

Section E

Ressources zoogénétiques et résistance aux maladies

1 Introduction

Partout dans le monde, les maladies des animaux d'élevage affectent de façon négative la production animale. Les éleveurs et les autres acteurs engagés dans la sauvegarde de la santé animale utilisent différentes approches pour réduire les effets négatifs des maladies. En ce qui concerne les troupeaux, il est possible d'utiliser la chimiothérapie, la vaccination, le contrôle des vecteurs et les méthodes appropriées de lutte contre les maladies. Cependant, la durabilité de ces stratégies de contrôle a souvent des limites. Ces limites incluent l'impact de ces traitements chimiques sur l'environnement et sur la sécurité sanitaire des aliments; le coût et l'accessibilité des traitements pour les éleveurs les plus pauvres; et l'évolution de la résistance des parasites aux traitements, comme la résistance des parasites nématodes aux médicaments anthelminthiques; des bactéries aux antibiotiques; aux médicaments antiprotozoaires comme ceux qui sont utilisés dans le traitement de la trypanosomiase; l'évolution de la résistance des virus aux vaccins pour des maladies comme la maladie de Marek; et la résistance aux acaricides chez les tiques. Pour les antibiotiques, les résidus à l'intérieur de la chaîne alimentaire et les implications pour la santé humaine liées à l'émergence de micro-organismes résistants sont également inquiétants (BOA, 1999).

Pour de nombreuses maladies des animaux d'élevage, des preuves sont disponibles sur une variation génétique compatible à la sensibilité des animaux hôtes. Deux phénomènes distincts sont à considérer dans la gestion génétique des maladies. D'une part, la «résistance» qui est la

capacité d'un hôte à résister à l'infection. D'autre part, la «tolérance», c'est-à-dire que lorsque l'hôte est infecté par le pathogène, il ne subit que de faibles effets négatifs. Cette distinction peut être importante. Par exemple, si l'objectif est la prévention de la propagation d'une maladie à d'autres populations (comme dans le cas de zoonoses), la résistance à la maladie est plus nécessaire de la tolérance.

La gestion des ressources génétiques pour améliorer la résistance ou la tolérance des populations d'animaux d'élevage offre un outil supplémentaire dans la lutte contre les maladies. Un certain nombre d'avantages liés à l'incorporation d'éléments génétiques dans les stratégies de lutte contre les maladies ont été reconnus (FAO, 1999) et comprennent:

- la permanence du changement génétique une fois établi;
- la cohérence des effets;
- l'absence de besoin d'intrants achetés une fois l'effet établi;
- l'efficacité prolongée des autres méthodes, grâce à la plus faible pression pour l'émergence de résistance;
- la possibilité d'effets plus larges (accroître la résistance à plus d'une maladie);
- la possibilité d'avoir un impact mineur dans l'évolution de macro-parasites, comme les helminthes, par rapport à l'utilisant d'autres stratégies comme la chimiothérapie ou les vaccinations; et
- la diversité accrue des stratégies de gestion des maladies.

PARTIE 1

TABLEAU 31

Etudes sélectionnées indiquant la différence raciale dans la résistance ou la tolérance à des maladies spécifiques

Maladie/ Parasite	Race (s) montrant une plus grande résistance	Par rapport à la race	Conditions d'expérimentation	Résultats	Référence
<i>Trypanosoma congolense</i>	Mouton Djallonke	Croisement entre Djallonke et Sahelian	Infection artificielle	Niveau de parasitémie inférieur, période d'incubation plus longue et réaction immunitaire plus élevée par rapport aux croisements, mais les croisements étaient encore plus lourds et avaient une croissance plus rapide	Goosens et al. (1999)
Tiques (<i>Amblyomma variegatum</i> ; <i>Hyalomma spp.</i>)	Bovin N'dama	Croisement N'dama et Zébu	Conditions sur le terrain en Gambie	Moins de tiques	Mattioli et al. (1993)
Tiques (différentes espèces)	Bovin N'dama	Zébu	Troupeaux villageois en Gambie	Moins de tiques	Claxton et Leperre (1991)
<i>Theileria annulata</i>	Bovin Sahiwal	Holstein Frisonne	Infection artificielle	Symptômes cliniques moins graves	Glass et al. (2005)
<i>Anaplasma marginale</i> ; tiques (différentes espèces)	Bovin N'dama	Zébu Gobra	Conditions sur le terrain en Gambie	Prévalence sérologique inférieure par rapport à <i>A. marginale</i> ; moins de tiques	Mattioli et al. (1995)
<i>Haemonchus contortus</i>	Bovin N'dama	Zébu	Troupeaux villageois en Gambie	Moins de vers de l'abomasum, COF* inférieur.	Claxton et Leperre (1991)
<i>Haemonchus contortus</i>	Mouton Red Masaai	Dorper	Agneaux dans les champs des zones côtières subhumides du Kenya	Les agneaux montraient un COF inférieur pour <i>H. contortus</i> , HCT** supérieur, mortalité inférieure par rapport aux agneaux Dorper. Estimés de 2 à 3 fois plus productifs que les troupeaux Dorper dans ces conditions.	Baker (1998)
<i>Haemonchus contortus</i>	Chèvre Small East African	Galla		Les petits montraient un COF inférieur pour <i>H. contortus</i> , HCT supérieur, mortalité inférieure par rapport aux petits Galla. Présumés de 2 à 3 fois plus productifs que les troupeaux Galla dans ces conditions.	Baker (1998)
<i>Haemonchus contortus</i>	Mouton Santa Ines	Ile-de-France, Suffolk	Agneaux en pâtures dans l'Etat de São Paulo Brésil	COF inférieur, HCT supérieur, comptage des vers inférieur	Amarante et al. (2004)
<i>Fasciola gigantica</i>	Mouton Indonesian Thin Tailed	Mérino	Infection artificielle	Nombre inférieur de douves récupérées dans le foie; différences dans la réaction immunitaire	Hansen et al. (1999)
<i>Fasciola gigantica</i>	Mouton Indonesian Thin Tailed	St Croix	Infection artificielle	Moins de parasites récupérés dans le foie	Roberts et al. (1997)
<i>Sarcocystis miescheriana</i>	Porc Meishan	Piétrain	Infection artificielle	Moins gravement affectés quant aux indicateurs cliniques, sérologiques, hématologiques et parasitologiques	Reiner et al. (2002)
<i>Ascaridia galli</i>	Poule Lohman Brown	Danish Landrace	Infection artificielle	Charge de vers et élimination des œufs inférieurs	Permin et Ranvig (2001)
Piétin	Croisement mouton Frisonne Est et Awassi	Awassi de race pure	Foyer infectieux naturel en Israël	Prévalence inférieure	Shimshony (1989)
Piétin	Mouton Romney Marsh, Dorset Horn, Border Leicester	Peppin Merino, Saxon Merino	Transmission naturelle sur les pâturages irrigués en Australie	Lésions moins graves, guérison plus rapide	Emery et al. (1984)
Virus de la maladie de Newcastle, bursite infectieuse aviaire	Poules Mandarah	Gimmazah, Sinah, Dandrawi (races locales égyptiennes)	Infection artificielle	Taux de mortalité inférieur par rapport aux autres races	Hassan et al. (2004)

