

Trois outils de test des choix et des motivations alimentaires chez le porc

*Eric Bobillier*¹

Résumé : *Cet article décrit 3 outils de test des choix et des motivations alimentaires chez le porc que l'auteur a mis au point à l'unité Systèmes d'élevage, nutrition animale et humaine (SENAH) du centre Inra de Rennes ; l'auteur s'est principalement attaché à en présenter l'aspect fonctionnel. Il a présenté ces outils lors des journées de la mesure et de la métrologie 2008, le lecteur pourra trouver en annexe et en fichier.zip le diaporama illustrant le discours de cette présentation ainsi qu'une vidéo montrant le dispositif.*

Mots clés : Porc, Alimentation, Motivation, Automate, LabVIEW®

Introduction

La motivation alimentaire reste un élément majeur de la compréhension des relations entre performances zootechniques, bien-être et santé que se soit pour des finalités animales (Phase) ou Humaines (AlimH). L'automatisation de la distribution et l'enregistrement de certains paramètres s'avèrent indispensable lors d'études pouvant durer d'une journée à plusieurs mois. Pour des études réalisées sur le porc en vue d'évaluer sa motivation alimentaire à l'unité *Systèmes d'élevage, nutrition animale et humaine* (SENAH) du centre Inra de Rennes, j'ai conçu et fabriqué trois outils : pour tester les choix alimentaires (Outils 1 et 3) ou les quantités ingérées (Outil 2). Ici, je me concentrerai sur une présentation fonctionnelle de ces 3 outils et je vous invite à me contacter si vous souhaitez avoir des éclaircissements sur leurs aspects techniques.

En complément de cet article le lecteur trouvera un diaporama illustrant la présentation faite aux journées de la mesure et de la métrologie (J2M) 2008 ainsi qu'une vidéo montrant le dispositif.

1. Outil de test des choix alimentaires chez la truie avant et après la mise bas (PHASE)

1.1 La justification scientifique

Le but de cette étude est de comprendre le comportement alimentaire de truies reproductrices en situation de choix. En pratique, la truie reçoit un aliment de gestation avant la mise bas et de lactation après. Mais quels sont ces choix lorsqu'elle est en présence de deux aliments ? Par ailleurs il semble intéressant de comprendre comment la truie organise sa prise alimentaire à l'échelle de la journée et qu'elle est sa motivation en regard de la nature de l'aliment.

¹ UMR1079 Systèmes d'élevage, nutrition animale et humaine SENAH INRA-Agrocampus Rennes F-35590 Saint Gilles
☎ 02 23 48 50 76 ✉ Eric.Bobillier@rennes.inra.fr

1.2 Fonctionnalités

Pour répondre à cette demande j'ai développé un dispositif (**figure 1**) de mesure du choix. Concrètement, lorsque l'animal appuie sur l'un des deux boutons presseurs à sa disposition, il reçoit une dose de l'aliment qui lui est associé (gestation et lactation). Grâce à ce dispositif, la truie peut gérer elle-même sa transition alimentaire entre les phases de gestation et de lactation. On mesure la préférence des animaux pour les aliments proposés par le nombre d'appuis sur chacun des boutons ainsi que par le poids de l'auge. Les niveaux et les consignes de travail imposés à la truie (taille des doses, nombre d'appuis pour obtenir une dose) sont paramétrés. On obtient ainsi un ajustement du nombre de doses à délivrer en fonction de la valeur énergétique de l'aliment et du niveau imposé à l'animal (rationné ou à volonté). On enregistre en continu les mesures sur le poids de l'auge et le nombre d'appuis sur chacun des boutons et on les stocke dans un fichier de données pour être analysées.

