

Systèmes d'élevage caprins en zone tropicale : analyse des fonctions et des performances

G. ALEXANDRE¹, R. ARQUET², J. FLEURY², W. TROUPÉ², M. BOVAL¹, H. ARCHIMÈDE¹,
M. MAHIEU¹, N. MANDONNET¹

¹ INRA, UR143, Unité de Recherches Zootechniques, F-97170 Petit-Bourg, Guadeloupe

² INRA, UE1294, Plateforme Tropicale d'Expérimentation sur l'Animal,
F-97170 Petit-Bourg, Guadeloupe

Courriel : Gisele.Alexandre@antilles.inra.fr

La plupart des caprins dans le monde sont élevés dans des systèmes d'élevage traditionnels extensifs ou semi-extensifs avec un faible niveau d'intrants. Ils contribuent fortement à l'économie familiale et à la culture régionale. Malgré l'accroissement de la population mondiale de chèvres, l'amélioration de la productivité de ces systèmes d'élevage reste un enjeu majeur pour le développement des populations du Sud en réponse aux besoins croissants en viande et en lait.

Les productions animales en zone tropicale, à l'instar de l'ensemble des productions agricoles, sont confrontées aux grands enjeux de la durabilité (Dedieu *et al* 2011). L'élevage des caprins est également soumis à ces défis (Peacock 2005, Devendra 2007, Dubeuf 2011), mais il possède de nombreux atouts, en raison de ses potentialités et de sa multifonctionnalité. Toutefois, ce potentiel reste largement sous-exploité au regard des besoins (Ahuya *et al* 2005, Iniguez 2011), car ce secteur est peu soutenu techniquement et institutionnellement. Dermott *et al* (2010) estiment que l'écart de productivité peut atteindre 300% entre les résultats obtenus en fermes et en stations expérimentales. Alexandre et Mandonnet (2005) ont rapporté des gains possibles de productivité de 130 ou 180% (phase pré et post-sevrage, respectivement) en améliorant les modes d'élevage.

Ces dernières années ont connu un renouveau des travaux sur les caprins. Dubeuf (2011) et Rege *et al* (2011) soulignent l'intérêt pour la recherche de soutenir ce secteur d'activité agricole, notamment dans les régions où les perspectives de développement de l'élevage caprin semblent favorables. En effet, souvent dans ces régions, les éleveurs et les professionnels de l'élevage souffrent d'un énorme manque de formation et d'accès aux savoirs techniques. Il convient alors de questionner les activités de transfert des connaissances. Boyazoglu *et al* (2005) et Rege *et al* (2011) recommandent de porter une

attention particulière aux facteurs discriminants pour l'agriculteur lui-même, en d'autres termes, de fournir des recommandations pratiques fondées sur des données factuelles visant à améliorer la gestion et à augmenter la production. L'objectif de cette synthèse est d'identifier les contraintes de la production caprine allaitante et laitière en milieu tropical et de proposer des techniques d'élevage dans une perspective de développement durable, c'est-à-dire avec un apport maîtrisé en intrants.

1 / Panorama des systèmes tropicaux de production caprine

1.1 / Le contexte : races et milieu

Le milieu tropical fait peser de nombreuses contraintes (climatiques, alimentaires et pathologiques) sur les productions animales qui ont été décrites récemment dans le numéro spécial de la revue INRA productions animales consacré à l'«Élevage en régions chaudes» (Coulon *et al* 2011). Grâce à leur capacité d'adaptation élevée (Silanikove 2000) et leur bon niveau de «fitness» (Alexandre *et al* 1999, Browning *et al* 2006), les caprins sont élevés dans une gamme étendue de conditions agro-environnementales et selon un large éventail de systèmes de production. Le tableau 1 présente les capacités développées par la chèvre pour faire face à ces contraintes dans différents milieux tropicaux.

Ces capacités s'expriment à travers une grande diversité de races dans le monde (Dubeuf et Boyazoglu 2009, Montaldo *et al* 2010). Galal (2005) rapporte que les experts de la FAO évaluaient à 570 le nombre de races caprines en 2000, mais en raison de redondances dues à des appellations régionales ce nombre ne serait vraisemblablement que de 115. La variabilité phénotypique dans l'espèce caprine est grande avec des poids de mâles adultes variant de 20 à 130 kg (Galal 2005). Les caractères de reproduction et de lactation ont été répertoriés selon les races, régions et modes d'élevage (tableau 2) : le coefficient de variation varie de 30 à 60% pour le poids de la femelle, de 20 à 25% pour la taille de la portée et de 10 à 90% pour la production de lait. Bien entendu les conditions agro-écologiques et les modes d'élevage (Devendra 2007) auxquels sont associées ces races expliquent sans doute une grande part de ces variations que ce soit en zones sèches (Iniguez 2011) ou plus humides (Daramola et Adeloje 2009).

1.2 / Diversité des systèmes d'élevage et de leurs fonctions

Les systèmes d'élevage en zone tropicale (Devendra 2007, Dedieu *et al* 2011) peuvent être classés, selon les ressources disponibles (*sensu lato*), les fonctions occupées, ou encore selon les conditions pédoclimatiques. Toutes ces typologies laissent apparaître une formidable diversité entre, par exemple,

Tableau 1. Principales contraintes de la production caprine en zone tropicale et adaptations développées par la chèvre (d'après Alexandre et Mandonnet 2005, Mahieu *et al* 2008, 2009).

Contrainte	Adaptations	Race	Références*
Climat			
Général	Adaptations globales	West African Dwarf (WAD), Kiko et Spanish (Sud USA)	Pfister et Malechek (1986), Lebbie et Ramsay (1999), Erasmus (2000), Iniguez (2004), Browning <i>et al</i> (2006), Daramola et Adeloye (2009)
Latitude	Reproduction saisonnière Effet mâle		Delgadillo <i>et al</i> (1997), Meyer et Djoko (2010), Fatet <i>et al</i> (2011)
Chaleur	Diminution du métabolisme, halètement, sudation	Kutchi (Inde), Saanen x Boer, Saanen, Alpine	Shinde <i>et al</i> (2000), Silanikove (2000), Ligeiro <i>et al</i> (2006)
Alimentation			
Variabilité des ressources	Comportement brouteur, sélectif, opportuniste	Maradi Afrique de l'Ouest, Xhosa et Nguni Afrique du Sud, Korean Black goat	Lu (1988), Ramirez (1999), Sangare et Pandey (2000), Shinde <i>et al</i> (2000), Choi <i>et al</i> (2006), Ouédraogo-Koné <i>et al</i> (2006), Archibold <i>et al</i> (2011), Bacha <i>et al</i> (2011).
Restriction et déséquilibres nutritionnels	Efficacité digestive, recyclage N, mobilisation des réserves corporelles	Small East African (SEA) Thai native	Morand-Fehr et Doreau (2001), Kumagai et Ngampongsai (2006), Patra (2009), Patterson <i>et al</i> (2009), Asmare <i>et al</i> (2011), Safari <i>et al</i> (2011), Schlecht <i>et al</i> (2011)
Tanins	Adaptation, résilience	Mamber, Locale Israel	Silanikove <i>et al</i> (1996), Muir (2011)
Restriction en eau	Adaptation à la déshydratation	Barmer du Rajasthan, Tswana, Bedouin, chèvre du Soudan, Sirohi, Marwari et Kutchi (Inde), chèvre d'Arabie Saoudite, chèvre de Somalie	Adogla-Bessa et Aganga (2000), Silanikove (2000), Muna et Ammar (2001), Misra et Singh (2002), Mohammed (2006), Mengistu <i>et al</i> (2007)
Pathologies			
Strongles gastro-intestinaux	Résistance, résilience	Chèvres Thaï, SEA, Créole de Guadeloupe, WAD, croisées Cashmeer, Barbari et Jamunapari (Inde)	Pralomkam <i>et al</i> (1997), Baker <i>et al</i> (1998), Costa <i>et al</i> (2000), Mandonnet <i>et al</i> (2006), Vagenas <i>et al</i> (2002), Bishop et Morris (2007), Chiejina et Behnke (2011), Rout <i>et al</i> (2011)
Trypanosomes	Tolérance ou résilience	WAD	Fakae et Chiejina (1993), Davila <i>et al</i> (1998), Osaer <i>et al</i> (1999), Kalu <i>et al</i> (2001), Faye <i>et al</i> (2002), Faye <i>et al</i> (2005), Chiejina <i>et al</i> (2009).
Coccidiose	Pas de contamination croisée avec autres espèces. Semble avoir plus d'incidence sur les jeunes si niveau d'hygiène déficient (contamination fécale) Différences de sensibilité entre races	WAD, Haimen goat Chine), locales (Argentine, Brésil, Jordanie, Pakistan, Sri Lanka), Jakhrana (Inde), Nubienne...	Hassum et Menezes (1999), Nikam et Kamble (1999), Mohammed <i>et al</i> (2000), Abebe et Esayas (2001), Akram et Najma (2001), Faizal A et Rajapakse (2001), Mancebo <i>et al</i> (2002), Abo-Shehada et Abo-Farieha (2003), Agyei <i>et al</i> (2004), Dai <i>et al</i> (2006), Sharma <i>et al</i> (2009)

* liste des références complètes dans Alexandre et Mandonnet (2005), Mahieu *et al* (2008, 2009).

des élevages pastoraux extensifs et des élevages confinés intensifs ou entre des élevages de subsistance et des élevages strictement commerciaux.

