

L'IDENTIFICATION ELECTRONIQUE PAR IMPLANT SOUS-CUTANE CHEZ LES PALMIPÈDES : BILAN ET PERSPECTIVES DE PHENOTYPAGE EMBARQUE

Cobo Emilie¹, Gouraud Pascal², Lagüe Michel², Bernadet Marie-Dominique², Martin Xavier², Gilbert Hélène¹, Knudsen Christelle¹, Fernandez Xavier¹, Bompa Jean-François¹, Ricard Edmond¹

¹*GenPhySE, Université de Toulouse, INRA, INP, ENVT - Chemin de Borde Rouge BP 52 627
- 31 326 CASTANET-TOLOSAN Cedex,*

²*INRA UE PFG - 1076, route de Haut-Mauco - 40 280 BENQUET
emilie.cobo@inra.fr*

RÉSUMÉ

Le premier objectif de l'étude était d'établir une procédure unique d'identification électronique en sous-cutané chez les palmipèdes. Des implants ont été posés au niveau de la partie haute du cou chez 81 canards et du sillon frontal chez 68 oies. Chez le canard, dix implants ont été perdus au cours de l'essai et aucun chez l'oie. Sur les 145 implants retrouvés après dissection des animaux, 100 % ont été lus et étaient encore fonctionnels. Aucune migration des implants n'a été observée chez les oies et chez les canards Pékin, alors que chez les canards de Barbarie, 29,3 % des implants ont migré sur la partie basse du cou ($P < 0,001$). Le deuxième objectif était de collecter automatiquement des mesures de température corporelle grâce à l'identification électronique. Ainsi, des implants commerciaux mesurant la température ont été comparés à d'autres méthodes de mesure. Comparée à la température cloacale (référence), la température infrarouge mesurée à l'oreille est inférieure en moyenne de 2,3 °C, et la température infrarouge au niveau du flanc est plus proche de la température cloacale (- 0,1 °C), bien que plus variable. Les températures mesurées par gélule sont proches de la température cloacale de référence (en moyenne - 0,6 °C). La gélule s'est révélée trop fragile puisque sur les 15 gélules posées, une seule a poursuivi ses enregistrements jusqu'à la fin de l'essai. Les températures mesurées par implant sont inférieures à la température corporelle de référence (- 1,4 °C en moyenne) car du fait de son emplacement sous les tissus périphériques, l'implant mesure une température de surface. La pose d'un implant de grande taille en sous-cutané au niveau du cou permet à la fois d'établir une procédure unique d'identification chez les palmipèdes (testée chez l'oie) et à la fois la mesure automatisée et répétée de la température des animaux.

ABSTRACT

Electronic identification by subcutaneous implant in waterfowl: assessment and perspectives for on-board phenotyping

The first objective of the study was to establish a unique subcutaneous electronic identification procedure for palmipeds. Implants were positioned at the top of the neck in 81 ducks and in the frontal furrow in 68 geese. In ducks, ten implants were lost during the test and non in geese. Of the 145 implants found after dissection, 100% were read and still functional. No implant migration was observed in geese and Peking ducks whereas 29.3% of implants migrated to the lower part of the neck in Muscovy ducks ($P < 0.001$). The second objective was to automatically collect body temperature measurements thanks to electronic identification. Commercial implants measuring temperature were compared to other existing methods. Compared to the cloacal temperature (reference), the infrared temperature measured at the ear was on average 2.3°C lower and the infrared temperature at the flank was closer to the cloacal temperature (- 0.1°C) although more variable. The temperatures measured with the capsule were close to the reference cloacal temperature (on average, - 0.6°C). The capsule proved too fragile as only one of the 15 capsules positioned continued to record until the end of the test. The temperatures measured with the implant were lower than the reference body temperature (- 1.4°C on average) because the implant measures a surface temperature, due to its location under the peripheral tissues. The placement of a large subcutaneous implant in the neck area would allow both a unique identification procedure in waterfowl (tested on geese) and both automated and repeated measurement of temperature in animals.