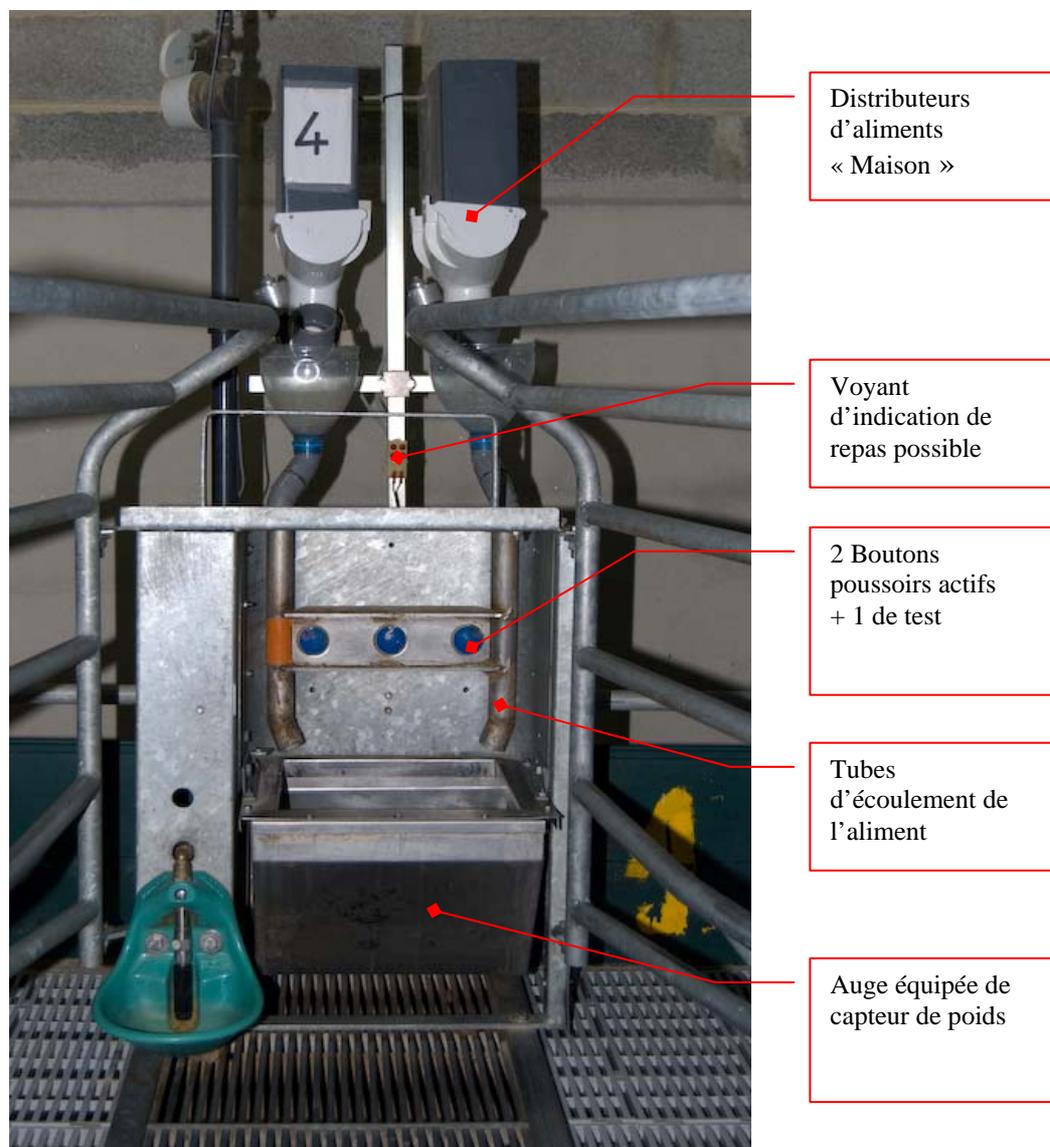


Figure 1 : *Dispositif de choix alimentaire pour truie*

Ces analyses, qualitatives et quantitatives, à l'échelle de l'heure ou du jour, nous éclairent sur l'expression du comportement alimentaire. Il est aussi possible de définir des rations progressifs, imposant à l'animal de tester les deux aliments. Afin de faciliter la définition des caractéristiques expérimentales et l'acquisition des données, le dispositif est piloté par un ordinateur associé à un programme développé sous LabVIEW® (figure 2). Avec ce programme on gère simultanément 4 dispositifs expérimentaux pendant les 60 jours de l'expérimentation.