Les ouvrages de référence (Devendra et Burns 1983, Pea-cock 1996, Wilson 1998) cités par Alexandre et Mandonnet (2005) rapportent que les caprins sont

habituellement associés à des systèmes de production traditionnels peu artificialisés utilisant de faibles externalités. Cela reste encore valable de nos jours (Ahuya *et al* 2005, Iniguez 2011). Toutefois, «traditionnel et extensif» ne signifie pas une absence de gestion, puisque nomadisme, transhumance ou système à l'attache sont des réponses

sophistiquées à la diversité des ressources alimentaires. Une évaluation économique de fermes en Ouganda par exemple montre que l'élevage à l'attache se révèle plus profitable (i.e. marge brute par animal) que les autres systèmes d'alimentation «free» ou «zero-grazing», (Mwebe *et al* 2006 cité par Ahuya *et al* 2009). Par son comportement alimentaire

Tableau 2. Variabilité des performances des caprins à l'échelle mondiale (selon les revues de Galal 2005, Degen 2007, Alexandre et al 2010, Archimède et Alexandre 2011).

Région/Variable	Nombre de races	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Afrique					
Poids adulte femelle, kg	33	38,7	21,8	20,0	94,0
Taille de portée, nombre	17	1,38	0,33	1,00	2,10
Production de lait, kg par lactation	5	100,8	92,8	46,4	500,4
Asie et Pacifique					
Poids adulte femelle, kg	111	32,3	9,0	14,0	100,0
Taille de portée, nombre	79	1,41	0,37	1,00	2,94
Production de lait, kg par lactation	71	136,1	54,3	16,0	550,0
Amérique Latine et Caraïbe					
Poids adulte femelle, kg	13	30,6	13,3	13,0	50,0
Taille de portée, nombre	13	1,45	0,31	1,08	2,13
Production de lait, kg par lactation	5	226,2	24,4	60,0	371,0

et ses capacités digestives, la chèvre est en mesure d'exploiter des zones de parcours (Ramirez 1999, Basha *et al* 2012), de valoriser de nombreux types de sous-produits (cf. *infra*, Alexandre *et al* 2011). C'est aussi cette variabilité des comportements qui lui permet d'être associée à la fois aux systèmes agro-pastoraux très fréquents (Degen 2007, Iniguez 2011) mais aussi au système périurbain (Diogo *et al* 2010, Dedieu *et al* 2011) allant jusqu'à valoriser des résidus du marché de la ville. Cette espèce reconnue pour sa grande souplesse d'exploitation, se retrouve aussi dans des schémas de production intensive, de grande taille. Les systèmes intensifs (confinement, apports de rations mixtes, prophylaxie) sont encore en vigueur de nos jours dans différentes régions chaudes (Abdullah et Musallam 2007, Lee *et al* 2008, Germano Costa *et al* 2010).

De nombreuses fonctions sont reconnues à la chèvre, principalement en zone tropicale où la multifonctionnalité de l'élevage est une caractéristique forte (Wilson 2009, Dedieu *et al* 2011). Peacock (1996) a décrit pas loin de vingt produits et services assurés par les caprins : soutien à l'économie familiale, vecteur de résorption de la pauvreté, valorisateur des zones marginales (Kosgey *et al* 2008, Iniguez 2011) etc. Ils permettent aussi de couvrir les besoins croissants des populations en produits alimentaires (Dermott *et al* 2010, Dubeuf 2011). Aussi les produits, lait ou viande, reconnus entre autres pour leurs qualités nutritionnelles (Silanikove *et al* 2010, Mahgoub *et al* 2011) représentent-ils de réelles opportunités.

1.3 / Quelques pistes encourageantes

C'est par exemple le cas en Production Laitière (PL), dans des systèmes pastoraux (Degen 2007) d'Asie, d'Afrique et d'Amérique Latine exploitant des races locales en systèmes mobiles ou sédentaires (190 à 450 g de lait/j), très directement dépendant des conditions biophysiques (36% de différence de PL entre saison humide et sèche). La PL obtenue dans des exploitations familiales de petite taille (4 chèvres et un bouc) suivies dans un projet de recherche-développement tel que FARM-Africa au Kenya (Ahuya *et al* 2009) appliquant des techniques d'élevage adéquates (race laitière, confinement, ration mixte et suivi sanitaire) joue un rôle de dynamisation du tissu rural et conforte la sécurité alimentaire dans ces zones difficiles. Les performances rapportées sur près de dix ans de suivi atteignent 503 ± 142 kg lait en 225 ± 33 jours de lactation en moyenne. De même, en production de viande semi-intensive, des niveaux de productivité élevés sont rapportés pour un troupeau de chèvres Créole élevées sur des pâturages tropicaux (1400 kg de chevreaux sevrés/ha/an) à la station INRA de Guadeloupe (Mahieu *et al* 2008). Un haut niveau de performances peut donc être atteint avec une race non sélectionnée (avec les outils modernes de sélection) par l'homme, sur la base de pratiques agro-écologiques (rythme de reproduction intensif sans hormones, pâturages tropicaux, contrôle intégré de la santé). Des travaux sur les caprins d'Ethiopie (race Sidama) élevés en «*feedlot*» alimentés à base de produits de l'exploitation (foin de graminées, graines de coton) mon-

trent aussi des résultats satisfaisants : 11 kg de carcasse pour des chevreaux avec 56% de rendement vrai (Solomon *et al* 2008).

2 / Conduites d'élevage adaptées aux contraintes des zones tropicales

L'analyse des systèmes d'élevage économes en intrants et performants permet de mettre en lumière les principales clés du progrès.

2.1 / La reproduction : clé de pilotage de l'ensemble du système

Dans le secteur des Petits Ruminants (PR), la rentabilité des exploitations dépend essentiellement de l'efficacité de la production de jeunes et le facteur le plus important affectant cette efficacité est la reproduction (cf. revue d'Alexandre *et al* 2010). Il est important que les éleveurs soient capables de gérer la reproduction de leurs chèvres en fonction de leurs propres objectifs, de la disponibilité d'aliments et de la demande du marché (Peacock 1996). En effet, la reproduction est un point clé permettant de piloter l'ensemble du système d'élevage.

L'utilisation de «l'effet mâle» (mise en présence des chèvres reproductrices et du mâle uniquement au moment de la lutte) permet d'induire l'œstrus et l'ovulation et d'augmenter la fertilité globale. Les travaux de Chemineau *et al* (1991), ont défini cette technique de contrôle de la reproduction qui a été mise en œuvre avec succès en Guadeloupe (Alexandre

Tableau 3. Utilisation de feuillages et de ressources alimentaires non conventionnelles par des caprins en zone tropicale (d'après Alexandre et al 2012).