INTRODUCTION

Utilisée en routine chez certaines espèces d'élevage, l'identification électronique est une étape préliminaire indispensable à la collecte automatique de phénotypes individuels à haut débit. Dans ce contexte d'élevage de précision, l'INRA a mis au point un système d'identification électronique externe chez le canard (Basso et al., 2008). Bien que ce dispositif soit fiable, conciliable avec le bien-être animal et avec peu de perte et de dysfonctionnement, il peut difficilement être appliqué aux oies à cause de leur comportement de picage. Ainsi, le premier objectif de l'étude était de définir une procédure unique d'identification électronique par implant sous-cutané commune aux deux espèces de palmipèdes (canard et oie) pour le développement d'outils de phénotypage à haut débit. Grâce à cette procédure établie, le deuxième objectif de l'étude visait à mesurer individuellement et automatiquement la température sous-cutanée d'oies. Pour valider cette mesure, elle a été comparée à la température cloacale de référence et à deux autres équipements commerciaux : le thermomètre par infrarouge et la gélule ingérée.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Animaux et matériel de mesure

En 2017, deux lots d'animaux, l'un de 40 canards mâles Pékin (Grimaud M15) et l'autre de 41 canards mâles de Barbarie (Grimaud R71M), ont été conduits simultanément. Soixante-huit oies mâles Maxipalm ont été élevées ultérieurement cette même année dans un autre bâtiment. Au total, 149 palmipèdes ont été élevés au DAC (Distributeur Automatique de Concentrés ; Cobo et al., 2017) sur l'UEPFG (Unité Expérimentale des Palmipèdes à Foie Gras). Trois tailles d'implants (Allflex) ont été testées, pour que cette procédure d'identification, qui doit être précoce dans la vie de l'animal, tienne compte de la différence de gabarit entre les deux palmipèdes. Ainsi, les canetons, de plus petits formats, ont été équipés avec les trois tailles d'implant alors que les oisons pouvaient être identifiés par des implants de grande taille. La distribution des implants en fonction de leur taille et de l'espèce est présentée dans le tableau 1. L'identification étant réalisée dès le plus jeune âge, les implants ont été posés à 10, 15 et 18 jours d'âge chez les oies, les canards Pékin et les canards de Barbarie, respectivement. Ils ont été placés à l'aide d'un trocart, au niveau du sillon frontal des oisons et de la partie haute du cou des canetons (face dorsale), le gabarit des canards ne permettant pas une pose sur la tête.

Suite aux résultats fructueux de l'insertion des implants, l'acquisition de cinétiques de la température individuelle automatisée, associée aux implants, a été testée. En 2018, 15 oisons de type Maxipalm ont été

élevés à cet effet. Quatre outils de mesure de la température ont été comparés :

- Thermomètre à prise cloacale (Spengler, Tempo Max) ayant une précision de $\pm 0,1$ °C et une étendue de température de 32,2 à 42,9 °C (mesure de référence) ;
- Thermomètre infrarouge (New Test Evoluscan) ayant une précision de $\pm 0,2$ °C entre 36 et 39 °C, résolution à 0,1 °C et étendue de 34 à 42,2 °C (deux sites de mesure : l'oreille et une petite partie de flanc déplumée) ;
- Implant (Allflex) de grande taille ayant une précision de $\pm 0,1$ °C ;
- Gélule (Anipill V2, Ø 8,9 mm - L 17,7 mm - poids 1,7 g) ayant une précision de $\pm 0,2$ °C ou $\pm 0,1$ °C dans l'intervalle 25 - 45 °C avec une fréquence de mesure réglée à 5 min.

1.2. Conduite d'élevage et logement

Dans le cadre de l'essai visant à tester la tenue et la solidité d'implants de différentes tailles, les canards ont été conduits selon le protocole d'élevage dédié au DAC (Cobo et al., 2017). Les animaux ont ensuite été soumis à une restriction alimentaire à partir de la 9^{ème} semaine d'élevage avec un aliment à base de luzerne (Page Finition INRA Luzerne) jusqu'à leur abattage à 106 jours d'âge pour les canards Pékin et 109 jours d'âge pour les canards de Barbarie. Les oies ont été élevées selon le protocole d'élevage favorisant l'hyperphagie (Bonnefont et al., 2015) jusqu'à leur abattage à 220 jours d'âge. Les canards Pékin et de Barbarie ont porté les implants 91 jours, contre 210 jours pour les oies. Au cours de l'essai, les pertes d'implants, détectées par l'absence de visites enregistrées au DAC, ont été relevées et de nouveaux implants de grande taille ont été posés, quelle que soit la taille de l'implant initial. A l'abattoir, la présence de l'implant sur chaque individu a été contrôlée à l'aide d'un lecteur électronique avant et après passage dans la plumeuse.

