

Elevage de cobaye (*Cavia porcellus*, L.1758) de boucherie à Butembo, République

Démocratique du Congo : Analyse bibliographique et schéma de sélection

Breeding of guinea-pig (*Cavia porcellus*, L. 1758) for meat production in Butembo,

Democratic Republic of Congo: Literature review and breeding scheme

RESUME	2
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUCTION.....	4
2. Milieu d'étude	5
3. Généralités sur la caviaculture.....	6
3.1. Présentation de l'animal	6
3.2. L'élevage des cobayes ou caviaculture.....	8
4. L'élevage de cobaye à Butembo	12
4.1. Spécificités de la caviaculture dans la région de Butembo.....	12
4.2. Perspectives d'amélioration des races par sélection à Butembo.....	13
Conclusion.....	17
Remerciements	18
Références bibliographiques.....	19
DIAGRAMMES, FIGURES ET TABLEAU	28
<i>Tableau I. Principales races ou variétés de cobayes domestiques élevés à Butembo</i>	28
<i>Figure 1. Localisation de la Ville de Butembo sur la carte administrative de la province du Nord Kivu en République Démocratique du Congo [Carte adaptée de Kalume K.M. (2012)]......</i>	29
<i>Photo 1. Système d'élevage en cages suspendues étagées à deux niveaux (Elevage PIC 2007 ULg-ULB-UCG à Butembo/ Nord Kivu/ RDC)......</i>	30
<i>Figure 2. Proposition de schéma de sélection de cobayes</i>	31

RESUME

L'élevage de cobaye (*Cavia porcellus*, L. 1758) de boucherie à Butembo, République

Démocratique du Congo : Analyse bibliographique et schéma de sélection

Les besoins des populations en protéines d'origine animale requièrent le choix des espèces animales à élever lorsque l'accès aux surfaces agricoles est réduit. À Butembo, ville refuge des zones de conflits de l'Est de la République Démocratique du Congo, le cobaye (*Cavia porcellus*) est consommé par les habitants. Son élevage constitue une option pour rendre sa viande plus disponible. La sélection génétique des cobayes et la vulgarisation des techniques d'élevage améliorées peuvent contribuer à la résolution des problèmes de sécurité alimentaire de la région. Le but de l'article est de après un rappel des caractéristiques majeures et des contraintes de l'élevage du cobaye (caviaculture) de consommation de mettre en évidence l'intérêt zootechnique de cette espèce, par rapport aux espèces domestiques classiques dans un contexte de raréfaction des surfaces agricoles. Une méthode approche de sélection des cobayes locaux est proposée et sera prochainement mise en application dans la région de Butembo.

Mots clés : Caviaculture-Caractéristiques-Contraintes-Sélection-Nord Kivu

ABSTRACT

Breeding of guinea-pig (*Cavia porcellus*, L. 1758) for meat production in Butembo, Democratic Republic of Congo: Literature review and breeding scheme

Providing animal proteins to humans requires choosing the animal species to be raised when access to land is limited. Butembo, is a refuge city of conflicts area in the east of Democratic Republic of Congo, where guinea-pig (*Cavia porcellus*) is considered as food. Therefore the breeding of this animal is an option to make more meat available. Genetic selection of guinea pigs and popularization of improved farming techniques can contribute to solve problems of food security in the region. The present work aims at pointing out the major characteristics and constraints of guinea pig's breeding and to present the zootechnical interest of this species compared to the traditional domestic ones, when agriculture land are scarce. A selection method of local guinea pigs is proposed and will be further applied in the region of Butembo.

Key words: Guinea-pig breeding-Characteristics-Constraints-Selection-Northern Kivu

1. INTRODUCTION

L'amélioration de la productivité des ressources alimentaires est une priorité pour de nombreux pays en développement en général, et en particulier pour la République Démocratique Congo qui figure parmi les derniers pays du classement mondial sur la base de l'indice de pauvreté [36, 58]. La province du Nord-Kivu, pourtant jadis considérée comme le « grenier du pays », est fortement touchée par la pauvreté [57, 1] car elle doit faire face aux conflits [42] et à leurs impacts sur les populations rurales qui se concentrent de ce fait dans les milieux urbains, plus sûrs [13, 12].

Butembo est une des principales villes que compte la Province du Nord Kivu qui a vu sa population multiplié par 12,5 en 40 ans car passant de 40.000 habitants en 1960 pour atteindre 500.000 habitants en 2000. Le rythme de croissance reste toujours élevé puisqu'on dénombre actuellement plus de 600.000 habitants [30], soit au moins 868 habitants au km². L'accès aux surfaces agricoles étant réduit [29, 55] et l'essentiel des efforts productifs portant sur les cultures, l'insécurité alimentaire en général et en particulier le déficit en protéines animales, menacent les populations.

Dans un tel contexte, le recours aux élevages des animaux de rente classiques, tels que les ruminants et, *a fortiori* des animaux dont l'alimentation est compétitive vis-à-vis de celle des hommes [17], tels que les porcs ou la volaille, pose des problèmes. Une approche logique consiste à identifier au sein de la population les pratiques de consommation de viande d'animaux d'élevages non conventionnels [19] et à développer l'élevage de ceux qui sont facilement maîtrisables [7] afin d'augmenter la couverture des besoins protéiques des franges les plus démunies de la population [23].

L'élevage de cobayes (caviaculture), étant spontanément pratiqué dans la région du Nord Kivu en République Démocratique du Congo [41], constitue une alternative plausible

reconnue aux élevages conventionnels pour produire de la viande de façon intensive [19, 25, 34] car il ne nécessite que peu d'espace et peu d'investissement [10]. La sélection des animaux plus productifs et la diffusion des techniques d'élevage appropriées doivent être nécessaires pour améliorer la caviaculture à Butembo, une ville du Nord Kivu, de manière à rendre la viande de cobaye plus disponible pour les consommateurs.

Le présent article est une synthèse ou une analyse bibliographique ayant pour but de mettre en évidence les potentialités du cobaye comme espèce de rente susceptible de produire de la viande pour les populations de la région de Butembo. Après une brève description du contexte géographique et socio-économique de la région, l'article se propose de caractériser les races locales de cobayes et de montrer les principales contraintes de l'élevage dans la ville de Butembo.

2. Milieu d'étude

Butembo, une des trois villes que compte la province du Nord Kivu [27], est localisée dans la partie orientale de la République Démocratique du Congo (Figure 1) et située à $00^{\circ}08'00''$ de latitude Nord et $29^{\circ}17'00''$ de longitude Est, entre 1.700 et 2.000 m d'altitude. La ville a une superficie de $190,34 \text{ km}^2$ [55] et jouit d'un climat équatorial type d'altitude avec une température moyenne annuelle de $18,7 \pm 10,9^{\circ}\text{C}$, une humidité relative de 52,2 à 67,3%, et une pluviosité de 1.100 mm répartie sur 127 ± 41 jours de pluies par an. La ville est à cheval sur les territoires de Beni et de Lubero. Le terrain au relief très accidenté, sujet à l'urbanisation sauvage, expose le sol de texture sablo-argileuse à l'érosion et à l'appauvrissement progressif de la fertilité des champs de culture.