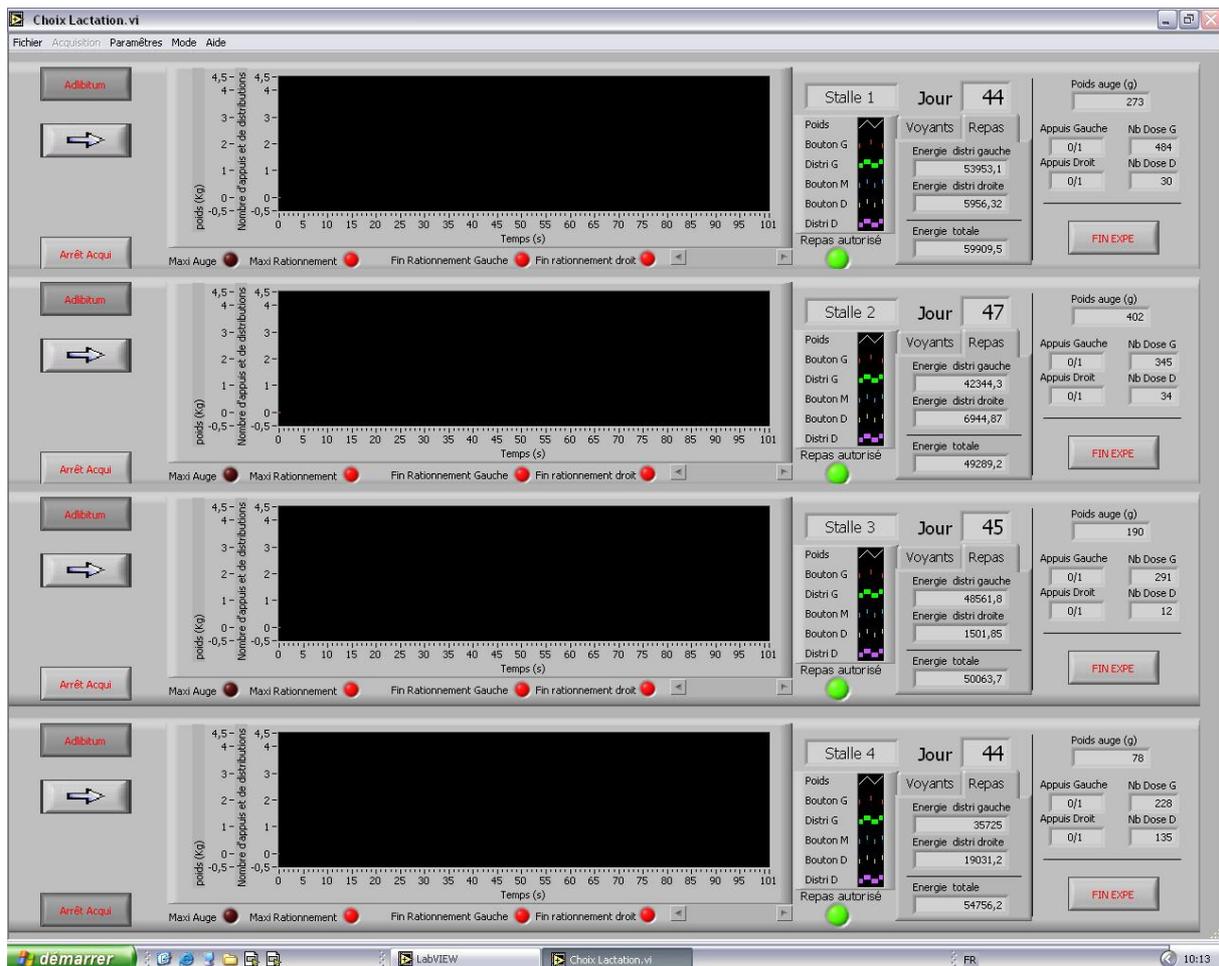


Figure 2 : Ecran principal du logiciel choix lactation

1.3 Résultats

Nous avons utilisé avec succès ce dispositif pour une série de 10 expérimentations de 4 truies. Les résultats obtenus font partie intégrante du travail de thèse de Rozenn Guillemet (2006) intitulée « Incidence de l'incorporation de fibres alimentaires dans l'aliment de gestation et facteurs individuels sur le comportement alimentaire et les performances de la truie allaitante ».

2. Outil de distribution et de mesure des quantités de lait consommées chez le porcelet (ALIMH)

2.1 La justification scientifique

La nutrition, au cours d'une période d'allaitement, joue un rôle clé dans la maturation de l'intestin, et pourrait être un levier d'action important pour prévenir et/ou pour limiter des dysfonctionnements précoces de celui-ci. En pratique clinique, les nourrissons RCIU (Retard de croissance intra-utérin) reçoivent en routine des laits enrichis en protéines apportant 70 % de protéines de plus que le lait humain, afin d'assurer une croissance de rattrapage et de favoriser le développement psychomoteur. Toutefois, l'effet positif des régimes hyperprotéiques sur le nourrisson est controversé ; en outre, les conséquences de ces régimes sur la maturation fonctionnelle et la susceptibilité de divers organes aux maladies ultérieures sont peu connues et pourraient être délétères. En effet, d'une part, l'existence d'un lien entre l'alimentation (hyperprotéique/hypercalorique) précoce et la vitesse de croissance élevée des individus RCIU et d'autre part, la santé à long terme pose actuellement la question de l'alimentation de ces individus à risque au cours des phases précoces de leur vie. L'impact des régimes hyperprotéiques chez le RCIU est actuellement abordé dans deux projets en cours (projet avec la société Nestec et projet ProtNeonat, ANR). **Le but de l'étude effectuée à l'Inra est de déterminer si les régimes hyperprotéiques modifient la physiologie de l'intestin et son profil génique en limitant le retard de maturation intestinale observé chez le RCIU** (Morise A. *et al.*, 2009). Prenant le porcelet comme modèle animal, l'étude consiste en l'administration de lait (hyperprotéique ou pas) à deux groupes de huit animaux (RCIU). La prise de poids, l'analyse de sang, des biopsies et une analyse des tissus digestifs, après abattage, seront les données de base de l'étude des effets de lait hyperprotéiques versus normaux.