Dans le cadre de l'essai ayant pour objectif de comparer plusieurs outils de mesure de la température, les 15 oies ont été élevées au DAC jusqu'à 71 jours d'âge selon un protocole d'élevage similaire à celui dédié aux canards élevés au DAC (Cobo et al., 2017). A partir de 43 jours d'âge, le gritt est proposé *ad libitum* dans l'objectif de simuler l'ingestion naturelle de petits cailloux, ces derniers étant nécessaires au bon fonctionnement du gésier. Dès 50 jours d'âge, les animaux sont soumis à une restriction alimentaire quantitative pour les inciter à consommer du gritt, puis l'alimentation a été relâchée à volonté. L'essai précédent ayant montré une migration limitée des implants posés au niveau du cou, les implants mesurant la température ont été placés sur le cou des oies. La pose à cet emplacement est moins délicate qu'au niveau du sillon frontal. A 24 jours d'âge, chaque animal a donc été équipé d'un implant de grande taille posé en sous-cutané au niveau de la face dorsale du cou, et d'une gélule introduite

dans le gésier. A 71 jours d'âge, tous les animaux ont été abattus et disséqués en fin de chaîne d'abattage sur le site de l'UEPFG, de façon à évaluer la tenue et la solidité de l'implant et de la gélule.

1.3. Caractères enregistrés

Lors de l'essai de mise en place de l'identification électronique en sous-cutané (canard et oie), la perte d'implants au cours de l'essai, la lecture de l'implant avant et après passage dans la plumeuse et la position de l'implant en fin de chaîne d'abattage ont été relevées.

Au cours de l'essai relatif à la prise de température, les températures cloacales et infrarouge, nécessitant de manipuler les animaux, ont été collectées quotidiennement en début d'après-midi de 29 à 46 jours d'âge (hors week-end), soit sur 14 jours de mesure pour la température cloacale et seulement 13 jours avec le thermomètre infrarouge à cause d'un dysfonctionnement de ce dernier lors d'une journée de mesure. En parallèle, les mesures de température par l'implant et la gélule ont été relevées pendant 47 jours, de 24 à 71 jours d'âge. La température enregistrée par l'implant est récupérée par le logiciel du DAC à chaque visite de l'animal. Le panneau de lecture du DAC relève la mesure de température en même temps que le numéro d'identification de l'animal, ces deux informations étant enregistrées par le logiciel du DAC. La température mesurée par la gélule, quant à elle, est récupérée par un moniteur placé au-dessus des abreuvoirs pour limiter les interférences avec le métal. Ces deux systèmes permettent un relevé continu de la température, les animaux ayant accès librement à l'eau et à la nourriture. Pendant la phase de rationnement, les individus peuvent entrer dans le DAC toute la journée sans avoir accès à la mangeoire.

1.4. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées sous SAS (Statistical Analysis System, 2008). Les facteurs affectant les enregistrements des implants (type génétique, taille, lecture et position de l'implant) ont été testés un par un avec des tests d'indépendance du Chi-deux. Les coefficients de corrélation ont également été calculés entre les relevés des différentes méthodes de mesure (proc Corr).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Maintien et lecture des implants

Le stade de développement de l'animal est un facteur déterminant du maintien en place de l'implant. Au cours de l'essai, seuls six implants de grande taille (soit 13,9 %) ont dû être remplacés : trois sur canards Pékin et trois autres sur canards de Barbarie. Cinq de

ces six implants ont été perdus dans les jours 11 et 19 suivant la pose de l'implant. Cette perte peut être liée à une cicatrisation plus lente chez ces individus ou à la profondeur de la pose. Le sixième implant a été perdu 74 jours après sa pose, il pourrait s'agir d'un rejet. Les implants de moyenne et petite taille qui ont équipé uniquement les canards sont restés en place. En fin d'essai, au moment de l'abattage, seuls quatre implants n'ont pas été retrouvés après plumaison, alors que tous les implants avaient été lus en début de chaîne d'abattage. Sur ces quatre implants, trois étaient de grande taille et un de petite taille, répartis équitablement entre les deux types de canard. Ces pertes pourraient s'expliquer par une migration des implants vers les lésions provoquées lors de l'acte de saignée (section des carotides). Au cours des 31 semaines d'élevage, aucune oie n'a dû être ré-identifiée et 100 % des implants de grande taille posés au niveau du sillon frontal à 10 jours d'âge ont été retrouvés en fin de chaîne d'abattage. Parmi les 145 implants retrouvés, la totalité des implants sont restés fonctionnels et non altérés.