La population de Butembo qui parle essentiellement les langues Swahili et Kinande se trouve répartie dans les quatre communes que compte la ville, c'est-à-dire Bulengera, Vulamba,

Kimemi et Mususa. L'activité agropastorale emploie la majorité de la population qui s'adonne également au commerce des produits vivriers et manufacturés importés.

3. Généralités sur la caviaculture

3.1. Présentation de l'animal

Cavia porcellus L., espèce appelée communément « cobaye » ou encore « cochon d'Inde », est un animal appartenant au à l'ordre des caviomorphes [59], au groupe des rongeurs actuellement subdivisé en trois ordres en associant les dupliciténs et les simpliciténs [59, 60]. Sa formule dentaire est $\frac{\text{d}1013 \text{ d}}{\text{d}1013 \text{ d}}$ [2, 33]. Les dents de lait sont remplacées avant la naissance ce qui empêche toute évaluation dentaire de l'âge. Les incisives poussent de manière continue en raison de 6 cm par an et s'usent mutuellement sur les aliments ligneux.

Le poids à la naissance est de 60 à 130 g [2]. Par ailleurs, dans une étude réalisée au Cameroun Niba *et al.* [44] ont renseigné des valeurs de poids à la naissance de $97,8 \pm 2,1$ g et $78,7 \pm 2,4$ g respectivement pour les mâles issus des naissances simples et des naissances doubles contre $86,2 \pm 17,0$ g et $73,7 \pm 1,8$ g pour les femelles.

Le poids des adultes est de 700 à 1200 g avec un dimorphisme sexuel en faveur des mâles. La longueur du corps est de 20 à 25 cm. Les animaux ne présentent pas de queue visible. La température corporelle est de 37,2 à 39,5°C avec un rythme cardiaque de 130 à 380 battements par minute, et une fréquence respiratoire de 40 à 100 par minute. Le volume sanguin est de 72 ml/kg de poids vif. Les membres présentent 4 doigts aux pattes antérieures et 5 doigts aux postérieures [2].

La taxonomie classe le cochon d'inde au sein du règne *animal*, dans l'embranchement des *vertébrés*, classe des *mammifères*, sous-classe des *euthériens*, ordre des *rongeurs simpliciténs*, sous-ordre des *hystricomorphes* et famille des *caviidés* du genre *Cavia*. D'où son nom spécifique *Cavia porcellus* (L. 1758) [2]. L'animal est originaire des Andes [10]. Au

Pérou, la consommation annuelle est de 116 500 tonnes de viande issues de l'abattage de 65 millions de cochons d'inde élevés en effectifs annuel stable de 22 millions [9].

Sur le plan morphologique, la tête du cobaye porte des oreilles larges et aplatis, les yeux sont arrondis et le museau est peu anguleux. La bouche est bordée des vibrisses. La lèvre supérieure est fendue jusqu'à la cloison nasale.

Les membres sont segmentés en trois parties chacun : bras, avant-bras et main pour les membres antérieurs et cuisse, jambe et pied pour les membres postérieurs. Le premier segment des membres est inclus dans le corps et est peu visible. L'extrémité des membres se termine par des doigts munis des griffes au nombre de cinq pour les membres antérieurs et de quatre pour les membres postérieurs. La queue est très courte et presque invisible directement. Cette morphologie reste identique au cours de différents stades de développement de l'animal.

Le dimorphisme sexuel n'est pas très net. Un examen clinique des organes génitaux externes permet par évagination de mettre en évidence le pénis chez le mâle, la vulve chez la femelle. Le pénis apparaît comme une section arrondie et la vulve sous forme d'une fente.

Les cochons d'Inde domestiques montrent une énorme variété de races issues des multiples croisements [15] et sélections génétiques opérées en Europe et en Amérique septentrionale. C'est ainsi que plusieurs variétés d'animaux se distinguent par leur robe et leur couleur ainsi que par leurs yeux qui peuvent aller du noir, au rouge ou à des reflets rouges et d'après la couleur de leur pelage. On reconnaît ordinairement deux types de pigments: granulaires, à trois variantes rouges, brunes, noires; et diffus, variant du jaune pâle au brun rougeâtre jusqu'au noir [6].

Le Tableau I reprend les principales races ou variétés élevées à Butembo.

3.2. L'élevage des cobayes ou caviaculture

La viande de cobaye est une source importante de protéines animales en Amérique du Sud où il y est élevé depuis longtemps. C'est le cas également en Afrique et aux Philippines [30, 40, 43, 22, 8, 25]. La viande de cochon d'inde contient environ 29% de matière sèche, 69% de protéines, 27% de matière grasse et 2,7% de matières minérales [24]. En république Démocratique du Congo, le cobaye représente 50% des espèces d'animaux domestiques - sur base numérique - dans la province du Sud-Kivu [34].

L'élevage du cobaye présente de nombreux avantages: un prix d'achat par animal peu élevé, de faibles investissements. Ngou Ngoupayou et collaborateurs [43] renseignent que son alimentation essentiellement fourragère accuse un bon indice de transformation, et un excellent index de productivité pondérale relatif (IPPR), soit 500% en milieu traditionnel et allant de 616% en station au Cameroun, et 1.060% en station en Italie. Cigogna [10] a également indiqué que l'IPPR est élevé pour le cobaye avec chaque année un poids vif disponible pour la vente de 6 à 10 fois le poids vif de la mère, contre une valeur de 6 environ pour la truie, de 2 pour la brebis en élevage intensif et de 0,4 pour la vache de race à viande.

L'élevage de cobayes pourrait améliorer le revenu économique des populations de la région des Andes [9] notamment et du monde en général, et cela pour quatre raisons.

Primo, le coût de production en caviaculture représente 28% seulement du prix de vente des animaux nourris essentiellement au fourrage, grâce à une haute efficacité de conversion alimentaire, variant de 4,4 à 13,7 [43, 10, 46, 4]. Koeslag [31] a également observé ceci au Pérou où la production est réalisée en nourrissant environ 21 millions de cochons d'inde à base d'herbe naturelle locale. Ainsi, 65 millions d'animaux y sont abattus annuellement offrant 16.500 tonnes de viande, soit environ 6,5% de la production totale de viande consommée localement et exportée. D'autre part, une étude réalisée au Gabon par Fransolet et

collaborateurs [21], a montré également que la viande de cobaye constitue une source non négligeable de protéines une fois la caviaculture encouragée au niveau familial et commercial.

Secundo, la caviaculture est perçue comme étant une source de revenus [34, 35]. En effet, les porcs et les poulets élevés à grande échelle dans les Andes sont nourris avec de l'orge, du maïs, du blé, des pommes de terre et même des fruits, ils sont directement concurrentiels avec l'homme sur le plan alimentaire contrairement aux cobayes qui sont nourris essentiellement avec du fourrage riche en cellulose [4, 5] facilement valorisé grâce à leur tube digestif long d'environ 2,5 mètres et à leur transit digestif relativement lent. Ces avantages font de *Cavia porcellus*, un animal de grand intérêt pour les populations des agglomérations à poussée démographique importante.