Afin de réaliser cet essai, j'ai conçu des distributeurs automatiques de lait qui assurent un dosage individuel de quantités précises de lait, plusieurs fois par jour avec un maximum de 10 repas. Le dispositif doit par ailleurs être en mesure d'évaluer les refus (lait non bu) pour mieux définir les quantités réellement ingérées.

2.2 Problématique technique

Plusieurs défis techniques se sont posés lors de la réalisation de ce projet :

- 16 animaux répartis dans 3 salles en cage individuelle et nécessitant d'être fréquemment manipulés pour les pesées et prises de sang. Il faut donc limiter le nombre de fils et raccordements divers autour de la cage ;
- salles chauffées à plus de 30° entraînant un risque de détérioration du lait. Une conservation du lait à 6° devient indispensable ;
- le lait pouvant tourner, il devient vite un nid à germes, il faut donc prévoir une stérilisation du dispositif ;
- le produit de stérilisation étant peu consommable, il faut d'une part prévoir un rinçage du dispositif et empêcher le porcelet de boire ce liquide lors de la phase de nettoyage ;
- le lait étant conservé à 6°, il faut le réchauffer avant de le donner à l'animal ;

- les porcelets ne buvant pas forcément toute la ration fournie, il faut la mesurer et enregistrer le refus ;
- les quantités et les horaires repas pouvant varier tous les jours, et ce durant 3 semaines, il faut prévoir un système de supervision pour piloter l'ensemble du dispositif.

2.3 Fonctionnalités

Nous avons décidé de créer 16 dispositifs individuels de distribution de lait (**figure 3**), pilotés par un ordinateur qui définirait les heures et les quantités à distribuer et qui collecterait les valeurs de refus. Afin de limiter le nombre de fils, la communication entre les distributeurs et le PC est de type radio (Bande ISM).