* COF = comptage des œufs dans les fèces;

**HCT = hématocrite

Différentes approches à la gestion génétique des maladies peuvent se choisir, selon la nature du problème et les ressources disponibles. Ces stratégies incluent le choix de la race appropriée à l'environnement de production; le croisement pour l'introduction de gènes dans des races autrement adaptées aux fins requises; et la sélection pour la reproduction des individus ayant de hauts niveaux de résistance ou de tolérance à la maladie. Cette dernière approche est favorisée, si les marqueurs moléculaires génétiques associés aux caractères souhaités ont été identifiés.

Le point de départ de toutes ces stratégies est la diversité génétique des populations des animaux d'élevage. Si les ressources génétiques sont érodées, des moyens potentiellement importants à disposition pour combattre les maladies peuvent se perdre. De plus, certaines études de simulation ont prouvé que les populations différentes par rapport au nombre de génotypes distincts qui garantissent la résistance à la maladie, sont moins sensibles aux épidémies catastrophiques (Springbett *et al.*, 2003). La maintenance de la diversité

des gènes sous-jacents à la résistance est une ressource importante utile pour combattre les effets d'éventuelles évolutions de pathogènes à l'avenir.

2 Races résistantes ou tolérantes aux maladies

Il a été souvent constaté que les races les plus résistantes sont les races indigènes des environnements où les maladies se propagent le plus. Lorsque les pays entrent les données sur les races des animaux d'élevage dans le système DAD-IS de la FAO, ils peuvent indiquer les caractéristiques ou les valeurs les plus intéressantes – y compris la résistance aux maladies. Dans la plupart des cas, ces déclarations sur des races spécifiques n'ont pas été ciblées par des recherches scientifiques. Cependant, la littérature scientifique relative à la résistance ou à la tolérance aux maladies parmi les races d'animaux d'élevage fournit des preuves pour de nombreuses maladies (voir exemples au tableau 31). Les informations disponibles dans DAD-IS sur la résistance ou la tolérance

TABLEAU 32

Races de mammifères signalées dans DAD-IS comme résistantes ou tolérantes à des maladies ou des parasites spécifiques

Maladie	Bovin	Buffle	Chèvre	Mouton	Porc	Cheval	Cerf
Trypanosomiase	17		4	4			
Infestation par/charge en tiques	17	1		1			1
Maladies transmises par les tiques (non spécifiées)	4						
Anaplasmose bovine	2						
Piroplasmose/babésiose	4					1	
Péricardite exudative infectieuse/							
cowdriose	1			1			
Parasites internes/vers	2	1	1	9	1	2	1
Fasciolose		2		1			
Leucose bovine	9						
Piétin (<i>Bacteroides nodulosus</i>)	1			14			
Total*	59	4	6	33	3	5	2

*Nombre total d'entrées sur la résistance à la maladie (certaines races montrent une résistance à plus d'une maladie).

PARTIE 1

de certaines races sont ci-après abordées avec une attention particulière pour les maladies qui offrent également des preuves scientifiques d'une composante génétique à la sensibilité. Le tableau 32 présente une vue d'ensemble des entrées dans DAD-IS sur la résistance aux maladies chez les races de mammifères et les tableaux 33 à 39 montrent les races signalées comme résistantes ou tolérantes à des maladies ou à des types de maladies spécifiques.