Le phénotype d'un organisme ne dépend pas seulement de son génotype mais de son environnement [56], il est ainsi nécessaire d'assurer une alimentation adéquate aux animaux élevés sous les conditions d'ambiance convenables pour leurs permettre d'exprimer leur niveau maximal de production.

L'alimentation du cobaye, animal monogastrique, est essentiellement basée sur l'herbe. Elle est toutefois adaptable à une large gamme des produits, sous-produits et déchets de ménage. Une alimentation mixte fourrage - aliment de complément, ou à base uniquement de concentrés, est également envisageable avec des apports de vitamine C. En effet, les cobayes, comme les primates et les chauves-souris, sont incapables de synthétiser l'acide L-ascorbique, car ils présentent une déficience en L-gluconolactose oxidase. Le moyen d'approvisionnement adapté à la caviaculture reste l'alimentation à base de fruits frais qui n'ont pas été exposés à des fortes chaleurs, l'acide ascorbique étant thermolabile et sensible à l'oxydation. Par ailleurs, les carences peuvent être corrigées par des apports de vitamine C dans l'eau de boisson [3, 31, 10].

Du fait de l'aptitude du cobaye à valoriser les aliments grossiers [54], les problèmes de carences en macronutriments et vitamines semblent rares chez les animaux nourris à base de fourrages frais. Les besoins journaliers en eau de boisson sont de 10 à 40 ml par 100 g de poids vif avec des consommations fourragères allant jusqu'à 6 g de matières sèches par 100 g de poids vif corporel et par jour.

La fourchette de confort thermique des cobayes est de 18 à 22 °C [2]. Les températures comprises entre 24 et 29 °C influencent négativement l'activité sexuelle. Par ailleurs, les cobayes supportent mieux le froid que la chaleur, mais les conditions thermiques en dessous de 17°C augmentent le taux de mortalité des nouveau-nés. L'intensité lumineuse extrême est aussi à éviter même si l'animal exige une lumière diffuse. Le taux d'humidité relative optimal est de 60–65% [2].

En caviaculture, la maturation sexuelle intervient chez les mâles dans l'intervalle de poids vif corporel de 600 à 700 g, c'est-à-dire à 3-4 mois d'âge, et chez les femelles entre 350 à 450 g, à l'âge de 2 à 3 mois [2, 45]. Le cycle œstral est de 15 à 17 j. L'œstrus dure de 9 à 11 h et les femelles ne sont réceptives que pendant 1 à 1,5 j. L'ovulation est provoquée et a lieu 10 h après le coït. La placentation est discoïde et la gestation est d'une durée comprise entre 59-72 j soit une durée moyenne de 64 j [2]. Les cas de pseudo-gestation, bien que rares, interviennent au 17^{ème} j, et sont décelables par le test de gestation par palpation abdominale à partir de la quatrième semaine après l'accouplement. En général, une femelle gestante reste non réceptive pour le mâle. La parturition dure 10 à 30 minutes avec des intervalles de délivrance de 1 à 16 minutes, avec une moyenne de 7,5 minutes. Les femelles manifestent un œstrus post-partum précoce, permettant une fertilité réelle comprise entre 60 et 80% chez les femelles proposées à ce moment au mâle. La taille de la portée est comprise entre 1 et 8 petits, la moyenne étant de 3 petits. Les taux de survie optimaux ont été observés pour les portées de 4 petits, la durée de lactation étant de 14 à 21 j et le sevrage intervenant quand les jeunes ont

un poids vif de 150 à 200 g [2]. L'élevage de reproduction est assuré en respectant un sexe-ratio de 1 mâle pour 10 femelles [10].

L'accouplement entre sujets consanguins et les saillies libres sont des contraintes majeures en élevage traditionnel du cobaye [11]. L'accouplement entre sujets non apparentés entraîne des effets très positifs sur la maturité sexuelle et la prolificité des femelles, ainsi que sur le poids des petits. Leur croissance et leur viabilité sont également supérieures [46, 43].

Un sevrage qui intervient à deux semaines [46], est couramment pratiqué en Amérique latine et est un des facteurs d'augmentation de la fertilité. Ceci permet d'éviter les saillies post-partum, écartant ainsi les risques de superposition de la lactation et de la gestation et réduisant l'affaiblissement des mères sans augmenter exagérément l'intervalle entre mises bas [50]. Dans ce cas, l'accouplement doit être réalisé durant le deuxième œstrus. Soit à 16-17 j après la mise bas [2, 43, 46].

Afin de loger séparément les reproductrices et les petits non sevrés, les jeunes animaux en croissance des deux sexes et les mâles adultes, il est recommandé d'installer des compartiments dans l'élevage. Cette compartimentation permet également une bonne gestion de la reproduction [46, 50]. Pareil système d'élevage permet d'améliorer la productivité pondérale annuelle par femelle de l'ordre de 33% par élimination de la consanguinité. Ceci s'accompagne d'une réduction de 12% de l'intervalle entre mises bas par rapport aux saillies incontrôlées entre individus consanguins. Il a été mis en évidence au Cameroun qu'un élevage familial de 10 reproductrices donnerait dans ces conditions, une production annuelle de 33,2 kg de poids vif, soit 35 animaux de 0,85 kg, comparé à une production de 25 kg, soit 23 animaux de même gabarit, relevé ordinairement [43]. Cette pratique d'élevage avec sexes séparés a été bien étayée en aulacodiculture [18].

Des améliorations génétiques ont eu lieu dans certains pays du monde. Au Cameroun, les travaux ont plutôt porté sur l'optimalisation des conditions d'élevage dans le but d'augmenter les performances de production [20, 47]. Par contre au Pérou, la sélection des cobayes s'est basée sur les paramètres phénotypiques et génétiques de taille de portée et de poids corporel. Des animaux issus de quatre lignées locales ont été étudiés sur quatre générations. L'analyse des réponses à la sélection par régressions multiples a permis d'évaluer les performances de taille de portée et de poids corporels des individus de différentes lignées [49].

4. L'élevage de cobaye à Butembo

4.1. Spécificités de la caviaculture dans la région de Butembo

La littérature sur l'élevage de cobayes en République Démocratique du Congo est rare [16]. A Butembo, la caviaculture n'a bénéficié que de très peu d'attention malgré l'intérêt croissant des populations pour cette espèce [54, 34]. Suite à la rareté des terres et des provendes pour l'élevage du gros bétail et des petits ruminants, l'élevage du cochon d'Inde semble essentiellement de type familial et est pratiqué par les femmes et les enfants [54].

Le cobaye est élevé dans la région, mais il est localement peu productif. Les éleveurs locaux observent fréquemment du nanisme et une forte mortalité des nouveau-nés. D'autre part, dans le passé, les efforts d'amélioration génétique se sont opérés via l'introduction de races relativement plus productives. Néanmoins compte tenu du caractère informel de la caviaculture dans la région, les statistiques y relatifs sont quasi inexistantes [22]. Les performances génétiques de ces animaux semblent avoir dégénéré suite à la consanguinité. Il serait donc utile de chercher à rationaliser l'élevage de cobaye afin de contrôler la consanguinité et de chercher à sélectionner les gènes de productivité.