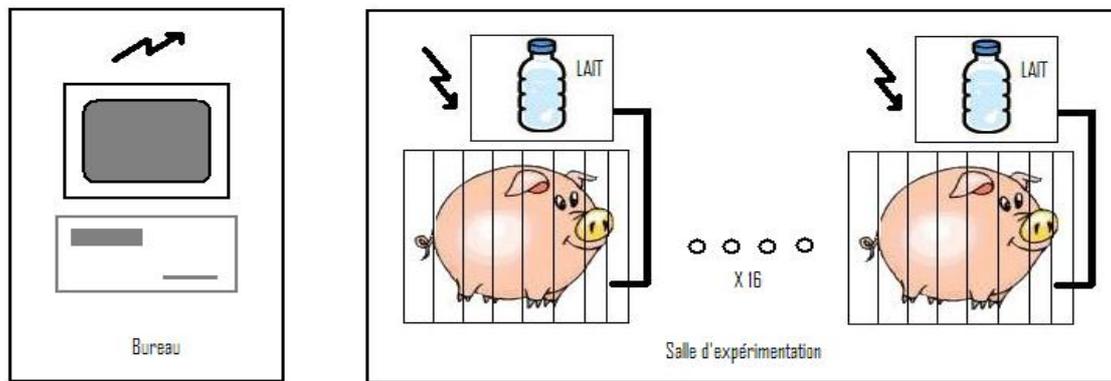


Figure 3 : Présentation simplifiée du dispositif



Figure 4 : Ecran principal du Logiciel DistriLait

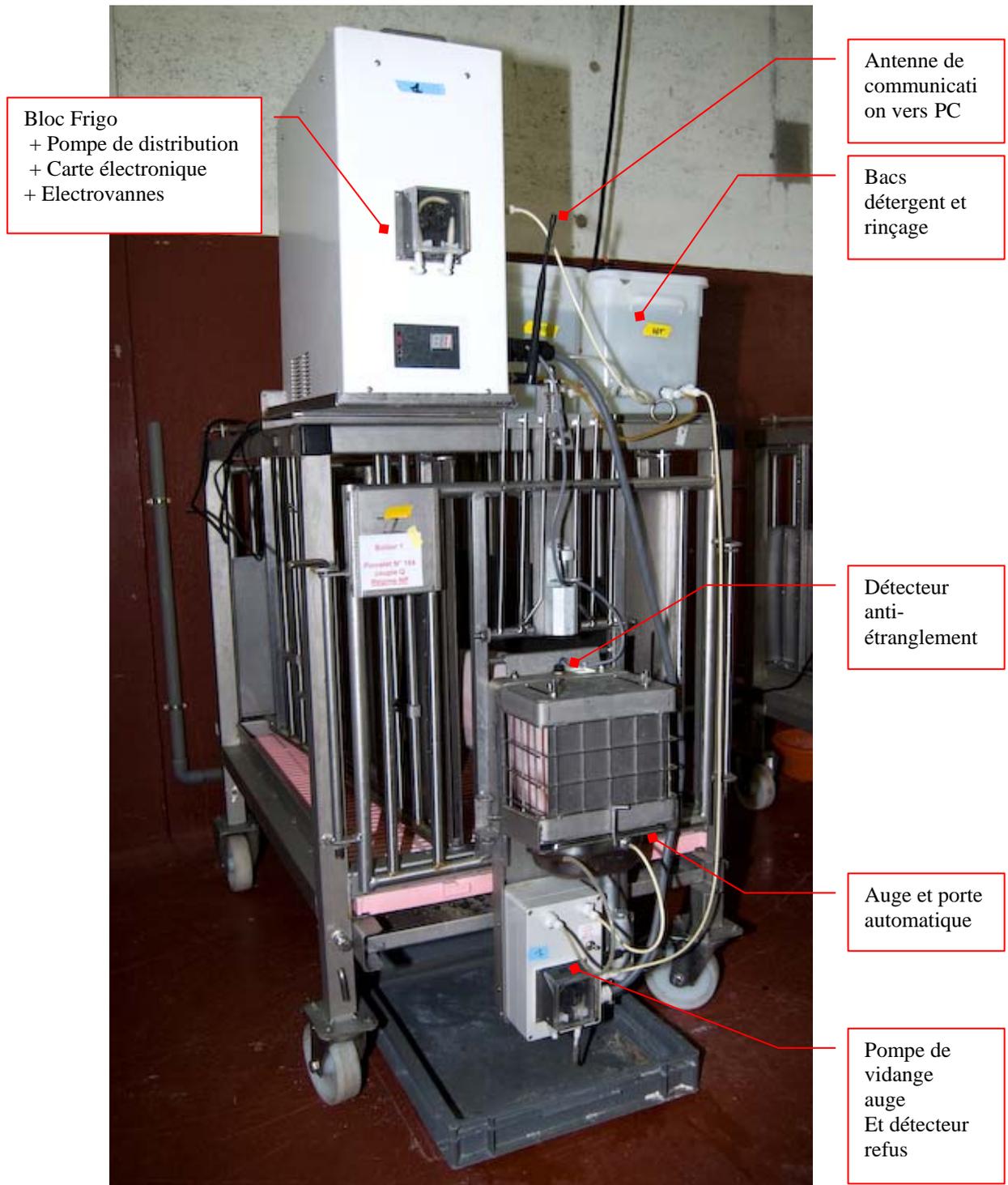


Figure 5: *Dispositif de distribution de lait pour porcelet*

Chaque dispositif de distribution (**figure 5**) permet le stockage et la conservation à 6°C de 2 litres de lait (1 journée d'autonomie) dans une pièce chauffée à 30°C. Un système de brassage permet au lait reconstitué de garder son homogénéité. Deux bacs supplémentaires conservent le liquide de stérilisation et l'eau de rinçage. Une carte électronique « maison », deux pompes, trois électrovannes et deux détecteurs, assurent la distribution, le rinçage et la mesure du

refus. Afin d'éviter que l'animal ne boive l'eau de rinçage ou le détergent lors des phases de nettoyage, un vérin électrique actionne la fermeture de l'auge, interdisant ainsi son accès. Le dispositif gère des actions simples comme la distribution d'un repas, la mesure du refus, le nettoyage du dispositif, la distribution d'un repas d'eau, la calibration des pompes, l'ouverture et la fermeture de l'auge. Plusieurs alarmes informent de la bonne exécution des ordres transmis par l'ordinateur.

J'ai développé sous LabVIEW®, le logiciel DistriLait (**figure 4**) qui supervise les 16 dispositifs. Un écran principal donne à tout moment l'état des 16 distributeurs et il indique par des voyants et des indicateurs les étapes et les erreurs rencontrées. Plusieurs écrans annexes nous aident à définir les quantités à distribuer pour une semaine, les horaires des repas, la prise en main individuelle ou par lot pour les opérations de calibration ou de maintenance, la visualisation des refus et des erreurs. Le programme prend aussi en charge le transfert automatique des données via le web et il gère l'envoi de courriels en cas de problèmes.