2.1 Trypanosomiase

La trypanosomiase transmise par la mouche tsé-tsé est l'un des plus importants problèmes de santé animale en Afrique – notamment en Afrique centrale et de l'Ouest, et dans certaines zones de l'Afrique de l'Est. D'autres types de trypanosomiase sont problématiques en Afrique et dans d'autres régions. La résistance aux parasites, associée au contrôle basé sur les médicaments trypanocides, et les problèmes de durabilité associés à la mise en œuvre des programmes de lutte contre la mouche tsé-tsé, ont accru l'intérêt pour les méthodes de lutte intégrées, comme l'utilisation des races d'animaux d'élevage tolérantes à la maladie

TABLEAU 33
Races signalées dans DAD-IS comme résistantes ou tolérantes à la trypanosomiase

Espèce/sous-région	Nombre de races	Nom de la race le plus commun
Bovins		
Afrique du Nord et de l'Ouest	15	N'dama (20), Baoulé (4), Lagune (6), Bourgou (2), Muturu (2), Daomé (2), Somba, Namchi, Kapsiki, Kuri, Toupouri, Ghana Shorthorn, Keteku, Somba
Afrique de l'Est	2	Sheko, Jiddu
Moutons		
Afrique du Nord et de l'Ouest	4	Vogan (2), West African Dwarf (4), Djallonké (10), Kirdimi
Chèvres		
Afrique du Nord et de l'Ouest	4	West African Dwarf (16), Djallonké (2), Kirdimi, Diougry

Les chiffres entre parenthèses représentent le nombre de pays (si plus d'un) ayant fait rapport.

A noter que peuvent exister d'autres races, pour lesquelles les preuves de résistance ou de tolérance à la maladie sont disponibles, mais elles n'ont pas été signalées dans DAD-IS.

(FAO, 2005). Les races trypanotolérantes incluent les bovins N'dama et West African Shorthorn, et les moutons et les chèvres Djallonké. Malgré leur plus petite taille, des études ont montré que ces races sont plus productives que les animaux sensibles à la maladie, dans des conditions de risque modéré à élevé d'infection de la mouche tsé-tsé (Agyemang *et al.*, 1997). Le tableau 33 indique les races signalées dans DAD-IS comme résistantes ou tolérantes à la trypanosomiase.

2.2 Tiques et maladies transmises par les tiques

Les tiques sont un problème répandu pour les producteurs d'animaux d'élevage, particulièrement aux tropiques. Les tiques mêmes affaiblissent les animaux en leur enlevant le sang, causent une paralysie par une injection de toxines sécrétées dans leur salive, endommagent les peaux favorisant des infections secondaires. De plus, elles propagent de nombreuses maladies graves, dont les plus importantes sont l'anaplasmose, la babésiose, la theilériose et la cowdriose (péricardite exudative infectieuse). Les espèces de tiques varient selon les conditions agroécologiques et certaines sont plus répandues que d'autres. La résistance ou la tolérance aux tiques, et à un niveau moindre aux maladies transmises par les tiques, est bien documentée. Par exemple, un certain nombre d'études indiquent que les bovins N'dama ont une résistance plus élevée aux tiques que les zébus (Claxton et Leperre, 1991; Mattioli *et al.*, 1993; Mattioli *et al.*, 1995). Selon une autre étude conduite en Australie, la race pure de bovins *Bos indicus* était moins sensible à la babésiose que les croisements entre *Bos indicus* et *Bos taurus* (Bock *et al.*, 1999). Dans le cas de la theilériose provoquée par la *Theileria annulata*, une fois infectés par la maladie, les veaux Sahiwal, une race indigène de l'Inde, sont moins gravement affectés que les veaux Holstein Frisonne (Glass *et al.*, 2005). Les tableaux 34 et 35, respectivement, indiquent les races signalées dans DAD-IS comme résistantes ou tolérantes aux tiques et aux maladies transmises par les tiques.

TABLEAU 34

Races signalées dans DAD-IS comme résistantes ou tolérantes à la charge en tiques

Espèce/sous-région	Nombre de races	Nom de la race le plus commun
Bovins		
Afrique australe	8	Nguni (2), Angoni, Sul Do Save, Pedi, Bonsmara, Shangaan, Kashibi, Tswana
Asie du Sud-Est	4	Pesisir, Limousin, Javanese Zebu, Thai
Europe et Caucase	1	Zebu of Azerbaijan
Amérique du Sud	1	Romosinuano
Pacifique Sud-Ouest	3	Australian Friesian Sahiwal, Australian Milking Zebu, Australian Sahiwal
Moutons		
Afrique australe	2	Nguni (3), Landim
Buffles		
Asie du Sud-Est	1	Thai
Cerfs		
Asie du Sud-Est	1	Sambar

Les chiffres entre parenthèses représentent le nombre de pays (si plus d'un) ayant fait rapport.

A noter que peuvent exister d'autres races, pour lesquelles les preuves de résistance ou de tolérance à la maladie sont disponibles, mais elles n'ont pas été signalées dans DAD-IS.

TABLEAU 35

Races signalées dans DAD-IS comme résistantes ou tolérantes aux maladies transmises par les tiques

Espèce/sous-région	Maladie	Nombre de races	Nom de la race le plus commun
Bovins			
Afrique du Nord et de l'Ouest	Maladies transmises par les tiques (non spécifiées)	2	Baoulé, Ghana Shorthorn
Afrique australe	Maladies transmises par les tiques (non spécifiées)	1	Angoni (2)
Europe et Caucase	Anaplasmose	2	Cinisara, Modicana,
Afrique du Nord et de l'Ouest	Piroplasmose	2	N'dama, Noire Pie de Meknès
Europe et Caucase	Piroplasmose	1	Modicana
Europe et Caucase*	Péricardite exudative infectieuse (cowdriose)	1	Créole (également dermatophilose)
Moutons			
Afrique australe	Péricardite exudative infectieuse (cowdriose)	1	Damara (2)
Chevaux			
Europe et Caucase	Piroplasmose	1	Pottok

Les chiffres entre parenthèses représentent le nombre de pays (si plus d'un) ayant fait rapport.