Région	Race	Ration	Réponse animale
Animaux en croissance			
Cuba	Croisées	Mûrier complété à 2,5% PV (sur la base de MS)	86 g/j (226% du témoin zéro)
Vietnam	Batchao x Indiennes	<i>Artocarpus</i> à 50% de ration Canne à sucre et <i>Bracchiaria</i>	58 g/j (0% du témoin concentré céréales + soja)
Vietnam	Locale	Pâturage naturel + feuilles de manioc fanées	54 g/j (191% du témoin zéro ou 141% du témoin guinée)
Cameroun	Naine Afrique de l'Ouest	<i>Calliandra</i> et <i>Leucaena</i>	55 ou 59 g/j (sec et pluv resp) (88% ou 92% du témoin zéro)
Iles Samoa	AngloNubine x Fidji	Tourteau de coprah, farine d' <i>artocarpus</i> + <i>pennisetum</i>	109 g/j (67% du témoin zéro)
Ethiopie	Sidama	Farine de graines de coton + foin de graminées trop (40% ration)	65 g/j (640% du témoin zéro)
Afrique du Sud	Xhosa	Feuilles de <i>Moringa oleifera</i> (50% de conc) + foin + son de blé	103 g/j (238% du témoin zéro)
Tunisie	Locale	Cactus inerme + foin d'avoine + concentré	49g/j (42% du témoin ration mixte)
Cambodge	Local (en fermes)	Ensilage de feuilles de manioc	63 g/j (180% du témoin pâturage naturel)
Thaïlande	Thai native* AngloNubien	Farine de coprah	63 g/j (0% du témoin farine de soja + ration de base = ensilage de blé + purée manioc + urée)
Production de lait			
Costa Rica	Locale x laitières	Mûrier à 3,5% PV (base MS) + <i>pennisetum purpureum ad libitum</i>	2,3 kg/j
Costa Rica	Locale x laitières	36% de Mûrier + 64% <i>Pennisetum purpureum</i> × <i>P. Typhoides</i>	876 kg/300 j
Chili	Locale x laitières	Pâturage + mûrier à 50 ou 100% des besoins	483 et 432 g/j (132% ou 118% du témoin pâturage naturel)
Nigeria	Red Sokoto	Tourteau de coton + sous produits locaux	550 g/j (174% du témoin foin de <i>Digitaria</i>)

et al 1999, Mahieu et al 2008) et au Mexique, couplée si nécessaire avec des manipulations photopériodiques, (Delgadillo et al 2003, Mellado et al 2006). Il est important de souligner que cette technique augmente à la fois la productivité tout en préservant la durabilité par le biais d'une synchronisation naturelle de l'œstrus (Chemineau et al 1991). Plus précisément en Guadeloupe, la reproduction est gérée en utilisant systématiquement l'effet mâle, de manière à obtenir trois parturitions en deux ans. Trois périodes fixes d'accouplement de 30 jours chacune, espacées de 4 mois, impliquant la moitié du troupeau, sont organisées chaque année. Les périodes d'accouplement sont choisies pour faire correspondre les fins d'engraissement des chevreaux à des périodes de demande élevée de viande sur le marché et aussi de disponibilité en main-d'œuvre. Les chevreaux sont sevrés entre 10 et 12 semaines d'âge, et les femelles sont accouplées immédiatement après le sevrage. Les performances de reproduction (Alexandre et al 1999) et les résultats de productivité obtenus depuis 1984 sont très élevés (Mahieu et al 2008) : le nombre de services par mise bas, défini comme le nombre total d'accouplements nécessaires après une mise bas pour induire la suivante, est proche de 1 (1,06 à 1,09) montrant ainsi l'efficacité du mâle.

L'intervalle entre mise bas s'est stabilisé entre 245 et 250 jours. La prolificité est de 1,93 chevreau par femelle. La durée de la période de mise bas du troupeau est inférieure à 30 jours dans 97% des cas ; 83 et 89% de femelles mettent bas dans les 21 premiers jours de chaque période de mise bas.

2.2 / Gestion de l'alimentation et stratégies de complémentation

Comme le soutient Peacock (1996), les agriculteurs dans les régions tropicales, sont davantage enclins à gérer l'alimentation de leur troupeau en fonction des ressources disponibles plutôt qu'en fonction des besoins alimentaires des animaux. Aussi les recommandations doivent aider les éleveurs à faire un usage plus efficace des ressources localement disponibles telles que les fourrages grossiers ou les Ressources alimentaires Non Conventionnelles (RNC). Cette stratégie, argumentée depuis longtemps par Preston et Leng (1987) qui suggèrent fortement de mettre en phase tout le système d'élevage avec les ressources disponibles, est encore plus pertinente de nos jours où des modèles de développement durable sont à promouvoir. Plus précisément, il convient d'évaluer les performances des animaux relativement à la biomasse disponible sous les tropiques. En fait, il y a souvent

un handicap à l'élevage de chèvres à haut niveau de production en milieu tropical, les concentrés occupant une part importante dans leur alimentation. Aussi, il est nécessaire de rechercher un compromis entre le potentiel des animaux et les caractéristiques des ressources alimentaires tropicales pour augmenter le résultat économique et préserver les opportunités d'un système de production animale durable (tableau 3).

En prenant en compte les besoins théoriques de chèvres laitières de milieu tempéré (INRA 1988) et les unités d'encubrement de la plupart des ressources alimentaires tropicales, la densité nutritionnelle de l'aliment doit varier entre 1,0 et 1,2 UF/kg de MS ingérée et de 70 à 120 PDI/kg MS ingérée. Les animaux en croissance sont moins exigeants que les animaux laitiers, mais pour les caprins de milieu tempéré en croissance, la densité peut varier entre 0,8 à 1,0 UF/kg de MS ingérée et de 70 à 110 PDI/kg MS ingérée. Il est difficile d'obtenir ces niveaux de densité nutritionnelle avec la plupart des ressources fourragères tropicales disponibles dans les conditions classiques de gestion. Les données accumulées à l'INRA de Guadeloupe (Liméa et al 2009) indiquent que des croissances de 35 à 40 g par jour peuvent être obtenues avec des caprins Créole dont le potentiel de

Encadré 1. Utilisation des ressources alimentaires non conventionnelles par les caprins tropicaux.

Une base de données sur l'utilisation des Ressources alimentaires Non Conventionnelles (RNC) par les caprins tropicaux est en cours de constitution (Alexandre *et al* 2012) comprenant 63 articles (162 traitements) avec des données concernant l'ingestibilité, la digestibilité, les performances de lactation et/ou de croissance ainsi que la qualité du lait ou de la viande.

Les études rassemblées dans la base concernent plusieurs génotypes animaux : les races régionales (50% des données), croisées ou non avec des races exotiques spécialisées (plus ou moins adaptées au milieu).

Les RNC sont très variées et relèvent des grandes familles d'aliments rapportées par Archimède *et al* (2011), prairies (ou parcours) naturelles, fourrages grossiers, protéagineux, oléagineux, ressources azotées (dont les feuillages tannifères ou non) ou sous-produits de l'agro-industrie. L'utilisation des RNC est très répandue dans les systèmes d'élevage tropicaux et est un thème qui fait l'objet de nombreuses études que ce soit en Asie (Devendra et Sevilla 2002, Theng *et al* 2003), en Afrique (Mtengeti et Mhelela 2006, Lukuyu *et al* 2011) et en Amérique Latine (Ramirez 1999, Rodriguez 2011). Le tableau 3 en donne quelques exemples.

croissance est d'environ 80 g/j, ingérant de l'herbe âgée de moins de 28 jours, fertilisée et irriguée. La complémentation est donc obligatoire si l'on veut maximiser la production des animaux. Chez les caprins de race Créole, par exemple, le concentré (1,1 UF et 150 PDI/kg MS) doit représenter 50% de la matière sèche ingérée pour maximiser la croissance (Liméa *et al* 2009).