2.4 Résultats

L'ensemble des dispositifs fonctionne depuis deux ans et il a distribué près de 60 000 repas. Même s'il reste encore quelques soucis, le plus souvent liés à des problèmes mécaniques et de bouchage (selon la qualité du lait et sa préparation), on peut dire que ce dispositif donne suffisamment satisfaction pour nous avoir incités à réaliser un deuxième lot de 10 distributeurs pour lancer de nouvelles expérimentations en parallèle dans d'autres salles.

3. Outil de test du comportement alimentaire d'un porc stimulé au niveau du nerf vague versus un « non stimulé »

3.1 La justification scientifique

Dans le traitement des crises d'épilepsie chez l'homme, par stimulation électrique du nerf vague, il a été constaté depuis quelques années un effet secondaire se traduisant par une perte de poids. Utilisant le porc comme modèle, l'équipe ALIMH du Docteur C.H. Malbert a voulu tester si ce type de stimulation pouvait constituer un outil de lutte possible contre l'obésité. Dans ce cadre, j'ai conçu deux outils pour évaluer d'une part les quantités, les choix et la motivation liés à la prise alimentaire (Sauleau P. *et al*, 2009), et d'autre part un stimulateur électrique portable adaptée à l'animal (Val-Laillet D., 2009) et permettant de tester plusieurs patterns de stimulation.

3.2 Fonctionnalités

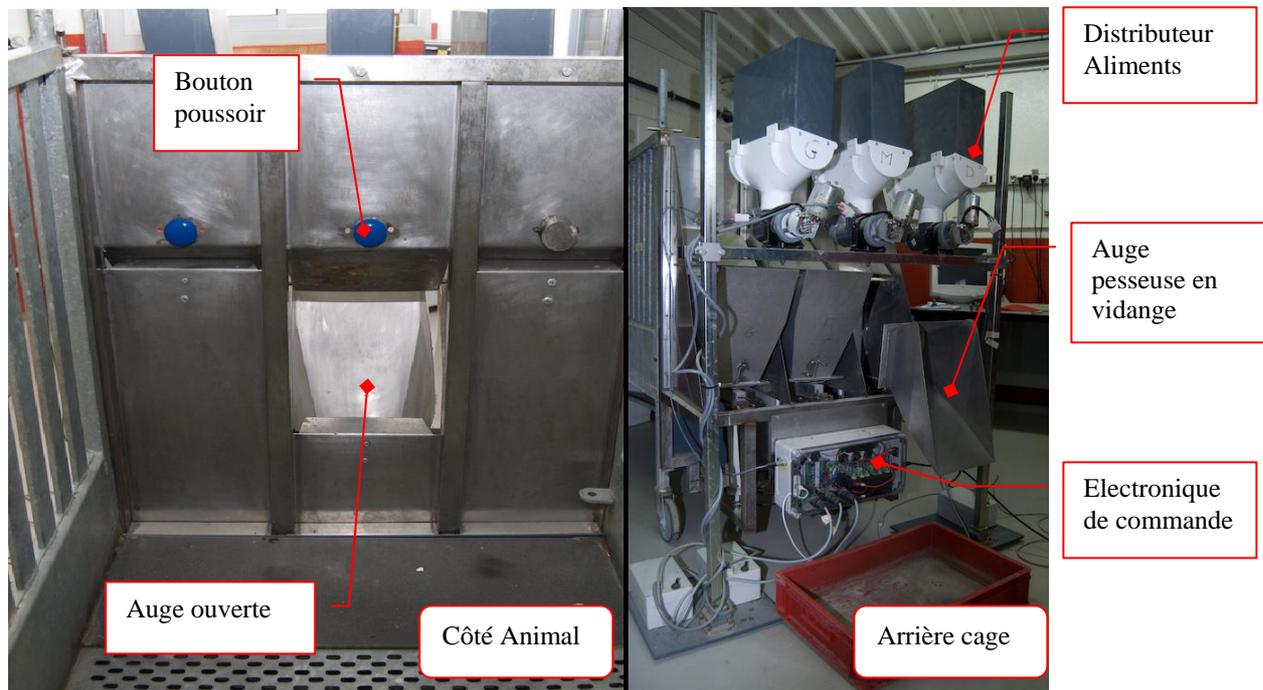


Figure 6 : *Cage test du comportement alimentaire porc*

3.2.a Outils de test du comportement Alimentaire

Cet outil est constitué d'une cage de test (**figure 6**) équipée de trois dispositifs de distribution d'aliments. Chacun d'entre eux comprend un ensemble Auge peseuse, bouton poussoir, distributeur d'aliment et dispositif de fermeture d'accès à l'auge.