Une enquête réalisée par les auteurs dans 25 élevages et qui a porté sur 300 animaux a montré que les races des cobayes élevés à Butembo sont à poils ras, à rosette et angora et présentent de très nombreuses variantes de types dont la taille varie très peu et dont le poids vif moyen

est de 560 ± 144 grammes avec un coefficient de variation de 0,2 à l'âge approximatif de 6 mois. Les principaux systèmes caviacoles sont de type familial traditionnel, les animaux étant d'habitude élevés dans les cuisines. Certains éleveurs utilisent des cages qu'ils placent dans des locaux isolés des logements humains. Par ailleurs, l'élevage associant la caviaculture et la cuniculture, où les cobayes élevés au sol rentabilisent les particules d'aliments qui s'échappent des cages d'élevage des lapins, est pratiqué par certains éleveurs. Ces élevages se trouvent bien souvent confrontés au problème de forte mortalité des animaux qui présentent des signes cliniques de larmoiement, de conjonctivite et de dyspnée.

L'élevage des cobayes à Butembo serait similaire à celui observé en milieu rural au Cameroun [43] et en Amérique latine [31] où les animaux élevés en faibles effectifs cohabitent avec l'homme sans bénéficier d'infrastructures et pratiques zootechniques appropriées. Les cobayes sont nourris avec les déchets de cuisines et des sous-produits agricoles ce qui ne permet pas une productivité élevée. De même, l'élevage mélangeant les animaux de différents âges et sexes augmente la prévalence des maladies, qui associées à une reproduction anarchique conduisent à une consanguinité étroite. Ce système d'élevage est également caractérisé par la prédation humaine et la sélection à rebours où les animaux mâles et femelles les plus lourds sont souvent vendus ou mangés.

4.2. Perspectives d'amélioration des races par sélection à Butembo

L'identification des géniteurs de qualité et la mise en œuvre d'un programme de sélection sur la vitesse de croissance permettraient de procurer des animaux plus viandeux pour les éleveurs. L'objectif ultime de la sélection est d'augmenter le potentiel génétique moyen des individus de la population d'une génération à la suivante, dans des conditions optimales d'élevage tant du point de vue nutritionnel, hygiénique que sanitaire [7, 26].

La sélection classique se base sur les performances de l'individu lui-même, de son ascendance, de ses collatéraux, et sa descendance [48]. Pour être efficace, la sélection doit être tributaire d'une identification précise des animaux et de leurs liens familiaux.

Toutefois, compte tenu de l'aspect «informel» de l'élevage de cobaye à Butembo, aucune donnée ne renseigne actuellement sur les performances antérieures et actuelles de ces animaux. L'identification individuelle des animaux, par boucle auriculaire [14] se révèle extrêmement difficile dans la pratique. D'une part, les éleveurs ne sont pas sensibilisés à ces méthodes. Ensuite, le coût de la boucle auriculaire, relativement élevé par rapport à la valeur de l'animal, ne permet pas de recourir à une identification à grande échelle. La traçabilité de la filiation parents-enfants est également complexe car l'élevage de cobaye a lieu d'habitude par groupe d'individus [2, 45, 10]. Compte tenu des naissances qui sont très fréquentes, il est impossible de relier avec certitude un jeune à sa mère. La faible valeur économique individuelle des animaux ne permet pas non plus de recourir à des cages individuelles. La solution la plus réaliste, semble donc d'opérer suivant le schéma de sélection dite à noyau ouvert [59], où la sélection des pères est réalisée au sein d'un élevage expérimental dont on maîtrise la filiation paternelle.

L'identification des animaux fondateurs pour un tel centre de sélection doit se baser sur les performances propres d'animaux choisis au sein des élevages de la région de Butembo. Dans cette logique, on se heurte alors à la difficulté d'obtenir l'âge des animaux. A notre connaissance, il n'existe, en effet, aucun paramètre « extérieur » susceptible d'aider l'éleveur ou l'expérimentateur à définir l'âge avec précision. En effet, la sortie des dents définitives chez les rongeurs est généralement précoce, souvent avant la naissance [45]. D'autre part, de relation entre l'aspect des tables d'usure des dents et l'âge des animaux n'est pas d'usage chez les caviomorphes, les rongeurs et les lagomorphes car les dents s'usent et croissent sans générer aucun problème dentaire [61, 62].

La sélection des fondateurs sur base de leurs performances propres [26] ne peut s'appuyer, dans un premier temps, que sur le poids des animaux à âge approximatif.

Une fois dans le centre de sélection, les animaux peuvent être placés en cages conçues suivant le système « harem » (Photo 1) avec des familles de un mâle pour dix femelles. Les descendants de ces familles sont alors identifiés à la naissance et leur âge parfaitement connu.

Seule la filiation père-enfant est certaine, du fait de la structure en harem illustrée par la figure

1. Dans ce système, la valeur d'hérabilité peut être appréciée par le double de la pente de régression des performances des fils sur celles des pères, à âge donné [51].

Les descendants doivent alors remplacer les animaux fondateurs. A taux de réforme égal, la pression de sélection sera en principe dix fois plus forte sur les mâles que sur les femelles. Le mâle sélectionné d'une famille doit toutefois être utilisé comme reproducteur d'une autre famille afin d'éviter les problèmes de consanguinité [52].

Dans un pareil système, la régression des performances des descendants sur celles du père peut permettre l'estimation de l'hérabilité au sens large du caractère «poids vif ». L'index génétique des individus soumis à la sélection doit être pris en considération dans le tri des géniteurs à chaque génération [39, 26, 56].

Le choix des individus sujets à la sélection peut alors s'opérer d'une génération à la suivante [53]. Il est nécessaire de sélectionner les meilleurs animaux sur des pools de 3 à 4 générations. A chacune de celles-ci, l'hérabilité du caractère «poids vif» peut être estimée et l'évaluation du progrès génétique calculé sur base du différentiel de sélection [26, 48].

Le principal inconvénient de cette démarche est que la sélection ne s'opère que sur un échantillon limité [37] du point de vue de la diversité génétique de la population caviacole de Butembo. Ainsi, tout mauvais choix au départ peut avoir des conséquences ultérieures importantes. Le fait de choisir des animaux caractérisés par des poids vif corporel (à âge

approximatif) élevés, peut par exemple priver le noyau de sélection de gènes de résistance aux maladies si ces derniers ne sont pas associés aux gènes de croissance. C'est pourquoi le choix des géniteurs au départ ne doit sans doute pas se faire sur des critères trop stricts mais sur des critères d'ensemble tels qu'un poids vif corporel se trouvant dans la gamme de poids de 450 à 600g [2] à parfait état de santé et un aspect extérieur normalement lisible par la vigueur, les narines propres et les yeux clairs.

