

Diversité des races animales domestiques dans le monde

Relations entre la diversité des races domestiques et la diversité de facteurs géographiques, socio-économiques et environnementaux

Mots-clés : Races, Diversité, Environnement

Auteurs : Grégoire Leroy¹, Paul Boettcher¹, Irène Hoffmann¹, Anne Mottet¹, Félix Teillard¹, Roswitha Baumung¹

¹ Food and Agriculture Organization of the United Nations, Animal Production and Health Division, 00153, Rome, Italie.

* E-mail de l'auteur correspondant : gregoire.leroy@fao.org

Cet article montre que le nombre de races animales domestiques par pays (bovins, ovins, caprins et porcins) dépend de la superficie agricole et de la taille de la population humaine du pays, et surtout de la taille du cheptel des espèces.

Résumé :

Cet article étudie les relations entre facteurs environnementaux, géographiques, démographiques et socio-économiques et la diversité des races d'animaux d'élevage de 158 pays pour quatre espèces de mammifères domestiques (bovins, ovins, caprins et porcins). De manière générale, des corrélations élevées ont été trouvées entre la superficie agricole, la taille de la population humaine, la taille du cheptel des espèces et le nombre de races par pays. Les pays de l'OCDE déclarent aussi en général plus de races que les pays non membres de l'OCDE. Parmi les paramètres considérés, la taille du cheptel des espèces apparaît comme le facteur explicatif le plus important pour le nombre de races déclarées par les pays pour les quatre espèces. La diversité des systèmes de production influence significativement le nombre de races rapportées en ovins, caprins et les porcs. Le nombre de races de ruminants est positivement associé à la taille de la zone agricole et à la diversité de la couverture du sol dans le pays. Ainsi, si l'importance démographique et culturelle d'une espèce constitue un facteur majeur de la diversification des races au sein d'un pays, cette diversité est également liée à la variabilité des environnements et des systèmes de production. Cet article est une version abrégée et traduite de la publication « An exploratory analysis on how geographic, socioeconomic, and environmental drivers affect the diversity of livestock breeds worldwide » parue en 2016 dans Journal of Animal Science, 94, 5055-5063.

Abstract: Relationships between geographic, socioeconomic, and environmental factors and the diversity of livestock breeds worldwide

This study investigates the relationship between environmental, geographic, demographic and socio-economic factors and the diversity of livestock breeds reported within 158 countries, for four domestic mammal species (cattle, sheep, goats and pigs). In general, strong and positive correlations were found between agricultural area, human population size, species population size and number of breeds within countries. OECD countries also report more breeds than non-OECD countries. Among the parameters considered, species population size appears to be the most important explanatory factor for the number of breeds reported by countries for the four species. Diversity of production systems has a significant association with the number of breeds reported for sheep, goats and pigs. The number of ruminant breeds is positively associated with the size of the agricultural area and the diversity of land cover in the country. Thus, while demographic and cultural importance of a given species is a major factor associated with the number of livestock breeds within countries, this diversity is also connected to the variability in environmental and production conditions. This article is a shortened and translated version of the article « An exploratory analysis on how geographic, socioeconomic, and environmental drivers affect the diversity of livestock breeds worldwide » published in 2016 in the Journal of Animal Science, 94, 5055-5063.

INTRODUCTION

Il existe à l'heure actuelle dans le monde plus de 8800 races animales domestiques appartenant à 38 espèces, répertoriées par les pays au sein de la base DAD-IS de la FAO (<http://dad.fao.org>). Ces races sont définies par des caractéristiques phénotypiques spécifiques, mais aussi par des facteurs géographiques et / ou culturels. Elles offrent une diversité de produits et de services, ainsi que des opportunités pour répondre aux demandes futures du marché et assurer la capacité de s'adapter aux changements dans leurs environnements de production.

La race constitue la principale subdivision au sein des espèces domestiques. Il n'existe cependant que peu de travaux ayant analysé les facteurs expliquant le nombre de races répertoriées aux niveaux national ou global.

I. MATERIEL ET METHODES

I.1. Données utilisées

Les données de la base DAD-IS ont été extraites pour 158 pays, considérant indépendamment les quatre principales espèces de mammifères domestiques en termes de production (bovins, ovins, caprins et porcins).