2.2. Position de l'implant

La position de l'implant en fin de vie de l'animal par rapport à son lieu de pose a été relevée. Chez les oies, l'implant posé au niveau du sillon frontal n'a pas migré, bloqué dans le creux du sillon entre les deux crêtes osseuses frontales. Chez les canards, la place disponible au niveau du cou était plus importante pour permettre une migration de l'implant. Ce dernier, posé en haut du cou (première moitié), a migré vers le bas du cou pour 13,7 % des implants posés. Sur ces dix implants ayant migré, neuf étaient de grande taille. La taille de l'implant a ainsi un impact sur la position de l'implant sur le cou (haut ou bas) à la dissection ($P = 0,02$). Le type génétique des canards a également un effet significatif sur cette position ($P < 0,001$), les migrations d'implants ne concernant que les canards de Barbarie avec 29,3 % des implants retrouvés en bas du cou. La pose au niveau du cou étant plus rapide et moins risquée pour l'animal (pas d'organes fragiles autour du point d'insertion), cette procédure, validée depuis chez l'oie, semble adaptée à l'identification des palmipèdes. Majoritairement utilisé chez les autres espèces et étant disponible en mode écriture, l'implant de grande taille permet de limiter les coûts.

2.3. Comparaison des trois équipements de mesure de la température

Les implants ont mesuré des températures tout au long de l'essai alors que les gélules se sont rapidement arrêtées de fonctionner (Figure 1). Pendant les mesures manuelles de 29 à 46 jours d'âge, les gélules ont cessé de mesurer des températures les unes après les autres, seules quatre gélules ayant émis sur toute la période des mesures manuelles. Ensuite, trois gélules ont rapidement arrêté de fonctionner, seule une gélule

a émis jusqu'à la fin de l'essai. En résumé, 14 gélules ne fonctionnaient plus 28 jours après leur pose. Les résultats obtenus avec les trois systèmes de mesure (thermomètre infrarouge, gélule et implant) ont été comparés aux températures cloacales (TC) considérées comme température de référence (Tableau 2). Pour cette comparaison, seules les températures relevées par la gélule et l'implant au moment des mesures manuelles ont été prises en compte. La température infrarouge mesurée au niveau du flanc (TIRF) est la température la plus proche de la TC (- 0,1 °C en moyenne). Par contre, la TIRF est plus variable, avec un CV égal à 2,03 %, à cause de la présence de veines et de la repousse de la plume (vs. $CV_{TC} = 0,80 \%$). Du fait de la nécessité de désimplumer une zone du flanc, cette méthode est invasive. La température infrarouge relevée à l'oreille (TIRO) est plus faible que la TC de 2,3 °C, avec une variabilité près de trois fois supérieure. L'oreille des palmipèdes n'est pas un site de mesure adapté du fait de sa surface hétérogène. Les températures relevées par l'implant (TI) et la gélule (TG) sont inférieures à la TC de 1,4 °C et 0,6 °C, respectivement. Les variabilités des données issues de ces deux technologies sont sensiblement les mêmes ($CV_{TI} = 1,02 \%$ et $CV_{TG} = 1,00 \%$) et légèrement supérieures à celle de la TC ($CV_{TC} = 0,80 \%$).

L'évolution de la température moyenne journalière des oies entre 29 et 46 jours d'âge enregistrée avec les différentes technologies est illustrée sur la figure 2A. La TIRO est en dessous de la courbe de référence de la TC. La courbe TIRF est proche de celle de la TC, avec des fluctuations journalières plus marquées. Les courbes de températures moyennes journalières de l'implant et de la gélule se détachent de la courbe de la température journalière cloacale. La courbe de la gélule est plus proche de la courbe de référence (TC) que la courbe de l'implant. Cette différence entre implant et gélule peut s'expliquer par le lieu de pose des capteurs, l'un étant posé dans le gésier (dans le corps de l'animal) et l'autre en sous-cutané, c'est à dire plus en périphérie et mesurant ainsi une température de surface. Les corrélations calculées entre les cinq méthodes (Tableau 3) montrent une

relation linéaire positive faible entre TC-TIRF ($r = 0,31$).

2.5. La température des oies au cours d'une journée

Seules les TI et TG ont été relevées tout au long de la journée du fait de leur automatisation. La courbe de température moyenne du lot d'oies toutes les heures au cours d'une journée a été tracée en figure 2B. En moyenne, la température mesurée par l'implant et la gélule est de 39,3 +/- 0,4 °C et 40,1 +/- 0,3 °C, respectivement. La température corporelle des oies est estimée à 40,6 °C (De Bidima, 2014). Dans le cadre de notre essai, l'implant mesure une température de surface du fait de son positionnement sous les tissus périphériques. Sur la figure 2B, une fluctuation de la température relevée par la gélule sur la période diurne est observable. Cette variation est probablement liée à l'activité alimentaire, la période nocturne étant moins propice à l'alimentation (Cobo et al., 2019). Contrairement aux implants, les gélules se sont rapidement arrêtées de fonctionner. A partir de 52 jours d'âge, une seule gélule a continué d'émettre des températures. Seul l'implant permet donc de réaliser une cinétique de la température des animaux, la gélule étant rapidement détruite dans le gésier au cours de la croissance des oies.