Compte tenu de la structure en harem, le nombre de mâles fondateurs dont les descendants vont être génétiquement améliorés doit être limité. Tout au plus, un centre de sélection à Butembo ne peut contenir qu'une dizaine de familles soit, sur la base d'un *sex-ratio* de 1/10, soit 10 mâles et 100 femelles au départ afin d'éviter la sur exploitation des mâles de reproduction. Ce ratio est basé sur la capacité d'un mâle à couvrir 10 femelles, sans impact négatif sur son état de santé. Néanmoins la pression de sélection s'exerce en priorité sur la population des femelles, l'introduction d'un second mâle par harem ne devrait pas avoir d'impact négatif sur le mécanisme proposé [43 ; 64]. Sur la base d'hypothèses de 2 jeunes produits par femelle et par gestation, 3 mises-bas par an et 80% de survie des animaux jusqu'à la réforme ou la commercialisation (6 mois), un tel élevage doit être en mesure de produire : $100 \times 2 \text{ jeunes} \times 3 \text{ gestations} \times 80\% \text{ survie} \times 6\text{mois}/12 = 240$ mâles et femelles destinés soit à l'abattage soit à la vente comme animaux reproducteurs. Un tel élevage disposerait en permanence de 110 reproducteurs.

Ainsi selon Minevielle [38], les valeurs de l'augmentation de la consanguinité à attendre d'une telle population «mixée» élevée au sein du centre de sélection, sont $\Delta f = 1/(8 \times 10) + 1/(8 \times 100)$ soit 1,4 %.

Afin d'éviter toutefois de travailler en « vase génétique clos », le centre de sélection peut être amené à réformer le mâle issu d'une filiation paternelle qui aurait parcouru toutes les familles

de l'élevage [52], malheureusement au prix d'un sévère ralentissement de l'amélioration génétique. Dans ce système en effet, les filles futures mères sont les dépositaires des gènes de qualité des mâles mais le reproducteur extérieur nouvellement introduit ne possède que la moitié de la valeur génétique de la population de départ.

À terme, l'amélioration génétique proprement dite peut être réalisée par contrôles réguliers des performances de croissance pondérale chez les descendants [26, 48] élevés dans les conditions de milieu bien déterminées. Conformément au caractère thermophile des cobayes [2], il doit être intéressant de mettre au point un équipement approprié à valeur économique adaptée pour l'élevage des cochons d'inde, afin de permettre la pratique de la caviaculture à grande échelle indépendamment des conditions d'élevage dans la cuisine où le foyer joue le rôle d'unité de chauffage pour les animaux comme c'est le cas pour la ville de Butembo.

À la fin de la sélection, la diffusion des cobayes géniteurs à plus haute valeur génétique de croissance et écologiquement adaptés aux conditions locales devrait être opérée dans les élevages en milieux réels auprès des unités de production des bénéficiaires éleveurs du Consortium de l'Agriculture Urbaine à Butembo (CAUB) et ces derniers pourraient devenir de nouvelles sources de géniteurs.

Conclusion

La synthèse bibliographique fait ressortir les principales caractéristiques et contraintes de l'élevage de cobaye en général, et de l'élevage de cobayes destinés à la consommation humaine à Butembo en vue de mettre en évidence les avantages zootechniques de cette espèce, par rapport aux espèces domestiques classiques, lorsque les surfaces agricoles sont rares. Ces avantages peuvent être amplifiés en ayant recours à des techniques d'élevage améliorées. L'importance de la sélection des cobayes locaux en vue de la production de viande dans une ville soumise à l'insécurité alimentaire semble évidente. De prochaines

études doivent proposer des techniques et équipement d'élevage mieux appropriés à la caviaculture à Butembo.

Remerciements

La Commission universitaire pour le Développement (CUD) est remerciée pour l'aide financière qu'elle a apporté pour la réalisation du projet interuniversitaire ciblé (PIC 2007) autour du « Renforcement de l'autosuffisance alimentaire à Butembo, Nord Kivu, RDC », cadre de notre recherche.

Références bibliographiques

1. AGRISUD INTERNATIONAL ; 2007.- Entreprendre contre la pauvreté (Fighting Poverty Entreprise). Développement durable des filières agricoles dans le Nord Kivu en R. D. Congo. Appui au développement durable des filières agricoles en R. D. Congo. [en ligne] Accès Internet :
http://www.agrisud.org/index.php?option=com_content&task=view&id=188&Itemid=193&lang=fr Consulté le 29/06/2011.
2. BANKS R.; 1989- The Guinea pig: biology, care, identification, nomenclature, breeding and genetics. [en ligne] (19/06/2011) Accès Internet :
<http://netvet.wustl.edu/species/guinea/guinpig.txt> Consulté le 23/06/2011.
3. BENDICH A.; D'APOLITO P.; GABRIEL E. et MACHLIN J.; 1984.- Interaction of dietary vitamin C and vitamin E on guinea pig immune responses to mitogens. *J Nutr*, **114**: 1588-1593.
4. BINDELLE J., ILUNGA Y., DELACOLETTE M., KAYIT M.M., UMBA DI M'BALU J., KINDELLE A.E., 2007. Voluntary intake, chimical composition and in vitro digestibility of fresh forages fed to Guinea pig in periurban rearing systems of Kinshasa (Democratic Republic of Congo). *Trop Anim Health Pro*, **39** : 419-426.
5. BINDELLE J., KINSAMA A., PICRON P., UMBA DI M'BALU J., KINDELE E., BULDGEN A., 2009. Nutritive value of unconventional fibrous ingredients fed to Guinea pig in the Democratic Republic of Congo. *Trop Anim Health Prod*, **41**: 1731-1740.
6. BOUSSARIE D., 2011 Le cochon d'inde : Races et couleurs de cobayes [en ligne] Accès Internet : http://www.cobayesclub.com/races_couleurs_cobaye.htm Consulté le 24/06/2011.

7. CASABIANCA F., VALLERAND F., 1994. Gérer les races locales d'animaux domestiques: une dialectique entre ressources génétiques et développement régional. *Genet Sel Evol.*, **26**, suppl. 1 : 343s-347s.
8. CELESTINO O., 1998. Stratégies alimentaires dans les Andes. [en ligne] . Accès Internet : <http://jda.revues.org/2670>. Consulté le 19/06/2012.
9. CHAUCA DE ZALDIVAR L., 1995. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en los países andinos. *World Anim Rev FAO/AGA* , 83 **2** : 9-10.
10. CICOGNA M., 2000. Les cobayes. *B.E.D.I.M.*, **5** : 1-8.
11. CIGOGNA M., CASTROVILLI C., RIGOGNI M., CREPALDI P., 1994. Effects of different breeding and mating systems on the productivity of the guinea pig, a mini-livestock raised for meat production in the tropics. *Riv Agr Subtrop Trop*, **88** : 129-144.
12. COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX ROUGE, 2010 République Démocratique du Congo : distribution des vivres à plus de 50 000 personnes touchées par la violence au Nord Kivu ; Ressource 22-07-2010. Communiqué de Presse 10/133, Génève / Kinshasa, [en ligne] Accès Internet :

<http://www.icrc.org/fre/resources/documents/news-release/congo-kinshasa-news-2-220710.htm>. Consulté le 21/06/2011.
13. COMITE INTERNATIONAL DE LA CROIX ROUGE, 2009. République Démocratique du Congo : dans le Sud-Kivu et le Nord-Kivu, le conflit menace fortement la situation des civils ; Ressource 07-09-2009. Point sur les activités. [en ligne] Accès Internet: <http://www.icrc.org/fre/resources/documents/update/congo-kinshasa-update-070909.htm> Consulté le 21/06/2011.
14. COUPER P., SINGLETARY K., SJOLUND R., CARDONA M.M., 2010. Biomethodology of Guinea pig [en ligne] (31/08/2010) Accès INTERNET :