Sauf pour les fourrages de haute valeur alimentaire, il est envisageable d'associer des RNC avec des sources de fourrage, pour obtenir des performances animales élevées. La principale contrainte de ce type de régime est sa valeur d'encombrement élevée et par conséquent sa densité nutritionnelle relativement faible en énergie et en azote. Patra (2009) a effectué une méta-analyse sur l'impact de l'association de ressources arbustives et/ou de feuillages aux graminées : la réponse de la matière sèche totale ingérée au pourcentage de feuillage introduit dans la ration est de type quadratique avec un maximum atteint pour un taux d'incorporation de 42%. D'autres RNC très utilisées sont les tubercules de manioc et de patates, la banane. Ces ressources ont l'inconvénient d'être riches en eau quand elles sont utilisées en vert ce qui peut limiter la quantité de matière sèche totale ingérée par les animaux. Elles sont aussi carencées en azote ce qui impose un fort apport de concentré protéique pour que la ration atteigne les 15% de MAT nécessaires pour maximiser la production laitière. Le séchage de ces matières premières peut être réalisé de façon artisanale ou industrielle. Il est indispensable pour éliminer les précurseurs de l'acide cyanhydrique contenus dans certaines variétés de manioc. La valeur énergétique des produits séchés est proche de celle des céréales : 1,1 à 1,2 UF/kg de MS. Certains tourteaux tropicaux, plus ou moins riches en protéine (arachide, coton, coprah) issus de fabriques artisanales, peuvent être dispo-

nibles mais les coûts et certains risques sanitaires (présence d'aflatoxines, de gossypol) peuvent limiter leur utilisation. Ces ressources représentent cependant la principale source de protéines commercialisée dans les pays de l'Afrique de l'Ouest, par exemple. La solution la plus utilisée sur les petites exploitations est le recours à des ressources fibreuses (des feuillages) qui sont plus ou moins riches en protéines dont la dégradabilité est plus ou moins élevée (Wanapat 2009). De nombreuses autres ressources ont été testées (encadré 1).

2.3 / Lutte intégrée contre le parasitisme

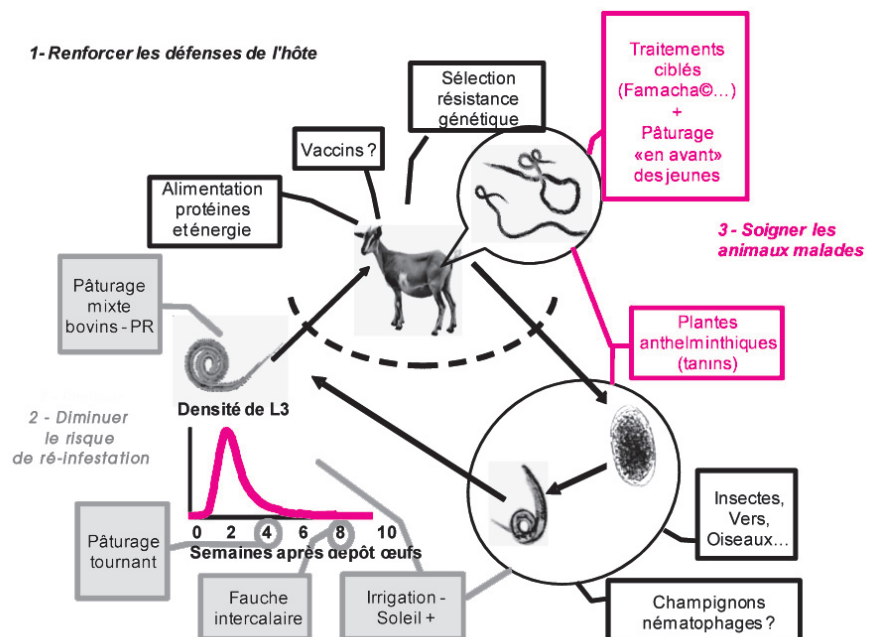
Dans toutes les zones tropicales humides, le niveau d'infestation parasitaire

des caprins au pâturage est tel qu'il peut entraîner des pertes de production de 15 à plus de 50% par morbidité et mortalité (Mandonnet *et al* 2005). Les conditions de température et d'humidité sont en effet propices à un développement rapide des œufs en larves infestantes (L3), qui combiné à une forte production fourragère et un chargement élevé, conduit à une contamination intense des pâturages (Aumont *et al* 1991, cité par Mahieu *et al* 2008). Cet impact des strongles gastro-intestinaux est également dû à la grande sensibilité des caprins en liaison avec leur alimentation spontanément de type «cueilleur» qui ne leur a pas permis de développer des mécanismes de résistance aussi élaborés que ceux des ovins (Hoste *et al* 2010).

Classiquement les méthodes de lutte ont été basées sur le traitement systématique des troupeaux. Cela a entraîné la sélection de souches parasitaires résistantes aux différents traitements sous toutes les latitudes (Sangster 1999), d'abord au fenbendazole (dès 1984 en Martinique, Gruner *et al* 1988, en 1995 en Guadeloupe, Barré *et al* 1997, cités par Mahieu *et al* 2008) et actuellement à toutes les benzimidazoles, à l'ivermectine, au levamisole et même dans certains élevages à la moxidectine (enquête menée en 2011 et 2012 en Guadeloupe).

Une autre approche du contrôle des parasites (figure 1), écologiquement et économiquement durable, doit être envi-

Figure 1. Représentation des trois composantes et des pratiques à mettre en œuvre dans la lutte intégrée contre les parasites gastro-intestinaux chez les caprins.



Encadré 2. Sélection de la chèvre Créole de Guadeloupe pour une production en race pure.

L'inadéquation entre l'offre et la demande de viande caprine en Guadeloupe a conduit à l'augmentation du prix de celle-ci et à une dépendance croissante vis-à-vis des importations. Par ailleurs, la valeur patrimoniale et identitaire de l'élevage caprin est importante sur l'île.



Partant de ces constats, un programme de sélection a été conçu pour préserver et améliorer la population de chèvres Créole. Son image devait être rehaussée en passant, notamment, par des changements morphologiques tangibles. Les éleveurs de la coopérative «Cabricoop» sont à l'origine de ce projet visant à améliorer la rentabilité économique des élevages. Le programme s'est construit ensuite grâce à un partenariat étroit entre la «Cabricoop», la Chambre d'Agriculture et l'INRA.

L'objectif de sélection proposé par l'INRA intègre des caractères de production (poids et rendement en carcasse à 11 mois), de reproduction (fertilité) ainsi que de résistance et de résilience au parasitisme (Gunia *et al* 2012). Quel que soit le scénario envisagé en termes de quantité ou coût des intrants, le poids et la fertilité sont les deux composantes dont l'amélioration génère le bénéfice le plus grand. Les corrélations génétiques estimées pour la chèvre Créole entre les différents caractères sélectionnés sont soit très faibles (indépendance) soit plutôt favorables (Gunia *et al* 2011).

Les simulations des réponses à la sélection pour un noyau de 300 mères Créole ont montré qu'il était possible d'améliorer tous ces caractères ensemble. Ajouter résistance et résilience au parasitisme dans l'objectif de sélection ne diminue que très légèrement la réponse à la sélection espérée sur les caractères de production. Il est donc possible de concilier des objectifs de production, de reproduction et d'adaptation au milieu pour la chèvre Créole en Guadeloupe, qui devient ainsi un support durable pour des croisements terminaux.

sagée (Torres-Acosta et Hoste 2008, Mahieu *et al* 2009), basée sur la manipulation des équilibres entre l'hôte et le parasite, combinant *i*) le renforcement des défenses de l'hôte par des voies génétiques, alimentaires ou vaccinales ; *ii*) la diminution de la densité des populations de larves infestantes par la gestion du pâturage (pâturage tournant, association d'herbivores, fauche intercalaire...), l'utilisation des propriétés anthelminthiques de certains fourrages ou champignons nématophages ; *iii*) le traitement ciblé des adultes pour préserver les parasites sensibles (basé par exemple sur la méthode Famacha© d'évaluation de l'anémie provoquée par *Haemonchus*) couplé à la gestion des populations parasitaires à l'échelle de l'élevage (pâturage «en avant» des jeunes sur les mêmes parcelles que les adultes). Outre la baisse de l'emploi des anthelminthiques et la préservation de leur efficacité en cas d'urgence, ces techniques présentent l'avantage de diminuer la quantité de résidus dans les produits animaux comme dans l'environnement. Le contrôle intégré (combinaison de ces techniques) doit être adapté aux conditions épidémiologiques locales et à la conduite globale des systèmes de pâturage. Certaines techniques sont applicables par l'éleveur lui-même (gestion des pâturages, alimentation). D'autres nécessitent une organisation collective des acteurs et un appui

scientifique (sélection sur la résistance). L'utilisation de vaccins ou de champignons nématophages présente des contraintes techniques et financières qui ne peuvent être levées qu'à une échelle territoriale. Par ailleurs, certaines techniques (gestion du pâturage, alimentation, propriétés anthelminthiques, traitements ciblés) sont efficaces à court terme, le temps de leur application, d'autres comme la sélection sur la résistance le sont à plus long terme, avec une montée en efficacité progressive et cumulative.