A noter que peuvent exister d'autres races, pour lesquelles les preuves de résistance ou de tolérance à la maladie sont disponibles, mais elles n'ont pas été signalées dans DAD-IS.

*Guadeloupe, Martinique.

PARTIE 1

TABLEAU 36

Races signalées dans DAD-IS comme résistantes ou tolérantes aux parasites internes/vers

Espèce/sous-région	Nombre de races	Nom de la race le plus commun
Bovins		
Afrique australe	1	Madagascar Zebu
Afrique du Sud-Est	1	Javanese Zebu
Chèvres		
Proche et Moyen-Orient	1	Yei goat
Moutons		
Afrique australe	2	Madagascar, Kumumawa
Asie du Sud-Est	3	Garut, Malin, Priangan
Europe et Caucase	1*	Churra Lebrijana (fascioliasis)
Amérique latine et Caraïbes	3	Criollo (8), Criollo Mora, Morada Nova
Proche et Moyen-Orient	1	Rahmani
Buffles		
Asie du Sud-Est	3*	Papua New Guinea Buffalo, Kerbau-Kalang (fasciolose), Kerbau Indonesia (fasciolose)
Porcs		
Asie du Sud-Est	1	South China
Cerfs		
Asie du Sud-Est	1	Sambar
Chevaux		
Asie du Sud-Est	2	Kuda Padi, Bajau

Les chiffres entre parenthèses représentent le nombre de pays (si plus d'un) ayant fait rapport.

A noter que peuvent exister d'autres races, pour lesquelles les preuves de résistance ou de tolérance à la maladie sont disponibles, mais elles n'ont pas été signalées dans DAD-IS.

*Les chiffres comprennent les races signalées résistantes à la fasciolose.

2.3 Parasites internes

L'helminthiase est reconnue comme une des plus graves maladies des animaux affectant les petits éleveurs pauvres (Perry *et al.*, 2002). La résistance ou la tolérance à *Haemonchus contortus*, un nématode ubiquitaire qui infeste les estomacs des ruminants, a été sujette à plusieurs études (voir exemples au tableau 31). La race de moutons Red Masaai, par exemple, est populaire pour sa résistance aux vers gastro-intestinaux. Selon une étude conduite sur le terrain dans les zones côtières subhumides du Kenya, les agneaux de la race Red Masaai ont un comptage d'œufs dans les fèces (COF) de *Haemonchus contortus* et une mortalité inférieurs par rapport aux agneaux Dorper (une autre race largement élevée au Kenya). Dans ces conditions subhumides favorables

aux parasites, les troupeaux de Red Masaai sont deux à trois fois plus productifs que les Dorper (Baker, 1998). Pareillement, une résistance et une productivité plus élevées sont constatées chez les chèvres Small East African par rapport aux chèvres de la race Galla, dans les mêmes conditions (*ibid.*). Des preuves scientifiques de résistance ou de tolérance à la douve du foie, *Fasciola gigantica*, un parasite répandu, sont également disponibles. Par exemple, les moutons Indonesian Thin Tailed montrent une plus grande résistance que les races de moutons St. Croix et Mérino (Roberts *et al.*, 1997). Une race de moutons et deux races de buffles sont signalées dans DAD-IS pour avoir une certaine résistance ou tolérance à la fasciolose (tableau 36).

2.4 Piétin

Le piétin est une maladie bactérienne contagieuse des animaux biongulés qui provoque une boiterie grave. Il s'agit d'un problème économique sérieux, notamment pour les éleveurs de moutons des zones tempérées. Certaines races sont plus résistantes au piétin que d'autres. Une étude conduite en Australie a indiqué que les races britanniques Romney Marsh, Dorset Horn et Border Leicester, une fois exposées à une infection naturelle sur les pâturages irrigués, étaient moins sensibles au piétin (les lésions étaient relativement bénignes et la guérison plus rapide) que les races Peppin et Saxon Mérino (Emery *et al.*, 1984).

Shimshony (1989) signale également que, lors d'une poussée de la maladie en Israël, les croisements de moutons East Friesian et Awassi ont montré une prévalence inférieure de la maladie de l'Awassi de race pure. Les races originaires des zones plus humides, où la maladie est plus commune, semblent moins sensibles. Les races signalées dans DAD-IS comme résistantes ou tolérantes au piétin sont indiquées au tableau 37.

TABLEAU 37

Races signalées dans DAD-IS comme résistantes ou tolérantes au piétin

Espèce/ sous-région	Nombre de races	Nom de la race le plus commun
Bovins		
Europe et Caucase	1	Sayaguesa
Moutons		
Afrique du Nord et de l'Ouest	1	Beni Ahsen
Asie de l'Est	2	Large Tailed Han, Small Tailed Han
Europe et Caucase	10	Kamieniecka, Leine, Swiniarka, Polskie Owce Długowelniste, Churra Lebrijana, Lacha, Bündner Oberländerschaf, Engadiner Fuchsschaf, Rauhwolliges Pommersches Landschaf, Soay
Pacifique du Sud-Ouest	1	Broomfield Corriedale

A noter que peuvent exister d'autres races, pour lesquelles les preuves de résistance ou de tolérance à la maladie sont disponibles, mais elles n'ont pas été signalées dans DAD-IS.