- <http://www.osa.sunysb.edu/dlar/VeterinaryServices/Training/Biomethodology%20modules/GPIG.htm> Consulté le 10/07/2011.
15. CUCCIA J., 2009. Guinea pig : care secrets. [en ligne] Accès Internet : <http://www.guineapigcarerevealed.com/> Consulté le 28 juin 2012.
16. CZUDEK R. , 2001. Utilisation rationnelle de la faune sauvage en Afrique : moyen de conservation des ressources naturelles et leur diversité biologique, de l'amélioration de la sécurité alimentaire et du développement rural.- FAO: Rome .- 39 p.
17. DIOUF J., 2009. Elevage, sécurité alimentaire et réduction de la pauvreté (34-57). In F.A.O. La situation alimentaire et de l'agriculture.- Rome : FAO
18. MENSAH G.A. et BAPTIST R., 1986. Aspects pratiques en élevage d'aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) : I. Modes d'accouplement et durée de la reproduction. Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. 39 (2) : 247-252.
19. FERON M. E., 1995. New food sources, conservation of biodiversity and sustainable developppment: can unconventional animal species contribute to feeding the world? *Biodivers Conserv*, 4 : 233-240.
20. FOTSO J-M., NGOU NGOUPAYOU J.D., KOUONMENIOC J., 1995. Performances expérimentales des cobayes élevés pour la viande au Cameroun. *Cah Agric*, 4 : 65-69.
21. FRANSOLET M-C., HORLAIT P. et HARDOUIN J., 1994. Elevage expérimental du cobaye *Cavia porcellus* en région équatorial au Gabon. *Rev. Elev. Med. Vet. Pay.*, 47 : 107-111.
22. HARDOUIN J. et THYS E, 1997. Le mini-élevage, son développement et l'action du BEDIM. *B.A.S.E. (Biotechnol Agron Soc Environ)*, 1 : 92-99.
23. HARDOUIN J., 2003. Production d'insectes à des fins économiques ou alimentaires: Mini-élevage et BEDIM. *Notes faunistiques de Gembloux*, 50 : 15-25.

24. HARDOUIN J., DEMEY F. et FRANSOLET MF., 1991. Le cobaye *Cavia porcellus* L. animal de boucherie en pays tropicaux. *Ann. Gembloux*, **97** : 69-80.
25. JORI F., 2001. La production de rongeurs en milieu tropical. *Bois et Forêts des tropiques, Dossier production de rongeurs / gestion de la faune*, **269** : 31-42.
26. JUSSIAU R., MONTMEAS L., PAPET A., 2006. Amélioration génétique des animaux d'élevage : Bases scientifiques, sélection et croisements.- Dijon : Ed. Educagri .- 322 p.
27. KABAMBA B. et MALUMALU A., 2010. Cadastre des problèmes et recommandations. Cas des provinces du Nord et du Sud-Kivu.- Liège : Programme STAREC-CAPAC.-538 p.
28. KALUME K. M., 2012. Epidémiologie et contrôle de la Theilériose bovine à Theléria parva dans la province du Nord Kivu, République Démocratique du Congo. Thèse : Université de Liège.
29. KITAKYA P. A. , 2007. Interaction entre la gestion foncière et l'économie locale de Butembo, Nord Kivu, République Démocratique du Congo .Thèse : Université Catholique de Louvain : Louvain-la-Neuve,..
30. KITAKYA P. et MAFIKIRI T. A., 2006. Déterminants socioéconomiques du marché foncier en ville de Butembo (Nord Kivu, République Démocratique du Congo). *Parcours et Initiatives*, **5** : 54-86.
31. KOESLAG J.H., 1989. The Guinea pig as meat producer. *ILAIA*, **5** (1) : 22-23.
32. LIU J.-F., LEE Y.-W., 1998. Vitamine C supplementation Restore the Impaired Vitamin E Statut of Guinea pig Fed Oxidized Frying Oil. *J. Nutr.*, **128** : 116-122.
33. LORMEAU A.E., 2010. Contribution à l'étude de *Cavia porcellus* (Linné, 1758) : Atlas radiographique et ostéologique (Mémoire de fin d'étude) Mémoire : Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

34. MAASS B.L., KATUNGA MUSALE D., CHIURI W.L. et PETERS M., 2010. Diagnostic Survey of Livestock Production in South Kivu/DRC. In : Working Document n°210, *Centro Internacional de Agricultura Tropical* (CIAT), Nairobi – Kenya, 2010.- 36p.
35. MAASS L.B., KATUNGA MUSALE D., CHIURI W.L. et PETERS M, 2012. Challenges and opportunities for smallholder livestock production in post-conflict South Kivu, eastern DR Congo. *Trop Anim Health Prod*, **44** : 1221-1232.
36. MARTINI M., 2005. République Démocratique du Congo: Analyse globale de la sécurité alimentaire et de la vulnérabilité-Collection des informations secondaires (CFVA). Strengthening Emergency Needs Assessment Capacity (SENAC).- Rome : PAM.- 74p.
37. MEUWISSEN T et LUO Z., 1992. Computing inbreeding coefficients in large populations. *Genet Sel Evol* , **24** : 305-313.
- MINEVIELLE F. , 1990. Génétique des populations, Facteurs de changement génétique (9-26). In : Minvielle F. Principes d'amélioration des animaux domestiques.- Paris : INRA .- 221 p..
38. MORALES E, 1994. The guinea pig in the Andean Economy: From Household Animal to Market Commodity. *Lat Am Res Rev*, **29** : 129-142.
39. MUGANGU T. et MUSHENGEZI K.V., 2003. Exploitation conflictuelle et non durable par la gestion séparée de systèmes contigus de production et de conservation de la nature: Cas du Mont Tshiyavirimu au Parc National des Virunga, République Démocratique du Congo.(170-186) In : UICN – 2nd Pan African Symposium on the Sustainable Use of Natural Resource in Africa, IUCN-The World Conservation Union, Cambridge, United Kingdom.

40. NATIONS UNIES.2010. Un aperçu des stratégies et programmes de sécurité alimentaire en Afrique de l'Est. Thème : Amélioration de la sécurité alimentaire dans la sous région de l'Afrique de l'Est.(3-22) In ECA/SRO-ICE//2010/09. La sécurité alimentaire dans les pays pilotes: l'Ouganda, le Rwanda, le Kenya, la Tanzanie, le Burundi et la RDC, 14e réunion du Comité Intergouvernemental d'Experts (CEI), Kigali, Rwanda, 15-18 Mars 2010 (version Française)
41. NGOU NGOUPAYOU J.D., KOUONMENIOC J., FOSTO TANGU J.M., CIGOGNA M., CASTROVILLI C., RIGONI M. et HARDOUIN J., 1995. Possibilité de développement de l'élevage du cobaye en Afrique subsaharienne : le cas du Cameroun. *World Anim Rev FAO/AGA*,(83) (2) : 20-28.
42. NIBA T.A., KUDI C.A., TCHOUMBOUE J., ZOLI A.A., FONTEH A.F. et KOMTANGI M-C., 2004. Influence of birth weight and litter size on the weaning growth performance and survival of guinea pig (*Cavia porcellus* L.). *Journal of the Cameroon Academy of Sciences*, 4 : 19-25.
43. NOONAN D., 1994. The Guinea Pig (*Cavia porcellus*), *ANZCCART News*, 7 : 1-8.
44. NUMBELA E.R. et VALENCIA C.R., 2003. Guinea Pig. Management Manual. – Provo : *Benson Agriculture and Food Institute*
45. NUWANYAKPA M., LUKEFAHR S.D., GUDAHL D. et NGOU NGOUPAYOU J.D., 1997 The current stage and future prospects of guinea pig production under smallholder condition in West Africa: 2. Cameroon case. [en ligne] Accès Internet : <http://www.lrrd.org/lrrd9/5/gp952.htm> Consulté le 2/07/2011.
46. PAULAIS A. M., 2011. La révolution génomique animale.-Paris : Éditions France Agricole.- 161 p.