2.4 / Choix du génotype adapté au système

Les performances de la production caprine en zone tropicale reposent également sur le choix du génotype. Au vu des contraintes décrites précédemment, ce choix implique la valorisation des qualités d'adaptation de l'animal à son système d'élevage, adaptation naturelle ou sélectionnée par l'Homme. Alexandre et Mandonnet (2005) ont proposé une démarche pour rationaliser ce choix du génotype dans les systèmes d'élevage tropicaux. Cette démarche met en avant trois nécessités : *i*) le choix des objectifs et des critères de sélection ; *ii*) la stratégie d'amélioration (intra-race, substitution ou croisement) et *iii*) l'organisation pratique de la diffusion du progrès génétique.

Cependant, le chemin à parcourir est particulièrement long en production caprine. La caractérisation des populations animales indigènes est en effet très insuffisante dans de nombreuses régions tropicales par manque de financement (Lebbie et Ramsay 1999, Naves *et al* 2001, Hoffmann 2010) et du fait du désintérêt des gouvernements et bailleurs de fonds pour les caprins (Boyazoglu *et al* 2005). Les tentatives de développement de programmes de sélection reproduisant à l'identique les modèles intensifs des pays du Nord ont souvent échoué à cause de leur inadéquation aux besoins locaux (Dubeuf et Boyazoglu 2009). En effet, l'importation dans les pays du Sud de génotypes tempérés spécialisés et leur utilisation en race pure ou en croisement a causé l'échec de nombreux programmes de sélection (Kosgey *et al* 2006). Ces génotypes ne correspondaient ni aux objectifs de sélection des éleveurs (non prise en compte des caractères d'adaptation), ni à leurs méthodes de gestion des troupeaux dans des systèmes traditionnels à faibles intrants.

Une expérience en cours, encouragée par la FAO, s'appuie sur une population caprine locale potentiellement très productive et adaptée au milieu tropical : la race Créole de Guadeloupe. Un schéma de sélection a été élaboré, en coordination avec les éleveurs et en prenant en compte les spécificités des systèmes d'élevage locaux (encadré 2).

3 / Les productions de viande et de lait de caprins

3.1 / Les carcasses de caprins en zone tropicale

Il existe peu de comparaisons rigoureuses entre des génotypes caprins plus ou moins spécialisés «viande» (Dhanda *et al* 1999, Shresta et Fahmy 2007, cités par Alexandre et Maghoub 2012). Les effets des races sont souvent confondus avec ceux des conduites d'élevage et des niveaux alimentaires. A l'île de La Réunion par exemple, la filière caprine se différencie (mode d'élevage et produit commercialisé) selon le génotype exploité (Boer-moderne vs Péi-traditionnel, Fontaine *et al* 2009). La race à viande par excellence est la Boer d'Afrique du Sud. Ces animaux se sont répandus dans de nombreux pays tropicaux et tempérés sur la base d'un fort potentiel en viande et un bon rendement en muscle. Cependant, les observations sur ces critères sont loin d'être concluantes. Ainsi, Almeida *et al* (2006) ont démontré comment, dans les conditions extensives qui sont les conditions les plus fréquemment rencontrées sous les

Tropiques, ces animaux ont des performances de production et de conformation de carcasses très réduites.

Une compilation des données de la littérature (94 publications rapportant 214 essais comparant des génotypes, des modes d'alimentation et d'abattage différents) sur les caractéristiques de carcasses et de découpe des caprins en zone tropicale a été réalisée par Alexandre et Maghoub (2012). Les rendements en carcasse, décrits soit par le poids de carcasse relatif au poids d'abattage ou relatif au poids vif vide, sont respectivement de 46,1% ($\pm 5,7\%$) et de 52,9% ($\pm 3,4\%$). Il apparaît une grande variabilité pour les différents paramètres de la carcasse tels que l'index de carcasse (poids/longueur), qui varie de 0,076 à 0,297 avec un coefficient de variation de 32% ou encore pour les compacités de carcasse ou de gigot (largeur/longueur). La différence entre les valeurs minimales et maximales atteint 160%. Ces chiffres peuvent soutenir l'hypothèse que la conformation et le gabarit des carcasses caprines dépendent des génotypes et/ou systèmes de production.

Par ailleurs, le faible taux d'accumulation du gras de carcasse (le gras abdo-

minal étant prioritaire) et l'anatomie particulière des caprins (membres antérieurs et postérieurs effilés) aboutissent à des conformations de carcasses difficilement qualifiables au travers des grilles élaborées pour les ovins. Cependant un système d'évaluation et de classification des carcasses caprines est nécessaire pour standardiser la description et autoriser des comparaisons entre races et entre systèmes. La méthode standard proposée par Colomer-Rocher *et al* (1987) est de plus en plus utilisée y compris dans les pays tropicaux, en Guadeloupe (Liméa 2009) ou en Afrique (Sanon *et al* 2008). Dans les travaux qui utilisent ces méthodes de découpe (tableau 4), on relève des proportions d'épaule et de gigot de $21,1 \pm 2,65\%$ et $29,6 \pm 5,59\%$, respectivement. Des comparaisons entre espèces montrent que ces valeurs sont inférieures à celles obtenues pour les agneaux. Dans les travaux rapportant des dissections réalisées en zone tropicale, il apparaît une grande variabilité de la proportion de gras dans la carcasse, l'épaule ou le gigot avec des coefficients de variation respectivement de 39, 42 et 45%, en lien avec les différents régimes alimentaires. Les pourcentages de muscle varient de 60 à 65% (entre traitements

et morceaux) et les pourcentages de gras de 9 à 14%, ce qui indiquerait un potentiel boucher très intéressant pour les caprins, alors que ces animaux ne sont pas sélectionnés pour la production de viande. Sous les Tropiques, la forte proportion d'os dans la carcasse qui caractérise de nombreuses races locales, est considérée comme négative car elle indiquerait un manque de musculation. Or, si on utilise un autre critère tel que le rapport muscle/os afin de décrire le potentiel boucher de l'animal, les carcasses caprines atteignent des niveaux équivalents à ceux des agneaux ($2,8 \pm 0,88$ à $3,0 \pm 1,06$ dans le gigot et la carcasse, respectivement).

3.2 / La production de lait de chèvre

La littérature (Alexandre *et al* 2010, Archimède et Alexandre 2011) rapporte des productions laitières en milieu tropical dont les niveaux sont inférieurs à 500 kg par an (pour 300 jours de lactation) et par chèvre, et à celles mesurées en milieu tempéré. Les animaux sélectionnés pour produire en zone tempérée n'expriment pas leur potentiel laitier quand ils sont élevés en environnement tropical (cf. *supra*). Les principaux

Tableau 4. Variabilité des caractéristiques des carcasses (poids, indice, découpe et dissection des tissus) de différents génotypes de caprins alimentés dans différentes conditions en zone tropicale (données issues d'Alexandre et Maghoub 2012).

Variable	Nombre de traitements	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation (%)	Minimum	Maximum
Mesures pondérales et linéaires						
Poids d'abattage (kg)	66	19,3	7,74	40,2	6,1	38,2
Poids de carcasse (kg)	78	9,4	3,79	40,4	2,9	21,7
Indice de carcasse	75	0,161	0,0517	32,0	0,076	0,297
Découpe de carcasse (% de carcasse)						
Epaule	41	21,1	2,65	12,5	15,9	26,9
Gigot	50	29,6	5,59	18,9	22,0	41,9
Dissection de la carcasse						
Poids d'abattage (kg)	87	21,9	8,20	37,6	6,1	43,2
Poids de carcasse (kg)	87	11,2	4,72	42,2	3,4	24,0
Muscle (% de carcasse)	87	62,5	7,28	11,6	44,9	79,1
Os (% de carcasse)	87	22,9	6,95	30,3	12,0	45,7
Gras (% de carcasse)	84	13,6	5,31	39,0	3,1	29,5
Dissection du gigot (% gigot)						
Muscle	37	65,4	10,03	15,3	34,8	78,1
Os	37	24,7	5,19	21,0	16,1	38,9
Gras	28	9,3	4,20	45,2	3,4	17,8

Tableau 5. Niveaux de production laitière et d'ingestion de caprins exotiques ou locaux en conditions d'alimentation différentes en zone tropicale (données issues d'Archimède et Alexandre 2011).