TABLEAU 38

Races de bovins signalées dans DAD-IS comme résistantes ou tolérantes à la leucose

Sous-région	Nombre de races	Nom de la race le plus commun
Asie centrale	1	Bestuzhevskaya
Europe et Caucase	7	Krasnaya gorbatovskaya, Istobenskaya, Kholmogorskaya, Suksunskaya skot, Yakutskii Skot, Yaroslavskaya, Yurinskaya, Sura de stepa

A noter que peuvent exister d'autres races, pour lesquelles les preuves de résistance ou de tolérance à la maladie sont disponibles, mais elles n'ont pas été signalées dans DAD-IS.

2.5 Leucose bovine

La leucose bovine est une maladie transmise par le sang, provoquée par le virus de la leucose bovine (BLV). La maladie entraîne des pertes économiques considérables à cause des restrictions commerciales, de la mortalité, de la perte de production et de la saisie des carcasses à l'abattoir. Une composante génétique de la sensibilité à la maladie semble exister. Petukhov *et al.* (2002), par exemple, signalent des différences de fréquence de l'infection entre races, familles et filles de taureaux parmi les bovins de la Sibérie de l'Ouest. Le tableau 38 montre les races signalées dans DAD-IS comme résistantes ou tolérantes à la leucose bovine.

2.6 Maladies des volailles

Les foyers de la maladie de Newcastle et de Gumboro (bursite infectieuse aviaire) ravagent souvent les volailles de basse-cour. Les deux maladies ont une prévalence mondiale. Les foyers de la maladie de Newcastle sont signalés depuis au moins un siècle. Quatre poussées panzootiques se sont produites au cours du XX^e siècle. La maladie de Gumboro a été décrite pour la première fois en 1962 et des poussées épidémiques ont été signalées depuis les années 70.

Une étude comparant les effets de l'infection de la maladie de Newcastle et le virus de la bursite infectieuse sur quatre races de poules égyptiennes

PARTIE 1

TABLEAU 39

Races signalées dans DAD-IS comme résistantes ou tolérantes aux maladies aviaires

Espèce/sous-région	Maladie	Nombre de races	Nom de la race le plus commun
Volailles			
Afrique du Nord et de l'Ouest	Maladie de Newcastle	1	Poule De Benna
Afrique australe	Maladie de Newcastle	1	Nkhuku
Asie du Sud-Est	Maladie de Newcastle	1	Coq bankiva
Amérique centrale	Maladie de Newcastle	1	Gallina criolla o de rancho
Asie du Sud-Est	Maladie de Marek	1	Ayam Kampong
Europe et Caucase	Maladie de Marek	4	Borky 117, Scots Dumpy, Hrvatica, Bohemian Fowl
Canard (domestique)			
Afrique du Nord et de l'Ouest	Maladie de Newcastle	2	Canard local de Moulkou et Bongor, Canard locale de Gredaya et Massakory
Pintade			
Afrique du Nord et de l'Ouest	Maladie de Newcastle	2	Numida Meleagris Galeata Pallas, Djaoulés
Canard de Barbarie			
Afrique du Nord et de l'Ouest	Maladie de Newcastle	1	Canard de Barbarie de Karal et Massakory
Dinde			
Afrique du Nord et de l'Ouest	Maladie de Newcastle	1	Beldi marocaine

A noter que peuvent exister d'autres races, pour lesquelles les preuves de résistance ou de tolérance à la maladie sont disponibles, mais elles n'ont pas été signalées dans DAD-IS.

a montré que les poules Mandarah (une race à double fin développée par le croisement) étaient moins sensibles aux deux maladies que les autres races – taux de mortalité beaucoup plus faible suite à l'infection artificielle (Hassan *et al.*, 2004). Des preuves sur la résistance génétique à la maladie de Marek sont également disponibles. Lakshmanan *et al.* (1996), par exemple, signalent qu'une étude sur les poules Fayoumi et White Leghorn a indiqué que les premières étaient plus résistantes au développement de tumeurs (voir ci-dessous pour de plus amples renseignements sur la sélection pour la résistance à la maladie de Marek). Le tableau 39 indique les races aviaires signalées dans DAD-IS comme résistantes ou tolérantes aux maladies aviaires spécifiques.

3 Possibilités de sélection intraraciale pour la résistance aux maladies

L'élevage de sélection, qui vise à obtenir des avantages de la variation intraraciale pour la résistance aux maladies, est une stratégie importante de contrôle de nombreuses maladies. Pour les maladies endémiques, toujours présentes dans les systèmes de production pertinents (par ex. mammite, helminthiase), la sélection basée sur la réponse phénotypique aux risques des maladies est possible. Dans le cas des mammites, le comptage des cellules somatiques dans le lait (indicateur d'attaque bactérienne) ou les cas cliniques de la maladie peuvent être utilisés en tant qu'indicateurs de la sensibilité. Ces indicateurs sont des enregistrements de routine chez les troupeaux laitiers, et leurs variations ont une large composante génétique (Rupp

Cadre 14 Résistance génétique à la peste porcine africaine

La peste porcine africaine (PPA) est une grave menace pour l'industrie mondiale des porcs. La PPA est une maladie hautement contagieuse qui provoque la mort rapide par hémorragie des porcs domestiques. Aucun vaccin n'est disponible et les seules stratégies efficaces de contrôle sont la stricte régulation des mouvements des animaux et de leurs produits et l'identification, l'abattage et l'élimination rapides des animaux infectés. Des approches alternatives sont extrêmement nécessaires.