47. QUINJANDRIA B., CHAUCA DE ZALDIVAR L.et ROBINSON O.W., 1983.
Selection in Guinea pigs: I. Estimation of phenotypic and genetic parameters for litter size and body weigh. *J. Anim. Sci.*, **5** : 814-819.
48. REHLING A. et TRILLMICH F., 2007. Weaning in the guinea pig (*Cavia aperea f. porcellus*) : Who decides and by what measure ?. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **62** : 149-157.
49. ROBERT-GRANIÉ C., LEGARRA A. et DUCROCQ V. ,2011. Principes de base de la sélection génomique. *INRA Prod. Anim.*, **24** : 331-340.
50. ROCHAMBEAU H. DE et CHEVALET C. ;1985. Minimisation des coefficients de consanguinité dans les petites populations d'animaux domestique. *Génét Sel Evol*, **17** : 459-480.
51. ROCHAMBEAU H. DE. ; 2007. Variabilité génétique des races animales domestiques - Les principes de l'amélioration génétique des animaux domestiques. Concept in animal breeding : Introduction. *C. R. Acad. Agri. Fr.*, **93** : 1-9.
52. RONSON J.P., BAKUNZI., BONTE A .KAMALEBO B., LUTETE V., MIBANGA M., ELOFA J., BAKUNZI PH., KABADI N., TSIMANGA R., MBANTSHI M., THOMA S., MILAMBO A., KABAMBA M., MASHOKO J., NGEKA L.et KANDELE J.-P., 2003. Le petit élevage familial, un moyen de lutte contre la malnutrition et la pauvreté ?.- Rome : Fao
53. SAHANI M., 2011. Le contexte urbain et climatique des risques hydrographiques de la ville de Butembo (Nord Kivu, RDC) (PhD Thesis).Thèse : Liège : Université de Liège
54. SANLAVILLE C.et CHARMOT-BENSIMON D., 2010. La génétique quantitative (639-831). In GRIFFITHS A., WESSLER S., LEWONTIN R., CAROLL S. (Ed.), Introduction à l'analyse génétique.- 5^e éd.-Paris : De Boeck Université.

55. TOLLENS E., 2008. Flambé des prix alimentaires et les actions à entreprendre dans l'immédiat (et après) pour la RDC. Atelier: Parvenir à la sécurité alimentaire en RDC: Actions immédiates et les investissements à long terme dans l'agriculture. IFPRI - Min. Agri & Dév. Rur., RDC, Kinshasa - Gombé, 2008.-10 p.
56. UNDP, 2010. The Real Wealth of Nations: Pathways to Human Development. In Human Development Report 2010 - 20th Anniversary Edition.- New York UNDP
57. WEINER G. et ROUVIER R., 2009. L'amélioration génétique animale.- Gembloux : Presses Agronomiques de Gembloux ; Wageningen : CTA ; Ed. Quae.- 278 p.
58. WILSON R.T. , 2009. Fit for purpose-The right animal in the right place. *Trop Anim Health Prod.*, **41**, 1081-1090.
59. COSTER P., BENAMMI M., LAZZAZI V., BILLET G., MARTIN T., SALEM M., ABOLHASSAN BILALA., CHAIMANEE Y., SCHUSTER M., VALANTIN X., BRUNET M. and JAEGER J.-J. 2010. *Gandeamus lavocati sp. nov.* (Rodentia, Hystricognathi) from the early Oligocene of Zallah, Libya: first African caviomorph?. *Naturwissenschaften* **97**, 697 – 706.
60. MENSAH G.A. et BAPTIST R., 1986. Aspects pratiques en élevage d'aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) : I. Modes d'accouplement et durée de la gestation. *Rev. Elev. Méd. Vét. Pays. 39* (2) : 247-245.
61. MENSAH G. A., BRÖNNEMANN, STIER C.-H. et GALL C. F., 1992. Aspects pratiques en élevage d'aulacodes (*Thryonomys swinderianus*). V. Croissance et usure normales des incisives. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 45 (2): 175-178.
62. MENSAH G. A., SCHWARZENBERG A., STIER C.-H, KANGNI T. et GALL C. F., 1996. Aspects pratiques en élevage d'aulacodes (*Thryonomys swinderianus*). VI. Mesures préventives contre la mauvaise usure des incisives. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.* 49 (4): 341-346.

63. SACHSER N., KUNZL CH., KAISER S., The welfare of laboratory Guinea pigs;
Département of Behavioural Biology; University of Münster; Germany. Animal
Walfar. 2, 181-208.

64. CIGOGNA M., Guide technique d'élevage n°4 sur les cobayes.(en ligne) Accès
Internet: http://www.cd3wd.com/data/1005/_ag_cobayes_bedim_fr_lp_105400_.pdf
Consulté le 15/10/2013.

DIAGRAMMES, FIGURES ET TABLEAU

Tableau I. Principales races ou variétés de cobayes domestiques élevés à Butembo

Races (ou variétés)	Principales caractéristiques de robe	Illustrations
1. Unicolore poils lisses (UPL)	Classique unicolore, à poils lisses.	
2. Texel	Poils longs et ondulés.	
3. Himaleyenne	Nez et oreilles chocolats à noirs et yeux généralement rouges.	
4. Hollandaise	Bicolore ou tricolore à train postérieur coloré, avec une bande centrale blanche, et présence d'une tache qui englobe les oreilles et les yeux de chaque côté de la tête.	

