courbures par exemple) permettront d'affiner les résultats. De plus, la faible variabilité des mesures (à peine 15 cm pour la hauteur au garrot par exemple) due à l'homogénéité des taurillons de l'étude, explique aussi en grande partie les résultats présentés.

Pour conclure, le travail autour de la description linéaire par imagerie 3D appliquée aux bovins à l'engrais débute seulement et n'est pas encore abouti, mais les résultats de répétabilité et reproductibilité des mesures et d'estimation de la hauteur au garrot sont

encourageants pour la suite, à l'image de ce qui a été obtenu chez les animaux laitiers. La multiplication du nombre de données et l'utilisation d'outils tels que la détermination automatisée des zones de mesures d'intérêt et/ou d'algorithmes autonomes de mesure pouvant s'améliorer avec l'accroissement du nombre de données (Machine Learning) ouvrent de nouvelles perspectives. L'imagerie 3D pourrait ainsi servir d'outil d'appui aux experts, permettant l'inclusion de nouveaux critères de description, linéaires ou non, des animaux dans le futur.

Le travail de prise de mensurations via imagerie 3D pour déterminer la composition corporelle et de la carcasse des bovins en croissance continue au sein du projet CompoMeat3D (Encart 1), avec une augmentation de l'effectif et de la variabilité des individus mesurés.

Les auteurs remercient Ueli Röthlisberger et l'association Vache mère Suisse pour leur soutien lors de la réalisation de la description linéaire des taurillons.



Le dispositif expérimental destiné à capturer en trois dimensions des grands ruminants est présent sur le site d'Agroscope Posieux. (Photo : Agroscope)

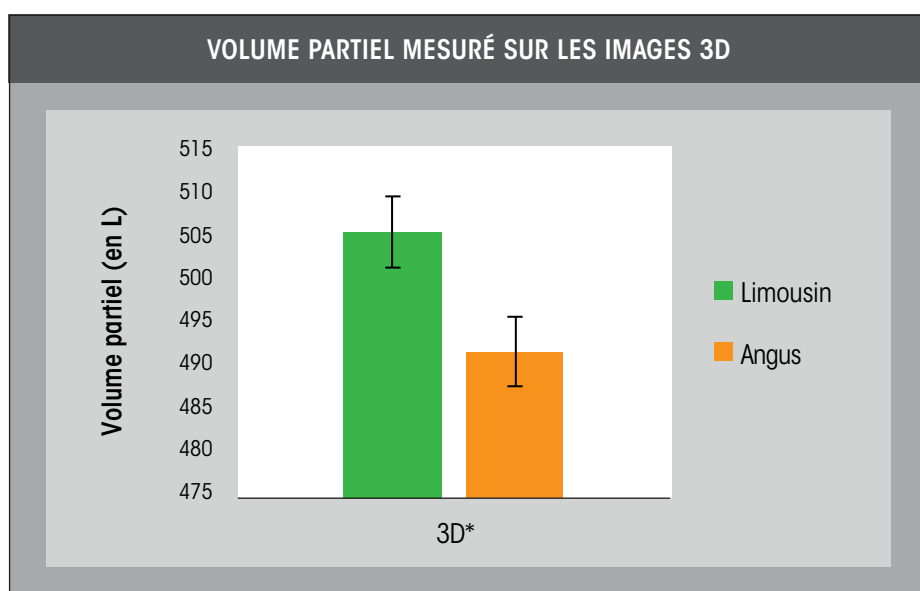
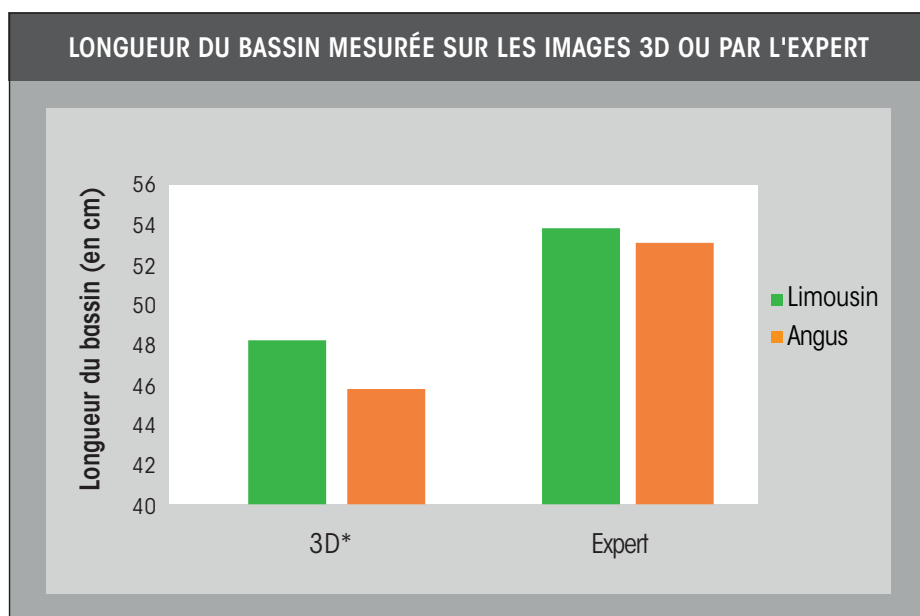
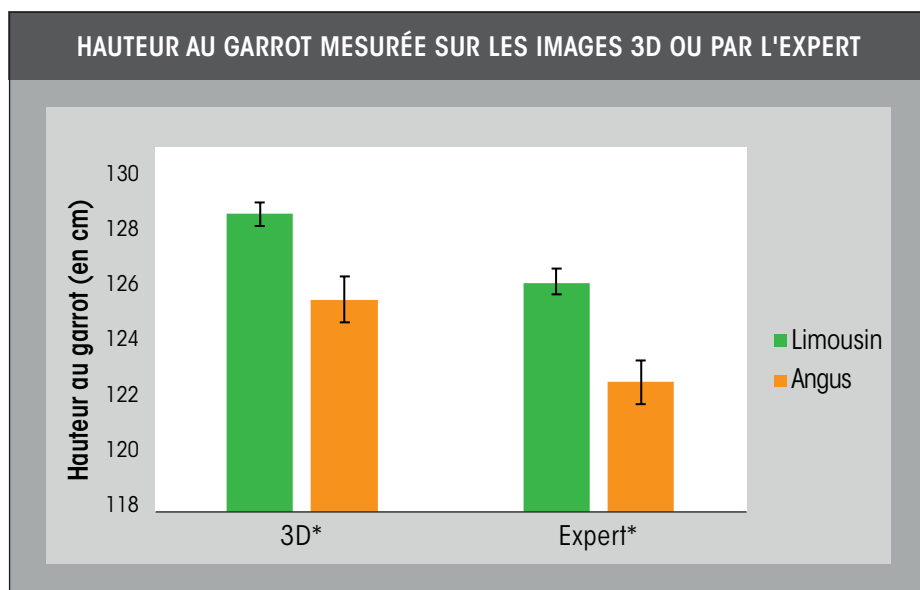