Contrairement à la maladie grave observée chez les porcs domestiques, l'infection du virus de la peste porcine africaine n'a aucun effet clinique chez les porcs indigènes sauvages africains, le phacochère commun (*Phacochoerus africanus*) et les espèces de porcs sauvages (*Potamochoerus spp.*). Une telle résistance génétique naturelle spécifique à l'espèce a une grande valeur pour l'étude des mécanismes moléculaires relatifs à la pathogenèse de cette maladie.

La sélection pour la résistance génétique à la PPA a été entreprise en croisant des porcs domestiques avec les espèces résistantes. Malgré des preuves épisodiques qui suggèrent sa faisabilité, le croisement a eu un succès limité. En revanche, il est probablement possible de sélectionner la résistance à la PPA en choisissant les porcs domestiques ayant survécu au virus. Environ 5 à 10 pour cent des porcs domestiques survivent à l'infection de PPA. Malheureusement, les animaux ayant survécus sont habituellement éliminés par les mesures d'éradication suivant une poussée de la maladie. Ce genre d'approche peut favoriser l'étude sur la nature de la résistance génétique et obtenir des animaux fondateurs pour des familles ressources à utiliser pour confirmer et quantifier la variation génétique dans la résistance ou la tolérance au virus de la PPA et pour identifier les marqueurs génétiques associés ou les loci à effets quantitatifs.

Les études moléculaires et celles qui sont basées sur la génomique ont identifié les cibles cellulaires clés des protéines du virus de la PPA, essentiels pour la réplication virale ou pour l'évasion du virus des mécanismes de défense immunitaire. L'analyse comparative des séquences d'ADN de ces gènes chez les espèces de porcs ayant des sensibilités variables peut indiquer les mutations (polyphormismes d'un seul nucléotide - SNP) associées à la variation génétique dans la résistance. L'analyse du transcriptome des macrophages infectés par le virus de PPA en utilisant des puces à ADN fournira de nouveaux gènes candidats, réglés de façon différentielle lors de l'infection. Ces gènes candidats peuvent s'utiliser pour l'élaboration d'essais des marqueurs d'ADN pour la sélection d'animaux ayant une sensibilité réduite à la maladie.

La conservation des races résistantes est fondamentale pour améliorer la résistance génétique au virus de la PPA. Les animaux, les tissus et l'ADN sont des ressources clés pour les chercheurs.

Bien que la sélection pour une résistance plus élevée au virus de la PPA soit possible, de nombreux facteurs doivent être pris en considération avant d'entreprendre un tel programme. Il faut considérer que les porcs résistants qui ne peuvent pas être infectés par le virus de la PPA sont difficiles à atteindre. Il est plus probable que les porcs exprimeront un phénotype «tolérant» aux effets cliniques du virus de la PPA. Si les porcs tolérants n'expriment pas les symptômes cliniques de la maladie, ils peuvent toutefois s'infecter et propager le virus de la PPA dans l'environnement. Ces porcs peuvent ainsi représenter une menace pour les porcs sensibles de la zone ou nuire aux stratégies de contrôle.

Fourni par Marnie Mellencamp.

PARTIE 1

et Boichard, 2003). L'existence d'une relation antagoniste entre la valeur génétique pour les caractères de production et la sensibilité à la maladie a poussé l'intérêt vers la sélection pour la résistance (ibid.). Par conséquent, de nombreux programmes de sélection des bovins laitiers incluent parmi les objectifs la résistance à la mammite.

La résistance des parasites aux médicaments anthelminthiques est un problème majeur pour le secteur de l'élevage dans de nombreuses régions de la planète, notamment dans la production des petits ruminants. Les stratégies de contrôle, fondées presque exclusivement sur l'usage fréquent des médicaments contre les vers, sont de plus en plus considérées non durables vue l'émergence de parasites résistants à plusieurs médicaments (Kaplan, 2004). Le besoin de méthodes de contrôle alternatives est souligné par le fait qu'aucune nouvelle classe majeure de médicaments anthelminthiques a été lancée depuis environ 25 ans et il semble difficile de prévoir pour l'immédiat l'émergence de nouveaux candidats (ibid.). L'intérêt croît pour les programmes de lutte intégrée contre les parasites, dont la sélection pour la résistance génétique est une composante. La sélection des moutons sur la base du COF a été considérée comme un moyen efficace de réduction du traitement avec les médicaments anthelminthiques et de la contamination des pâturages par les œufs des parasites nématodes (Woolaston, 1992; Morris *et al.*, 2000; Woolaston et Windon, 2001; Bishop *et al.*, 2004).

Les maladies épidémiques requièrent des approches alternatives. Il est nécessaire d'élaborer des techniques de sélection basées sur les allèles marqueurs associés à une plus grande résistance aux maladies (Bishop et Woolliams, 2004). Pour la maladie de Marek (une maladie virale des poules), l'utilisation des vaccins a apparemment accru la virulence de la maladie. La sélection pour la résistance sera ainsi de plus en plus importante dans les systèmes de production des volailles. La sélection pour la résistance, basée sur les

allèles B spécifiques au sein du complexe majeur d'histocompatibilité (CMH) (Bacon, 1987), a été utilisée de nombreuses années pour faciliter la lutte contre la maladie de Marek. Récemment, les chercheurs ont également identifié un certain nombre de loci à effets quantitatifs (QTL) associés à la résistance à cette maladie (Vallejo *et al.*, 1998; Yonash *et al.*, 1999; Cheng, 2005). D'autres maladies pour lesquelles les marqueurs pour la résistance ont été identifiés incluent la dermatophilose des bovins (Maillard *et al.*, 2003), la diarrhée causée par le *E. coli* chez les porcs (Edfors et Wallgren, 2000) et la tremblante chez les moutons (Hunter *et al.*, 1996).