CONCLUSION

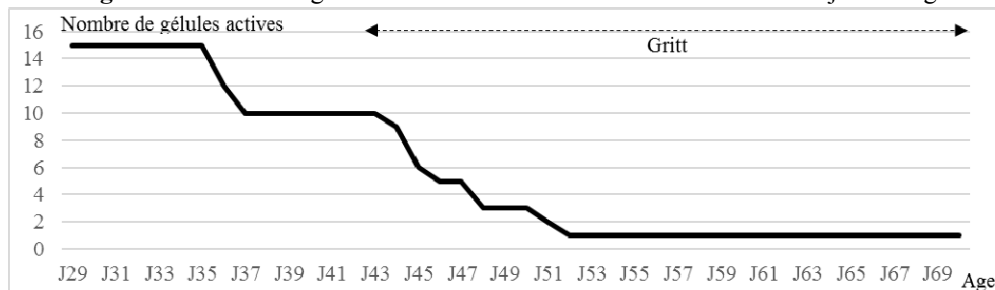
L'identification électronique sous-cutanée par implant de grande taille posé au niveau du cou pourrait être une procédure unique d'identification des canards et des oies. Parmi les différentes méthodes de mesure de la température, les mesures par infrarouge au niveau de l'oreille ne conviennent pas pour les palmipèdes. *A contrario*, au niveau du flanc, la mesure par infrarouge est satisfaisante, mais elle n'est pas automatisée. Grâce à l'implant, l'accès à la température de surface mesurable de façon répétée est possible, alors que les enregistrements de la température par la gélule s'arrêtent rapidement au cours de la vie de l'animal.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Basso B., Ricard E., Dubos F., Bernadet M.-D., Ruinault M., Sellier N., Gourichon D., Arhainx J., 2008. In : 8èmes Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras, Arcachon, France. p. 189-192.
- Bonnefont C., de Leotoing d'Anjony H., Guy G., Laverze J.-B., Brachet M., Fortun-Lamothe L., Fernandez X., 2015. In : 11èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, France. p. 1077-1081.
- Cobo E., Lagüe M., Cornuez A., Bernadet M.-D., Martin X., Ricard E., Gilbert H., 2017. In : 12èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, France. p. 752-756.
- Cobo E., Gouraud P., Lagüe M., Andrieux C., Bernadet M.-D., Martin X., Bompa J.-F., Ricard E., Gilbert H., Knudsen C., Fernandez X., 2019. In : 12èmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours, France.
- De Bidima I.M., 2014. Collection Pro Agro. 25 pages.

Tableau 1. Taille et répartition des implants en fonction de l'espèce de palmipèdes.

	Pékin	Barbarie	Oie
Implant de grande taille Ø 3 mm et L 13 mm	21	22	68
Implant de taille moyenne Ø 2,1 mm et L 12 mm	10	9	-
Implant de petite taille Ø 1,4 mm et L 8 mm	9	10	-

Figure 1. Nombre de gélules actives au cours de l'essai entre 29 et 70 jours d'âge.**Tableau 2.** Température mesurée par les cinq méthodes entre 13 h et 15 h de 29 à 46 jours d'âge soit 14 jours d'enregistrements sauf pour les températures infrarouge (13 jours d'enregistrements).

	Unité	Température cloacale	Température infrarouge flanc	Température infrarouge oreille	Température implant	Température gélule
Moyenne	°C	40,8	40,9	38,5	39,4	40,2
Ecart-type	°C	0,3	0,8	0,9	0,4	0,4
Minimum	°C	38,8	37,3	35,3	38,1	37,4
Maximum	°C	41,8	42,2	41,0	41,2	42,1

Tableau 3. Coefficients de corrélation calculés entre les cinq méthodes de prise de température relevée entre 13 h et 15 h sur 15 oies de 29 à 46 jours d'âge.

	Infrarouge flanc	Infrarouge oreille	Cloaque	Implant	Gélule	Nombre de mesures
Infrarouge flanc		0,02	0,31	0,11	-0,04	195
Infrarouge oreille			0,06	-0,02	-0,08	195
Cloaque				0,15	-0,04	210
Implant					-0,12	199
Gélule						153*

*Le nombre d'enregistrements de la gélule dépend du nombre de gélules actives sur la période de mesure.

Figure 2. Evolution de la température moyenne journalière des 15 oies entre 13 h et 15 h de 29 et 46 jours d'âge selon la méthode de mesure (A) et de la température moyenne par heure au cours de la journée des deux méthodes de mesure automatisées entre 29 et 70 jours d'âge (B).