Région, génotype, modes d'alimentation			
Brésil, Saanen de 50 kg PV			
	Ensilage <i>Pennisetum</i> + concentré	+ farine de manioc	+ café (coque)
Production de lait (g/j)	1228	1605	1145
Ingestion (g MS/j)	1439	1914	1504
Ingestion (g MS/kg ^{0,75})	92,7	117,2	92,9
Colombie, Alpine ou Saanen de 60 kg PV			
	Paturage <i>Pennisetum</i> + 200 g concentré + ensilage maïs	+ ensilage sorgho	
Production de lait (g/j)	1819	1519	
Ingestion (g MS/j)	1440	1122	
Brésil, Moxoto*Alpine de 40kg PV			
	Ration mixte foin de <i>Pennisetum</i> + son + soja	+ huile de palme (3%)	+ huile de ricin (3%)
Production de lait (g/j)	1760	1650	1630
Ingestion MS (g MS/j)	2260	2030	2130
Inde, Beetal *Alpine de 35 kg PV			
	Tourteau d'arachide	Tourteau de moutarde	
Production de lait (g/j)	800	900	
Ingestion (g MS/j)	1063	1097	
Nigeria, Red Sokoto de 25 kg PV			
	Foin de <i>Digitaria</i>	+ maïs + son de blé + tourteau de coton	+ sous-produits locaux
Production de lait (g/j)	250	550	320
Durée de lactation (j)	41	84	56
Ingestion (g MS/j)	150	355	205

génotypes laitiers spécialisés utilisés en particulier dans la région Caraïbe, sont les Alpines, Saanen, Anglo-Nubian et Toggenburg. Il ne semble pas qu'il y ait une nette classification (sur la base de la production laitière et de la reproduction) entre ces génotypes (Alexandre *et al* 2010, Archimède *et Alexandre* 2011). A Trinidad (milieu tropical humide) les Anglo-Nubian expriment de meilleures performances. A Cuba, dans des systèmes pâturés, les Toggenburg semblent plus performants. Dans la région laitière du centre du Mexique, les Alpines et les Saanens semblaient donner de meilleurs résultats. Ces résultats apparemment contradictoires ne font que témoigner du fait que les génotypes laitiers spécialisés sont équivalents (toutes choses égales par ailleurs) car la production permise par le milieu tropical est inférieure au potentiel de ces animaux dont l'élevage se fait généralement hors sol. Il apparaît plus opportun de produire du lait avec des animaux croisés (races locales adaptées au milieu x races spécialisées en production laitière). Dans un milieu tropical contraignant, l'optimum semble se situer avec les animaux croisés combinant entre 50 et 75% de «sang» d'animaux spécialisés.

L'alimentation hors-sol donne de meilleurs résultats que l'alimentation au pâturage. Des études conduites au Mexi-

que avec des chèvres de race Alpine ont montré une augmentation de 329% de la production laitière et de 121% de la prolificité en élevage hors-sol par rapport au pâturage. Les fortes productions de lait sont permises par l'introduction de quantités importantes de concentré dans la ration : entre 300 et 400 g de concentré par litre de lait produit. Quand les animaux ont accès au pâturage, il est conseillé de les faire pâturer aux heures fraîches (tôt le matin et en fin d'après midi) et de les maintenir hors-sol pendant les heures chaudes. Des résultats divers sont obtenus avec des RNC ou l'utilisation de parcours naturels (tableau 5).

Un système bien adapté aux conditions et aux objectifs des exploitants en zone tropicale est l'élevage d'animaux mixtes lait-viande (Jaitner *et al* 2006, Rodríguez 2010). Ces chèvres présentent depuis longtemps un grand intérêt pour la zone méditerranéenne jusqu'à engager, de nos jours, une amélioration génétique sur ces génotypes multifonctionnels (Aboul-Naga *et al* 2011). Des chèvres Nubienne de 30 à 35 kg de poids vif produisent 1 kg lait/j en 251 jours de lactation (dont 35% pour l'allaitement des jeunes) et les chevreaux atteignent 95 g/j de gain moyen quotidien (soient 14 kg de chevreaux sevrés) (Aboul-Naga *et al* 2011). Au Vietnam la

chèvre Batchao alimentée à base de feuilles de manioc permettrait une PL de 1,5kg lait /j et un gain moyen quotidien de 93 g/j pour les chevreaux (Ngo Tien Dung *et al* 2010).

4 / Conclusion - Perspectives

L'avenir de l'élevage dans les régions tropicales repose sur deux exigences qui doivent être conciliées : *i*) augmenter la productivité par l'intensification de l'utilisation de la surface, l'utilisation des ressources disponibles localement et l'amélioration de la performance animale ; *ii*) adopter des techniques garantissant les trois piliers de la durabilité (environnemental, économique, social). Qu'il ait vocation à produire du lait ou de la viande, l'élevage caprin en milieu tropical est un élevage à fort potentiel, bien que rarement intensif. Il joue pleinement son rôle dans la chaîne alimentaire et transforme une vaste gamme de ressources locales en produits et services utiles à l'homme, à sa famille et à la société. Par ailleurs, les populations caprines locales ont développé une diversité de stratégies physiologiques, comportementales, génétiques, face aux contraintes du milieu tropical (sécheresse, pathologies, qualité des aliments...). Animal très ancré dans la

culture et les traditions des sociétés, la chèvre est ainsi un modèle d'adaptation au contexte socio-économique local et au contexte naturel.

La chèvre possède donc beaucoup d'atouts à faire valoir dans un élevage durable et productif. En faisant le point sur les acquis récents de la recherche, cette synthèse dégage un ensemble de recommandations pour les agriculteurs et les techniciens de développement, tout en s'abstenant de généraliser. Cela incite à développer une approche intégrée, holistique du troupeau, car il est difficile de s'extraire des contraintes socio-environnementales propres à chaque milieu, à chaque élevage. Ainsi, il apparaît important :

- de considérer la reproduction avec attention, comme un paramètre-clé de la productivité du troupeau et un mode de pilotage du système en entier ;

- d'adapter les systèmes aux ressources alimentaires présentes, et de raisonner l'alimentation en fonction de celles-ci et pas uniquement en fonction de l'animal et de ses besoins ;

- de raisonner les problèmes sanitaires au niveau de l'exploitation (voire du ter-

ritoire) en combinant les méthodes de lutte pour diminuer les risques et augmenter la résistance des animaux ;

- de s'appuyer sur les populations caprines locales, leurs qualités maternelles et leur adaptation au milieu ; quand ces génotypes ont disparu, de valoriser la «nouvelle biodiversité» comme cela est fait au Mexique et au Brésil à cause de la perte du «pool génétique» local et des difficultés de maintien de chèvres exotiques pures, d'améliorer génétiquement la population croisée disponible localement («créolisation des temps modernes»).

Cependant, la mise en application de ces recommandations dépend des besoins et des objectifs de l'éleveur. La prise en compte des savoirs faire locaux reste aussi indéniable. Les difficultés surviennent en raison d'un nombre important de facteurs de natures diverses qui sont intimement liés au système. Cette synthèse fait valoir que la production caprine, comme d'autres doit être pensée en fonction non seulement des ressources locales, de l'environnement biophysique, des conditions économiques mais aussi de l'homme-acteur partie intégrante du système avec ses consi-

dérations familiales, le contexte culturel et les règlements sociopolitiques des institutions en place.

Enfin, pour l'avenir, le développement d'une race mixte, «*dual-purpose*», semble une voie prometteuse en région tropicale. Cette voie renforcerait encore la multifonctionnalité de la chèvre tout en ouvrant de nouvelles questions de recherche sur l'efficacité alimentaire, l'allocation des nutriments entre fonctions physiologiques de production et d'adaptation en milieu contraignant.

Remerciements

Nous remercions particulièrement l'équipe «petits ruminants» de la plateforme tropicale en expérimentation animale sur le site INRA de Gardel pour sa maîtrise de l'élevage du caprin Créole depuis plus de 30 ans, et la constitution de bases de données de performances uniques pour une population caprine tropicale locale. Les chercheurs qui ont œuvré antérieurement pour l'expertise de l'Unité de Recherches Zootechniques dans ce domaine, ne sont pas oubliés.