Une diversité de variables explicatives a été considérée, correspondant à des facteurs géographiques (surface agricole du pays), démographiques (taille de la population humaine ou du cheptel de l'espèce considérée au sein du pays), socio-économiques (PIB par habitant, index de développement humain, valeur ajoutée de l'agriculture en pourcentage du PIB). Afin d'étudier plus particulièrement comment la diversité des conditions environnementales affectait le nombre de races au sein des pays, l'écart-type des précipitations et températures moyennes annuelles (entre 1961 et 1990) et les altitudes médianes ont été calculées au sein des pays à partir de la base GAEZ (IIASA/FAO, 2012).

A partir de la même base de données, les types de couverture du sol dominants ont été extraits incluant 12 catégories déterminées sur la base du pourcentage de couverts tels que les prairies, les territoires urbains, agricoles ou forestiers, ou les terres peu ou pas fertiles. Pour les quatre espèces, les systèmes de production ont été différenciés, selon

I.2. Méthodes statistiques

Les corrélations de Pearson ont été calculées pour analyser les relations entre les différentes variables quantitatives.

Une analyse de régression (modèle linéaire généralisé) a aussi été réalisée pour étudier les facteurs expliquant le nombre de races répertoriées dans chaque pays. Pour chaque espèce, un modèle linéaire généralisé a été employé, en considérant une régression de Poisson prenant comme prédicteurs l'appartenance à l'OCDE (en tant que facteur qualitatif), la taille du cheptel de l'espèce au niveau national, la surface agricole du pays et l'indice de diversité de couverture du sol (comme facteurs continus). Alternativement, l'indice de diversité du système de

Notamment, si un certain nombre de phénotypes liés à l'adaptation des races à des environnements spécifiques (tolérance à des températures extrêmes, résistance à des maladies...) ont pu être mis en évidence (Leroy *et al.*, 2015), l'impact de la diversité des conditions environnementales sur la diversification des races n'a jamais été mise en évidence de manière claire.

L'objectif de cet article, initialement publié dans *Journal of Animal Science* (Leroy *et al.* 2016a), est d'étudier comment divers facteurs environnementaux et géographiques, démographiques et socio-économiques peuvent impacter la diversité des races d'animaux d'élevage répertoriés dans les pays du monde entier.

le modèle GLEAM 2.0 (<http://www.fao.org/gleam/en>) en systèmes herbager, mixte et en *feedlot* (système intensif) pour les bovins, en systèmes herbager et mixte pour les ovins et caprins, et en systèmes de type « basse cours » (*backyard*), intermédiaire ou industriel pour les porcins. Pour examiner l'influence de la diversité culturelle, l'indice de diversité linguistique a été extrait de la base de données Ethnologue (Lewis *et al.*, 2015).

Pour les trois variables catégorielles (couverture du sol, systèmes de production, langues parlées), les indices réciproques de Simpson (Simpson, 1949) ont été calculés selon la formule : $Div = 1 / \sum P_i^2$, P_i étant la proportion d'une couverture, d'un système de production ou d'une langue dans un pays donné; les différents indicateurs de la diversité, LCDiv (Diversité de la couverture terrestre), ProdSDiv (Diversité des systèmes de production), et LangDiv (Diversité linguistique) ont été considérés comme des variables indépendantes dans les analyses statistiques.

Enfin, l'adhésion à l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE) a été utilisée comme variable économique, le jeu de données incluant 34 pays membres de l'OCDE et 124 pays non membres.

production a été ajouté en tant que prédicteur continu (modèle 2). Ces deux modèles ont également été considérés avec la transformation en log de la taille de la population et de la surface agricole (modèles 3 et 4). Par conséquent, quatre modèles ont été appliqués pour chaque espèce. La qualité des différents modèles a été évaluée à l'aide du pseudo- R^2 et du critère AIC, le premier estimant le niveau d'ajustement du modèle aux données (avec des valeurs allant de 0 à 1), la minimisation du second indiquant une meilleure qualité du modèle, en considérant la complexité et la vraisemblance de ce dernier.

Pour plus d'information sur les données et approches employées, voir Leroy *et al.* (2016a).