Par ailleurs, afin de limiter l'intervention des opérateurs, chaque auge possède un dispositif de vidange de l'aliment non consommé. La cage est également équipée de

- différents capteurs indiquant la position de l'animal (debout-couché), son activité physique (en mouvement ou à l'arrêt) ;
- une chaîne « jouet » pour essayer d'évaluer son « moral ».

L'ensemble de ce dispositif est piloté par un ordinateur associé à une série de programmes développés sous LabVIEW® (**figure 7**).

L'esprit a été de concevoir un outil multimodal, afin de tester différentes hypothèses et qui dépasse largement le simple cadre de l'étude des effets de stimulation vagale. Pour vous donner un aperçu des possibilités expérimentales, je vous citerai quelques cas de tests réalisables :

- tester la vitesse digestion d'un aliment quelconque, et voir ainsi l'appétence de l'aliment ;
- mettre l'animal devant un choix de 2 ou 3 aliments simultanément et étudier les préférences et les stratégies de choix de l'animal ;

- valider la motivation alimentaire en conditionnant la distribution d'une dose d'aliment à l'appui sur un bouton poussoir ;
- augmenter le nombre d'appui à effectuer pour obtenir une dose, ceci permettant d'évaluer plus finement son envie et l'effort qu'il est prêt à consentir pour l'obtenir ;
- définir les heures et les durées des repas ;
- habituer l'animal à l'outil de test ;
- enregistrer l'activité de l'animal pendant les durées de repas et les périodes d'inter-repas.

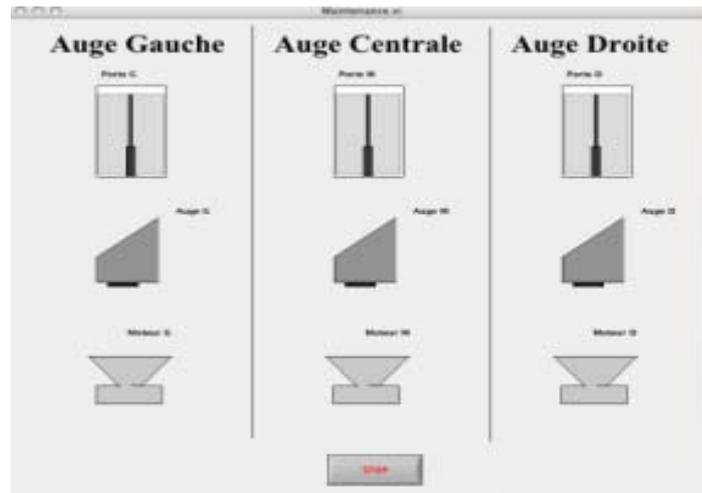


Figure 7 : Programme pilotant l'ouverture des portes et auge et les distributeurs

3.2.b Stimulateur électrique portable

Afin de valider les effets de la stimulation vagale sur la prise alimentaire de l'animal, j'ai conçu un stimulateur portable (**figure 8**) pour envoyer un stimulus électrique sur les deux tronçons du nerf vague. La transmission de cette stimulation se fait par l'intermédiaire de deux électrodes posées chirurgicalement sur le nerf et ressortant au niveau du dos de l'animal. Ces électrodes sont ensuite reliées au stimulateur, lui-même placé dans un petit sac à dos équipant l'animal. Ce stimulateur possède différentes caractéristiques :

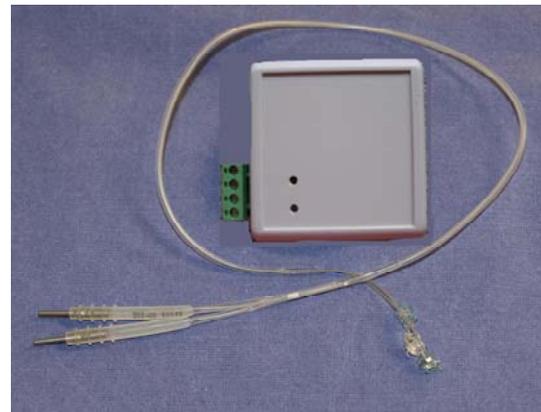


Figure 8 : Stimulateur portable et son électrode

- il est de taille réduite 65 × 65 × 25 mm et de faible poids 140 g ;
- il stimule en courant 1 ou 2 tronçons du nerf vague ;
- il est possible de paramétrer la simulation pour augmenter progressivement le courant durant un temps donné pour laisser à l'animal un temps d'accoutumance ; il s'agit là d'une technique indolore utilisée chez l'homme ;

- tous les paramètres de stimulation (amplitude, fréquence, largeur d’impulsion, etc) sont modifiables par ordinateur (programme développé en LabVIEW®) (**figure 9**) ;
- un dispositif indique une défaillance en cas d’anomalie (Electrode coupée, batterie faible) ;
- l’autonomie variant selon le pattern de stimulation, peut atteindre plusieurs mois.