Références

- Aboul-Naga A., Hameda Shaat I., Mabrouk M.M.S., 2011. Genetic improvement of Egyptian Nubian goats as sub-tropical dairy prolific breed. *Small Rum. Res.*, 102, 125-130.
- Abdullah A.Y., Musallam H.S., 2007. Effect of different levels of energy on carcass composition and meat quality of male black goats kids. *Livest. Sci.*, 107, 70-80.
- Ahuya C.O., Okeyo A.M., Mwangi-Njuru, Peacock C., 2005. Developmental challenges and opportunities in the goat industry in Kenya. *Small Rum. Res.*, 60, 197-206.
- Ahuya C.O., Ojango J.M.K., Mosi R.O., Peacock C.P., Okeyo A.M., 2009. Performance of Toggenburg dairy goats in smallholder production systems of the eastern highlands of Kenya. *Small Rum. Res.*, 83, 7-13.
- Alexandre G., Mandonnet N., 2005. Goat meat production in harsh environments. *Small Rum. Res.*, 60, 53-66.
- Alexandre G., Aumont G., Mainaud J.C., Fleury J., Naves M., 1999. Productive performances of Guadeloupean Creole goats during the suckling period. *Small Rum. Res.*, 34, 157-162.
- Alexandre G., González-García E., Lallo C.H.O., Ortega-Jimenez E., Pariacote F., Archimède H., Mandonnet N., Mahieu M., 2010. Goat management and systems of production: Global framework and study cases in the Caribbean. *Small Rum. Res.*, 89, 193-206.
- Alexandre G., Mahgoub O., 2012. Carcass traits of hardy tropical goats. In: *Goat Meat Production and Quality*. Mahgoub O., Kadim I.T., Webb E.C. (Eds), CAB International, USA, 33-51.
- Alexandre G., Marie-Magdeleine C., Preston R.T., Archimède H., 2012. Designing sustainable goat production systems in the Tropics: the interest of multiple use of resources and genotypes. (submitted *Trop. Anim. Health*).
- Archimède H., Alexandre G., 2011. Atouts et contraintes de la production laitière de caprins en zone tropicale. Document de travail URZ, 10p.
- Archimède H., Bastianelli D., Boval M., Tran G., Sauvart D., 2011a. Ressources tropicales : disponibilité et valeur alimentaire. In : Numéro spécial, *Elevage en régions chaudes*. Coulon J.B., Lecomte P., Boval M., Perez J.M. (Eds). INRA Prod. Anim., 24, 23-40.
- Almeida A.M., Schwalbach L.M., de Waal H.O., Greyling J.P.C., Cardoso L.A., 2006. The effect of supplementation on productive performance of Boer goat bucks fed winter veld hay. *Trop. Anim. Health Prod.*, 38, 443-449.
- Basha N.A.D., Scogings P.F., Dziba L.E., Nsahlai I.V., 2012. Diet selection of Nguni goats in relation to season, chemistry and physical properties of browse in sub-humid subtropical savanna. *Small Rum. Res.*, 102, 163-171.
- Boyazoglu J., Hatziminaoglou I., Morand-Fehr P., 2005. The role of the goat in society: Past, present and perspectives for the future. *Small Rum. Res.*, 60, 13-23.
- Browning R., Payton T., Donnelly B., Leite-Browning M.L., Pandya P., Hendrixson W., Byars M., 2006. Evaluation of three meat goat breeds for doe fitness and reproductive performance in the southeastern united states. 8th World Congr. Genetics Applied Livest. Prod., Belo Horizonte, Minas Gerais, Brésil, 4p.
- Chemineau P., Mahieu M., Varo H., Shitalou E., Grude A., Thimonier J., 1991. Reproduction des caprins et des ovins Créoles. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 44, 45-50.
- Coulon J.B., Lecomte P., Boval M., Perez J.M., 2011. *Elevage en régions chaudes*. Numéro spécial, INRA Prod. Anim., 24, 160p.
- Daramola J.O., Adeloye A.A., 2009. Physiological adaptation to the humid tropics with special reference to the West African Dwarf (WAD) goat. *Trop. Anim. Health Prod.*, 41, 1005-1016.
- Dedieu B., Aubin J., Duteurtre G., Alexandre G., Vayssières J., Bommel P., Faye B., 2011. Conception et évaluation de systèmes d'élevage durables en régions chaudes, à l'échelle de l'exploitation. In : Numéro spécial, *Elevage en régions chaudes*. Coulon J.B., Lecomte P., Boval M., Perez J.M. (Eds). INRA Prod. Anim., 24, 113-128.
- Degen A.A., 2007. Sheep and Goat Milk in Pastoral Societies. *Small Rum. Res.*, 68, 7-19.
- Delgadillo J.A., Flores J.A., Véliz F.G., Duarte G., Vielma J., Poindron P., Malpaux B., 2003. Control of reproduction in goats from subtropical Mexico using photoperiodic treatments and the male effect. *Vet. Mex.*, 34, 69-79.
- McDermott J.J., Staal S.J., Freeman H.A., Herrero M., Van de Steeg J.A., 2010. Sustaining intensification of small holder livestock systems in the tropics. *Livest. Sci.*, 130, 95-109.