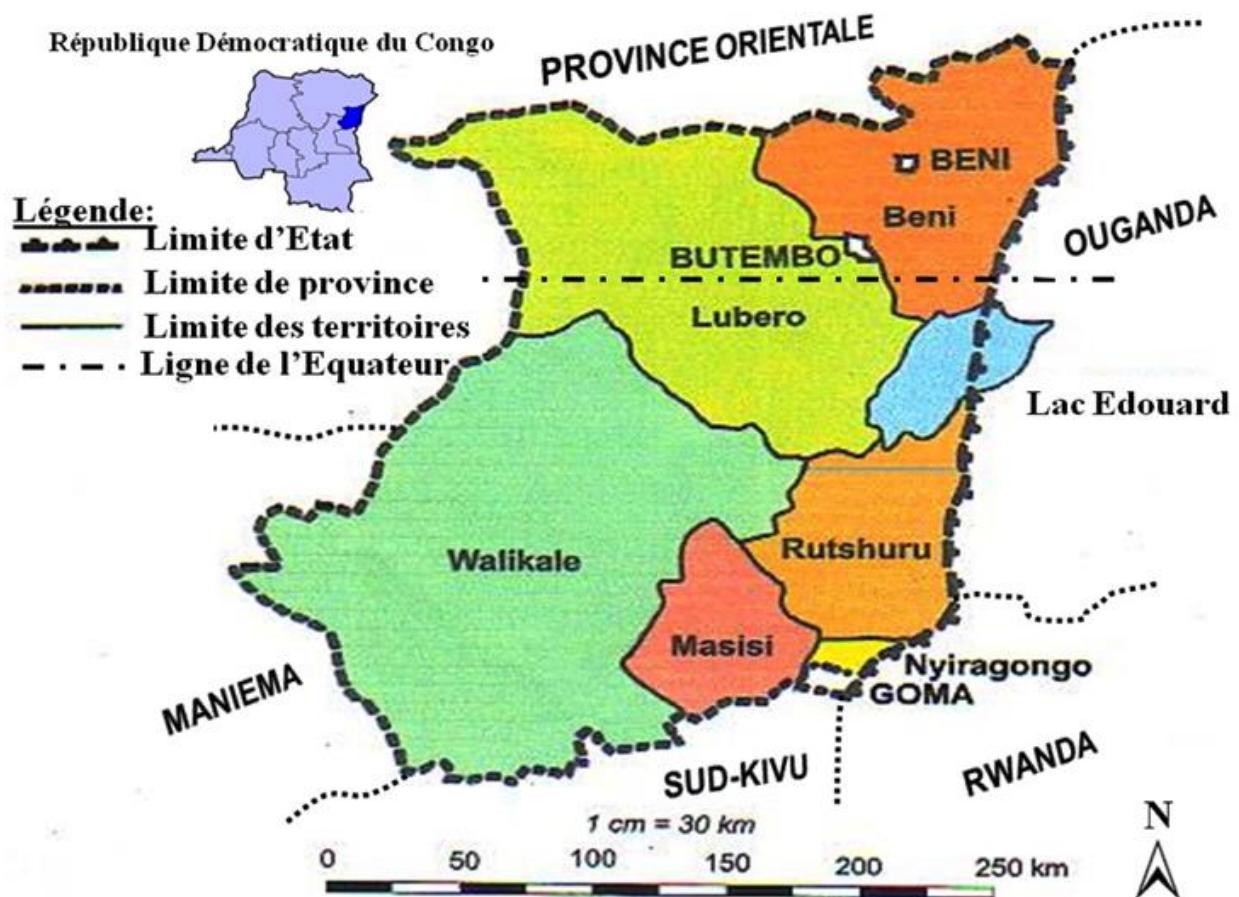


Figure 1. Localisation de la Ville de Butembo sur la carte administrative de la province du Nord Kivu en République Démocratique du Congo [Carte adaptée de Kalume K.M. (2012)].



Photo 1. Système d'élevage en cages suspendues étagées à deux niveaux (Elevage PIC 2007 ULg-ULB-UCG à Butembo/ Nord Kivu/ RDC).

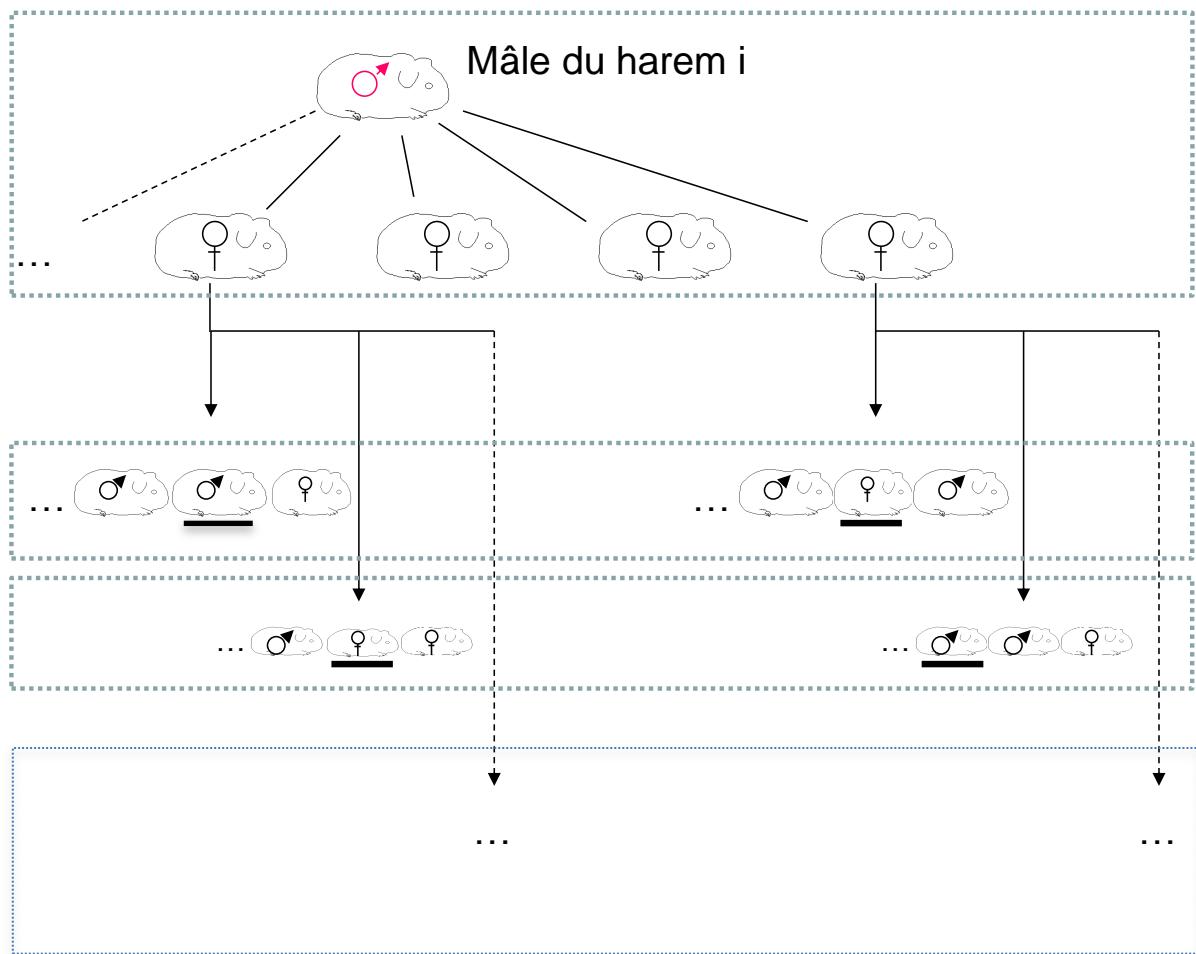


Figure 2. Proposition de schéma de sélection de cobayes

(Animaux soulignés: meilleurs x% sur base des propres performances, destinés soit à renouveler les femelles du propre harem ou à remplacer le mâle du harem i.