II. RESULTATS

En général, les pays ne répertorient qu'un nombre limité de races par espèce, avec des valeurs médianes de population raciale par pays variant entre 6 et 12 races en fonction des espèces (Figure 1). Les corrélations entre variables ont été trouvées plutôt positives ($r = 0,57$ en moyenne, soit de $-0,38$ à $0,88$), et se sont révélées plus particulièrement élevées entre la surface agricole, la population humaine, la population des espèces et le nombre de races (Tableau 1). On peut s'attendre en effet à ce que les pays de grande taille aient, de manière générale, une population humaine et des cheptels d'animaux domestiques importants, la taille du cheptel étant a priori liée au nombre de races au sein du pays. Parmi les autres variables socio-économiques significativement corrélées avec le nombre de races ($P < 0,05$), on retrouve l'index de développement humain ($r = 0,28$), ce qui peut être interprété comme le fait que les pays développés déclarent davantage de races par rapport à des pays moins développés. Enfin, les indices de diversité environnementale sont apparus corrélés entre eux de manière positive et significative ($r = 0,32$ en moyenne), et corrélés positivement avec les nombres de races, ces dernières corrélations étant significatives pour la diversité de la couverture du sol ($r = 0,40$) et pour l'écart-type des températures moyennes annuelles ($r = 0,29$). En revanche, la corrélation du nombre de races avec l'indice de diversité linguistique était proche de 0 ($r = -0,11$) et non-significative.

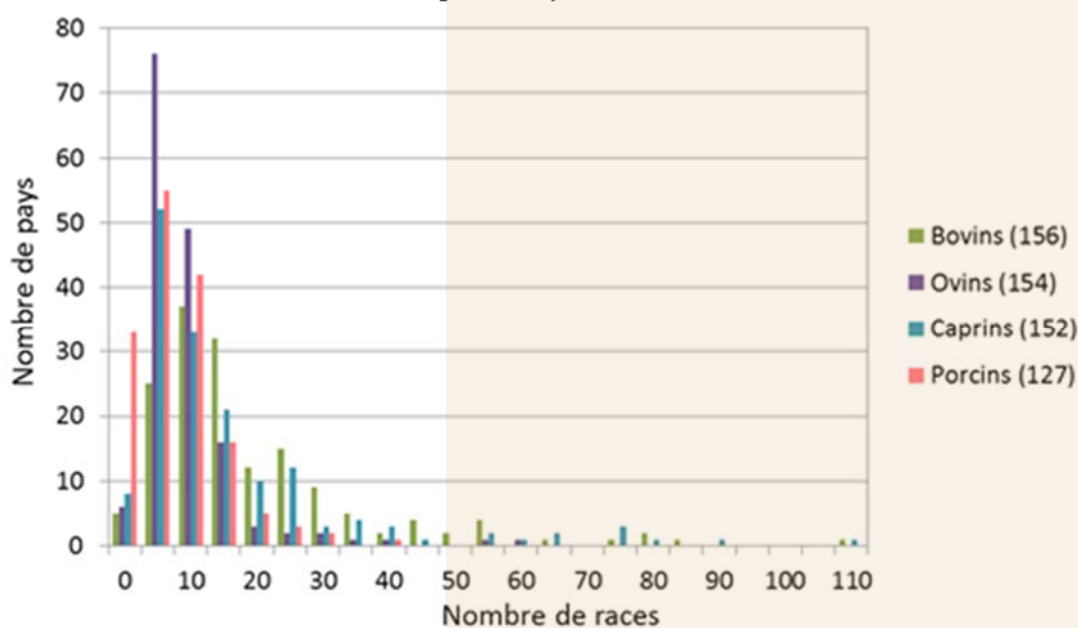
Sur la base des corrélations seules, il convient d'être prudent quant à l'interprétation des résultats, du fait des autocorrélations entre les variables considérées. Ainsi du fait que les indices de diversité environnementale étaient corrélés positivement avec la surface agricole, on pouvait s'attendre à une corrélation positive entre ces indices et le nombre de races, sans qu'il y ait forcément un lien de causalité. Une analyse de corrélation partielle en contrôlant les effets de la surface agricole montre que les corrélations restent significatives uniquement entre la diversité de la couverture terrestre et le nombre de races (Leroy *et al.* 2016a).