- Devendra C., 2007. Perspectives on animal production systems in Asia. *Livest. Sci.*, 106, 1-18.
- Devendra C., Sevilla C.C., 2002. Availability and use of feed resources in crop-animal systems in Asia. *Agric. Syst.*, 71, 59-73.
- Diogo R.V.C., Buerkert A., Schlecht E., 2010. Resource use efficiency in urban and peri-urban sheep, goat and cattle enterprises. *Animal*, 4, 1725-1738
- Dubeuf J.P., 2011. The social and environmental challenges faced by goat and small livestock local activities: Present contribution of research-development and stakes for the future *Small Rum. Res.*, 98, 3-8.
- Dubeuf J.P., Boyazoglu J., 2009. An international panorama of goat selection and breeds. *Livest. Sci.*, 120, 225-231.
- Fontaine O., Niobe D., Shitalou E., Fontaine D., Choisis J.P., 2009. Hindouisme et sacrifice de boucs à l'île de La Réunion. *Ethnozootec. Rev.*, 39, <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000300027>
- Gunia M., Phocas F., Arquet R., Alexandre G., Mandonnet N., 2011. Genetic parameters for body weight, reproduction, and parasite resistance traits in the Creole goat. *J. Anim. Sci.*, 89, 3443-3451.
- Gunia M., Mandonnet N., Arquet R., Alexandre G., Gourdière J.L., Naves M., Angeon V., Phocas F., 2012. Economic values of weight, reproduction and parasite resistance traits for a Creole goat breeding goal. <http://dx.doi.org/10.1017/S17511731112001413>
- Hoffmann I., 2010. Climate change and the characterization, breeding and conservation of animal genetic resources. *Anim. Genet.*, 41, 32-46.
- Hoste H., Sotiraki S., Landau S.Y., Jackson F., Beveridge I., 2010. "Goat-Nematode interactions: think differently." *Trends Parasitol.*, 26, 376-381.
- Iniguez L., 2011. The challenges of research and development of small ruminant-production in dry areas. *Small Rum. Res.*, 98, 12-20.
- INRA, 1988. *Alimentation des bovins ovins et caprins*. Jarrige R. (Ed), INRA Editions, Paris, France, 471p.
- Jaitner J., Njie M., Corr N., Dempfle L., 2006. Milk production of West African Dwarf goats in The Gambia. *Trop Anim. Health Prod.*, 38, 261-266.
- Kosgey I.S., Baker R.L., Udo H.M.J., Van Arendonk J.A.M., 2006. Successes and failures of small ruminant breeding programmes in the tropics: a review. *Small Rum. Res.*, 61, 13-28.
- Kosgey I.S., Rowlands G.J., van Arendonk J.A.M., Baker R.L., 2008. Small ruminant production in smallholder and pastoral/extensive farming systems in Kenya. *Small Rum. Res.*, 77, 11-24.
- Lebbie S.H.B., Ramsay K., 1999. A perspective on conservation and management of small ruminant genetic resources in the sub-Saharan Africa. *Small Rum. Res.*, 34, 231-247.
- Lee J.H., Kouakou B., Kannan G., 2008. Chemical composition and quality characteristics of chevon from goats fed three different post-weaning diets. *Small Rum. Res.*, 75, 177-184.
- Liméa L., 2009. Effets des conditions d'alimentation et de carcasses sur les caractéristiques des carcasses et de viande du caprin Créole. PhD AgroParisTech., Ecole doctorale Abies. 228p.
- Liméa L., Boval M., Mandonnet N., Garcia G., Archimède H., Alexandre G., 2009. Fattening performances, carcass quality and non-carcass components of indigenous Caribbean goats under varying nutritional densities. *J. Anim. Sci.*, 87, 3770-3781.
- Lukuyu B., Franzel S., Ongadi P.M., Duncan A.J., 2011. Livestock feed resources: Current production and management practices in central and northern rift valley provinces of Kenya. *Livest. Res. Rural. Dev.*, <http://www.lrrd.org/lrrd23/5/luku23112.htm>
- Mahgoub O., Kadim I.T., Webb E.C., 2011. *Goat Meat Production and Quality*. CABI, Cambridge, USA, 361p.
- Mahieu M., Archimède H., Fleury J., Mandonnet N., Alexandre G., 2008. Intensive grazing system for small ruminants in the Tropics: The French West Indies experience and perspectives. *Small Rum. Res.*, 77, 195-207.
- Mahieu M., Arquet R., Fleury J., Coppry O., Marie-Magdeleine C., Boval M., Archimède H., Alexandre G., Bambou J.C., Mandonnet N., 2009. Contrôle intégré du parasitisme gastro-intestinal des petits ruminants au pâturage en zone tropicale humide. *Renc. Rech. Rum.*, 16, 265-268.
- Mandonnet N., Bachand M., Mahieu M., Arquet R., Baudron F., Abinne-Molza L., Varo H., Aumont G., 2005. Impact on productivity of peri-parturient rise in fecal egg counts in Creole goats in the humid tropics. *Vet. Parasitol.*, 134, 249-259.
- Mellado M., Valdéz R., Garcia J.E., López R., Rodriguez A., 2006. Factors affecting the reproductive performance of goats under intensive conditions in a hot arid environment. *Small Rum. Res.*, 63, 110-118.
- Montaldo H.H., Torres-Hernández G., Valencia-Posadas M., 2010. Goat breeding research in Mexico. *Small Rum. Res.*, 89, 155-163.
- Mtengeti E.J., Mhelela A., 2006. Screening of potential indigenous browse species in semi-arid central Tanzania. A case of Gairo division. *Livest. Res. Rural. Dev.*, <http://www.lrrd.org/lrrd18/8/mten18108.htm>
- Naves M., Alexandre G., Leimbacher F., Mandonnet N., Menendez-Buxadera A., 2001. Les ruminants domestiques de la Caraïbe. Le point sur les programmes de gestion des ressources génétiques et leur exploitation. *INRA Prod. Anim.*, 14, 182-192.
- Ngo T.D., Dinh V.B., Nguyen T.M., 2010. Effect of cassava hay supplementation on milk production in lactating goats. *Livest. Res. Rural. Dev.*, 22, 45.
- Patra A.K., 2009. A meta-analysis on effects of supplementing low-quality roughages with foliages from browses and tree fodders on intake and growth in sheep. *Livest. Sci.*, 121, 239-249.
- Peacock C., 1996. Improving goat production in the tropics. In: *A Manual for Development Workers*. Oxfam/FARM-Africa Publication, 387p.
- Peacock C., 2005. Goats -A pathway out of poverty. *Small Rum. Res.*, 60, 179-186.
- Preston T.R., Leng R.A., 1987. Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics. CTA, Wageningen, The Netherlands, 331p.
- Ramirez R.G., 1999. Feed resources and feeding techniques of small ruminants under extensive management conditions. *Small Rum. Res.*, 34, 215-230.
- Rege J.E.O., Marshall K., Notenbaert A., Ojango J.M.K., Okeyo A.M., 2011. Pro-poor animal improvement and breeding - what can science do? *Livest. Sci.*, 136, 15-28.
- Rochambeau de H., Chevalet C., 1985. Minimisation des coefficients de consanguinité moyens dans les petites populations d'animaux domestiques. *Genet. Sel. Evol.*, 17, 459-480.
- Rodríguez L., 2010. Integrated farming systems for food and energy in a warming, resource-declining world. Thesis of Humboldt University, Berlin towards the Degree of Doctor of Philosophy, 150p.
- Sangster N.C., 1999. Anthelmintic resistance: past, present and future. *Int. J. Parasitol.*, 29, 115-124.
- Sanon H.O., Kaboré-Zoungrana C., Ledin I., 2008. Growth and carcass characteristics of male Sahelian goats fed leaves or pods of *Pterocarpus lucens* or *Acacia senegal*. *Livest. Sci.*, 117, 192-202.
- Silanikove N., 2000. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Rum. Res.*, 35, 181-193.
- Silanikove N., Leitner G., Merin U., Prosser C.G., 2010. Recent advances in exploiting goat's milk: Quality, safety and production aspects. *Research*, 89, 110-124.
- Solomon M., Solomon M., Tolera A., 2008. Supplementation of cottonseed meal on feed intake, digestibility, live weight and carcass parameters of Sidama goats. *Livest. Sci.*, 119, 137-144.
- Theng K., Preston T.R., Ly J., 2003. Studies on utilization of trees and shrubs as the sole feedstuff by growing goats; foliage preferences and nutrient utilization. *Livest. Res. Rural. Dev.*, 15, from <http://www.lrrd.org/lrrd15/7/kouc157.htm>
- Torres-Acosta J.F.J., Hoste H., 2008. Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing sheep and goats. *Small Rum. Res.*, 77, 159-173.
- Wanapat M., 2009. Potential uses of local feed resources for ruminants. *Trop. Anim. Health Prod.*, 41, 1035-1049.
- Wilson T.R., 2009. Fit for purpose – the right animal in the right place. *Trop. Anim. Health Prod.*, 41, 1081-1090.

Résumé

Le développement de la population de chèvres allaitantes et laitières accompagne l'accroissement de la population humaine dans les zones tropicale et intertropicale. Du fait de leur grande adaptabilité, les caprins y sont élevés dans une gamme étendue de conditions agro-environnementales et selon un large éventail de systèmes de production, souvent traditionnels et peu artificialisés. Les potentialités des animaux et la multifonctionnalité des systèmes sont mises en avant dans de nombreux travaux scientifiques. Cette synthèse fait un état des lieux de l'élevage caprin en zone tropicale et suggère des pistes d'amélioration des performances zootechniques selon les systèmes d'élevage considérés. Les propositions sont formulées dans une perspective de développement durable, avec un apport maîtrisé en intrants. Ainsi, l'utilisation de «l'effet mâle» permet d'induire l'œstrus et l'ovulation et d'augmenter la fertilité globale du troupeau, la reproduction étant un point clé dans le pilotage du système d'élevage. Des stratégies de complémentation avec des ressources non conventionnelles (arbustes, manioc, banane...) sont proposées. Le parasitisme gastrointestinal, pathologie majeure des caprins en zone tropicale humide, peut être contrôlé grâce à des techniques intégrées visant à modifier les équilibres entre hôtes et parasites, avec un recours limité aux anthelminthiques de synthèse. Enfin, l'importance du choix d'un génotype adapté au milieu et à ses contraintes est soulignée.

Abstract

Functions and performances of goat breeding systems in the tropical zone

The increase of milk and meat goat populations follows the expansion of human populations in the tropical area. Thanks to their great adaptability, goats can be reared in a wide range of agro-environmental conditions and within traditional farming systems. Many scientific publications underline the potentialities of this model. In the present review paper, breeding techniques are proposed for a sustainable and low input development. The “buck effect” induces estrus and ovulation and increases global fertility in the flock. Since reproduction is a key point for driving the farming systems, this technique improves flock productivity. Feeding supplementation strategies with non conventional resources are proposed. A major threat to small ruminant production in the humid tropics, gastrointestinal parasitism, can be controlled with integrated techniques modifying the equilibrium between the host and parasite populations with moderate recourse to drenching. Finally, the authors emphasise the importance of the choice of genotypes adapted to farming systems and their major constraints.

ALEXANDRE G., ARQUET R., FLEURY J., TROUPÉ W., BOVAL M., ARCHIMÈDE H., MAHIEU M., MANDONNET N., 2012. Systèmes d'élevage caprins en zone tropicale : analyse des fonctions et des performances. In : Elevage caprin. Baumont R., Sauvart D. (Eds). Dossier, INRA Prod. Anim., 25, 305-316.