4 Conclusions

Il est évident que les éléments génétiques doivent être inclus dans les stratégies de contrôle des maladies, notamment à la lumière de la durabilité limitée de nombreuses autres méthodes. Des preuves documentées sur la variation intra et interrassiale en matière de sensibilité à de nombreuses maladies importantes sont disponibles et, dans un certain nombre de cas, cet élément a été inclus dans les programmes de sélection. Cependant, la recherche sur la génétique de la résistance et de la tolérance aux maladies des animaux d'élevage est plutôt limitée pour ce qui est des maladies, des races et des espèces étudiées. Si les races disparaissent avant l'identification de leurs qualités de résistance aux maladies, les ressources génétiques qui pourraient largement contribuer à l'amélioration de la santé et de la productivité animales seront perdues à jamais.

Références

- Agyemang, K., Dwinger, R.H., Little, D.A. et Rowlands, G.J. 1997. *Village N'Dama cattle production in West Africa: six years of research in the Gambia*. Nairobi. International Livestock Research Institute and Banjul, International Trypanotolerance Centre.
- Amarante, A.F.T., Bricarello, P.A., Rocha, R.A. et Gennari, S.M. 2004. Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France sheep to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. *Veterinary Parasitology*, 120(1-2): 91-106.
- Bacon, L.D. 1987. Influence of the major histocompatibility complex on disease resistance and productivity. *Poultry Science*, 66(5): 802-811.
- Baker, R.L. 1998. Genetic resistance to endoparasites in sheep and goats. A review of genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in sheep and goats in the tropics and evidence for resistance in some sheep and goat breeds in sub-humid coastal Kenya. *Animal Genetic Resources Information*, 24: 13-30.
- Bishop, S.C., Jackson, F., Coop, R.L. et Stear, M.J. 2004. Genetic parameters for resistance to nematode infections in Texel lambs. *Animal Science*, 78(2): 185-194.
- Bishop, S.C. et Woolliams, J.A. 2004. Genetic approaches and technologies for improving the sustainability of livestock production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(9): 911-919.
- BOA. 1999. *The use of drugs in food animals: benefits and risks*. Washington DC. Board on Agriculture, National Academies Press.
- Bock, R.E., Kingston, T.G. et de Vos, A.J. 1999. Effect of breed of cattle on transmission rate and innate resistance to infection with *Babesia bovis* and *B. bigemina* transmitted by *Boophilus microplus*. *Australian Veterinary Journal*, 77(7): 461-464.
- Cheng, H.H. 2005 Integrated genomic approaches to understanding resistance to Marek's Disease. Dans S.J. Lamont, M.F. Rothschild et D.L. Harris, eds. *Proceedings of the third International Symposium on Genetics of Animal Health*, Iowa State University, Ames, Iowa, Etats-Unis d'Amérique. 13-15 juillet 2005.
- Claxton, J. et Leperre, P. 1991. Parasite burdens and host susceptibility of Zebu and N'Dama cattle in village herds in the Gambia. *Veterinary Parasitology*, 40(3-4): 293-304.
- Edfors, L.I. et Wallgren, P. 2000. *Escherichia coli* and *Salmonella diarrhoea* in pigs. Dans R.F.E. Axford, S.C. Bishop, J.B. Owen et F.W. Nicholas, eds. *Breeding for resistance in Farm Animals*, pp. 253-267. Wallingford, Royaume-Uni. CABI Publishing.
- Emery, D.L., Stewart, D.J. et Clark, B.L. 1984. The susceptibility of five breeds of sheep to foot rot. *Australian Veterinary Journal*, 61(3): 85-88.
- FAO. 1999. *Opportunities for incorporating genetic elements into the management of farm animal diseases: policy issues*, par S. Bishop, M. de Jong et D. Gray. Background Study Paper Number 18. Commission des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Rome.
- FAO. 2005. *Trypanotolerant livestock in the context of trypanosomiasis intervention strategies*, par K. Agyemang. PAAT Technical and Scientific Series No. 7. Rome.