Nous avons réalisé une douzaine de stimulateurs pour permettre la multiplication des essais.

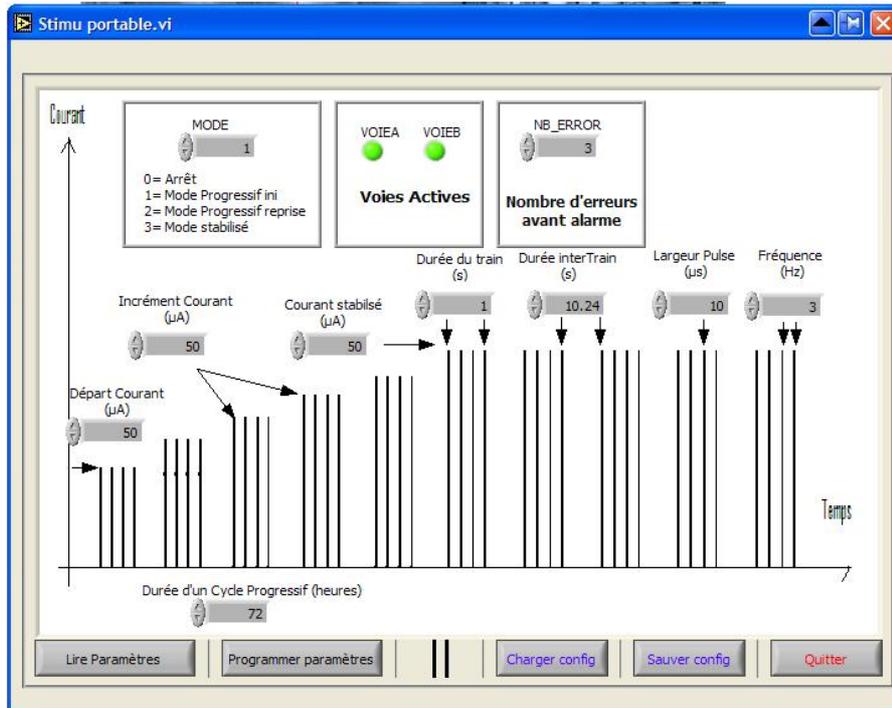


Figure 9 : logiciel de paramétrage des stimulateurs

3.3 Résultats

Les premiers essais sur porcs obèses stimulés, montrent que ceux-ci réduisent jusqu’à moins 30% leurs prises alimentaires, comparativement à des porcs non stimulés. Ces premiers résultats nous ont encouragés à déposer une demande de brevet (Brevet 2007) sur cette technique de stimulation, utilisable dans le traitement de l’obésité. Par ailleurs, la cage de test est devenue un outil de référence au laboratoire et nous en réaliserons, courant 2009, une nouvelle série de 5 ce qui augmentera significativement les possibilités de tests.

Conclusion

Ces outils, qui tout en répondant à une même problématique scientifique qui pourrait ce résumer à « qu’ont-ils mangé », ont abordé des problématiques techniques très différentes et parfois complexes. Le fait que certains d’entre eux (2 et 3) soient devenus des outils de référence dans l’unité, reste pour moi une source de grandes satisfactions.

Remerciements : à *Henry Flageul* et à *Gérard Savary* pour leur aide dans la réalisation et les tests de ces projets, ainsi qu’aux services techniques de l’unité *SENAH* pour leurs différents coups de main.

Bibliographie

1^{er} Outil

Guillemet R (2006) Incidence de l'incorporation de fibres alimentaires dans l'aliment de gestation et facteurs individuels sur le comportement alimentaire et les performances de la truie allaitante. Thèse, Université de Rennes 1. p. 183

2^{ème} Outil

Morise A., Se VE B., Mace K, Magliola C., Le Hue Rou-Luron I., et Louveau I. (2009) Impact of Intrauterine Growth Retardation and Early Protein Intake on Growth, Adipose Tissue, and the Insulin-Like Growth Factor System in Piglets. *Revue: Pediatric Research* 65 p45-50

3^{ème} Outil

Sauleau P., Val-Laillet D., Bobillier E. et Malbert C-H (2009) Development of an computer controlled equipment for studying feeding behaviour in pig *Journal of Neuroscience Methods* (article accepté en attente de publication)

Val-Laillet D. (2009) Chronic vagus nerve stimulation induces long lasting weight gain and daily consumption reductions in adult obese animals. Poster accepté à DDW2009 (Disgestive Disease Week) 30 mai-4juin 2009 à Chicago

Malbert CH., Biraben A., Bobillier E. (2007) Brevet: Device and method for reducing weight PCT/IB2007/002466