Figure 5 : Histogrammes présentant la différence entre les croisements sur les mesures métriques (hauteur au garrot et longueur du bassin) effectuées d'une part par l'expert sur les animaux et d'autre part sur les images 3D, et sur le volume partiel des taurillons (obtenu par traitement des images 3D). Une méthode de mesure pour laquelle un effet race est observable avec une probabilité critique inférieure à 0,05 est indiquée par une *.

Encart 1 : Scanner en trois dimensions des taurillons à l'engrais pour estimer leurs compositions

Le projet CompoMeat3D vise à estimer par imagerie les compositions chimiques corporelle et de la carcasse des carcasses de bovins à l'engrais, élevés dans le cadre du projet RegioBeef (soutenu financièrement par Vache mère Suisse, Braunvieh Schweiz, Proviande, Swissgenetics, Swissherdbook). L'imagerie en trois dimensions via l'utilisation du portique Morpho3D a été choisie pour ses avantages : c'est une méthode non-invasive, objective, peu coûteuse et peu chronophage. Ce dispositif expérimental destiné à capturer en trois dimensions des grands ruminants est présent sur le site d'Agroscope Posieux depuis novembre 2019. Le projet CompoMeat3D est mené dans le cadre d'une collaboration entre Agroscope, l'Institut Agro (Rennes, France), l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement (INRAE, France) et la Haute École d'Ingénierie et de Gestion du canton de Vaud (HEIG-Vd). Il bénéficie du soutien financier de l'Institut Agro et du département « Physiologie animale et systèmes d'élevage » de l'INRAE (bourse doctorale de C. Xavier), ainsi que du programme Hubert Curien Germaine de Staël (n° 2021-20). ■