PARTIE 1

- FAOSTAT. (disponible à l'adresse Internet <http://faostat.fao.org/>).
- Glass, E.J., Preston, P.M., Springbett, A., Craigmile, S., Kirvar, E., Wilkie, G. et Brown, C.G.D. 2005. *Bos taurus* and *Bos indicus* (Sahiwal) calves respond differently to infection with *Theileria annulata* and produce markedly different levels of acute phase proteins. *International Journal for Parasitology*, 35(3): 337–347.
- Goosens, B., Osaer, S., Ndao, M., Van Wingham, J. et Geerts, S. 1999. The susceptibility of Djallonké and Djallonké-Sahelian crossbred sheep to *Trypanosoma congolense* and helminth infection under different diet levels. *Veterinary Parasitology*, 85(1): 25–41.
- Hansen, D.S., Clery, D.G., Estuningsih, S.E., Widjajanti, S., Partoutomo, S. et Spithill, T.W. 1999. Immune responses in Indonesian thin tailed sheep during primary infection with *Fasciola gigantica*: lack of a species IgG₂ antibody response is associated with increased resistance to infection in Indonesian sheep. *International Journal for Parasitology*, 29(7): 1027–1035.
- Hassan, M.K., Afify, M.A. et Aly, M.M. 2004. Genetic resistance of Egyptian chickens to infectious bursal disease and Newcastle disease. *Tropical Animal Health and Production*, 36(1): 1–9.
- Hunter, N., Foster, J.D., Goldmann, W., Stear, M.J., Hope, J. et Bostock, C. 1996. Natural scrapie in closed flock of Cheviot sheep occurs only in specific PrP genotypes. *Archives of Virology*, 141(5): 809–824.
- Kaplan, R.M. 2004. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends in Parasitology*, 20(10): 477–481.
- Lakshmanan, N., Kaiser, M.G. et Lamont, S.J. 1996. Marek's disease resistance in MHC-congenic lines from Leghorn and Fayoumi breeds. Dans *Current research on Marek's disease. Proceedings of the 5th International Symposium*, East Lansing, Michigan, 7–11 septembre 1996, pp. 57–62. Kennet Sque, Pennsylvania, Etats-Unis d'Amérique. American Association of Avian Pathologists.
- Maillard, J.C., Berthier, D., Chantal, I., Thevenon, S., Sidibe, I., Stachurski, F., Belemsaga, D., Razafindraibe, H. et Elsen, J.M. 2003. Selection assisted by a BoLA-DR/DQ haplotype against susceptibility to bovine dermatophilosis. *Genetics Selection Evolution*, 35(Suppl. 1): S193–S200.
- Mattioli, R.C., Bah, M., Faye, J., Kora, S. et Cassama, M. 1993. A comparison of field tick infestation on N'Dama, Zebu and N'Dama x Zebu crossbred cattle. *Veterinary Parasitology*, 47(1–2): 139–148.
- Mattioli, R.C., Bah, M., Kora, S., Cassama, M. et Clifford, D.J. 1995. Susceptibility to different tick genera in Gambian N'Dama and Gobra zebu cattle exposed to naturally occurring tick infection. *Tropical Animal Health and Production*, 27(2): 995–1005.
- Morris, C.A., Vlassoff, A., Bisset, S.A., Baker, R.L., Watson, T.G., West, C.J. et Wheeler, M. 2000. Continued selection of Romney sheep for resistance or susceptibility to nematode infection: estimates of direct and correlated responses. *Animal Science*, 70(1): 17–27.
- Permin, A. et Ranvig, H. 2001. Genetic resistance to *Ascaridia galli* infections in chickens. *Veterinary Parasitology*, 102(2): 101–111.
- Perry, B.D., McDermott, J.J., Randolph, T.F., Sones, K.R. et Thornton, P.K. 2002. *Investing in animal health research to alleviate poverty*. Nairobi. International Livestock Research Institute.

- Petukhov, V.L., Kochnev, N.N., Karyagin, A.D., Korotkevich, O.S., Petukhov, I.V., Marenkov, V.G., Nezavitin, A.G. et Korotkova, G.N. 2002. Genetic resistance to BLV. Dans *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Montpellier, France, août 2002, Session 13, pp 1–4. Montpellier, France. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).
- Reiner, G., Eckert, J., Peischl, T., Bochert, S., Jäkel, T., Mackenstedt, U., Joachim, A., Dausgschie, A. et Geldermann, H. 2002. Variation in clinical and parasitological traits in Pietran and Meishan pigs infected with *Sarcocystis miescheriana*. *Veterinary Parasitology*, 106(2): 99–113.
- Roberts, J.A., Estuningsih, E., Widjayanti, S., Wiedosari, E., Partoutomo, S. et Spithill, T.W. 1997. Resistance of Indonesian thin tail sheep against *Fasciola gigantica* and *F. hepatica*. *Veterinary Parasitology*, 68(1–2): 69–78.
- Rupp, R. et Boichard, D. 2003. Genetics of resistance to mastitis in dairy cattle. *Veterinary Research*, 34(5): 671–688.
- Shimshony, A. 1989. Footrot in Awassis and the crosses with East Friesian sheep. *New Zealand Veterinary Journal*, 37(1): 44.
- Springbett, A.J., MacKenzie, K., Woolliams, J.A. et Bishop, S.C. 2003. The contribution of genetic diversity to the spread of infectious diseases in livestock populations. *Genetics*, 165(3): 1465–1474.
- Vallejo, R.L., Bacon, L.D., Liu, H.C., Witter, R.L., Groenen, M.A.M., Hillel, J. et Cheng, H.H. 1998. Genetic mapping of quantitative trait loci affecting susceptibility to Marek's disease induced tumours in F2 intercross chickens. *Genetics*, 148(1): 349–360.
- Woolaston, R.R. 1992. Selection of Merino sheep for increased and decreased resistance to *Haemonchus contortus*: peri-parturient effects on faecal egg counts. *International Journal for Parasitology*, 22(7): 947–953.
- Woolaston, R.R. et Windon, R.G. 2001. Selection of sheep for response to *Trichostrongylus colubriformis* larvae: genetic parameters. *Animal Science*, 73(1): 41–48.
- Yonash, N., Bacon, L.D., Witter, R.L. et Cheng, H.H. 1999. High resolution mapping and identification of new quantitative trait loci (QTL) affecting susceptibility to Marek's disease. *Animal Genetics*, 30(2):126–135.