Le choix des variables conservées dans les modèles de régression s'est fait sur la base de ces observations ainsi que des évolutions de la qualité d'ajustement des modèles sur la

base des pseudo- R^2 et de la minimisation de l'AIC (voir plus haut). Sur cette base, en considérant comme facteurs explicatifs l'appartenance à l'OCDE, la surface agricole et la taille du cheptel pour l'espèce, l'ajout de l'indice de diversité de la couverture du sol minimisait l'AIC pour les ruminants. Pour les porcins, l'AIC était minimisé par l'ajout de l'indice de diversité des systèmes de production. C'est pourquoi, ces deux indices de diversité environnementale ont été utilisés au sein des modèles de régression. Alternativement, la surface agricole et la taille du cheptel de l'espèce considérée ont été remplacées par leur logarithme. Le Tableau 2 montre les résultats des analyses de régression en tenant compte des différentes options. Dans tous les modèles et espèces, la taille du cheptel des espèces (qu'il soit transformé ou non) s'est révélé avoir une association significative avec le nombre de races ($P < 0,001$). Il est aussi apparu dans la plupart des modèles comme le prédicteur le plus important, en termes de variance expliquée. L'appartenance à l'OCDE était également associée à un nombre nettement plus élevé de races dans la plupart des cas, le facteur étant souvent classé comme second ou principal prédicteur.

La surface agricole et l'indice de diversité de la couverture du sol ont eu tendance à avoir des impacts significatifs sur le nombre de races pour les ruminants, alors que les associations de ces variables avec le nombre de races n'étaient pas significatives pour les porcins. Lorsqu'il est inclus dans l'analyse statistique (modèles 2 et 4), l'indice de diversité des systèmes de production a présenté une association significativement positive ($P < 0,05$) avec le nombre de races pour les ovins, caprins et porcins; L'AIC et le pseudo- R^2 ont été ainsi légèrement améliorés en général. En revanche, le remplacement de la superficie agricole et de la taille de la population par leur log (modèle 3 et 4) a considérablement amélioré l'AIC et le pseudo- R^2 pour toutes les espèces, le pseudo R^2 atteignant 0,55, 0,62, 0,50 et 0,42 pour les bovins, les moutons, les chèvres et les porcins, respectivement, dans le modèle le plus élaboré (modèle 4). Ces résultats semblent indiquer que le nombre de race dans les pays n'augmente pas linéairement avec la superficie agricole et la taille du cheptel.

Figure 1 : Distribution du nombre de races par pays en fonction des espèces (nombre de pays entre parenthèses) (d'après Leroy *et al.* 2016a)



III. DISCUSSION

Au sein des espèces domestiques, la sélection artificielle est probablement le principal facteur de diversification des races, et la majorité des signatures de sélection identifiées à l'échelle du génome de ces espèces ont été associées avec des caractères de production (Bovine HapMap Consortium, 2009, Rothhammer *et al.*, 2013). L'objectif de cette étude était néanmoins d'identifier dans quelle mesure cette diversification pourrait être influencée par d'autres facteurs.

En préambule, il convient de rappeler que le concept de race n'est pas seulement basé sur des considérations phénotypiques ou génétiques, mais est également un concept socioculturel. Il n'est donc à ce titre pas surprenant d'observer qu'un plus grand nombre de races soit enregistré dans les pays de l'OCDE. D'une part, les premières races et livres généalogiques ont été établis en Europe à partir du début de la révolution industrielle notamment au Royaume-Uni (Audiot, 1995), alors que le terme « race » n'est pas aussi clairement défini dans de nombreux pays en développement. En conséquence, on peut s'attendre à ce que les pays ayant une longue histoire de sélection formelle, tels que les pays européens, aient développé (et tendent à déclarer) un plus grand nombre de races que les autres pays. D'autre part, il a pu être montré que l'étendue des activités de caractérisation des ressources génétiques animales est plus élevée au sein des pays de l'OCDE (Leroy *et al.* 2016b), ce qui peut se traduire par un plus grand nombre de races répertoriées.

Pour autant, d'autres facteurs viennent influencer le nombre de races identifiées par les pays. Si la taille du cheptel n'est pas indépendante de l'importance culturelle d'une espèce, on peut s'attendre à ce qu'elle joue aussi sur la différenciation génétique au sein de celle-ci. En écologie, de nombreuses études ont mis en évidence la relation entre la diversité génétique et l'abondance des espèces ainsi qu'avec la superficie du territoire (Nee, 2005, Sclafani et Holland, 2013). Dans le cadre de la théorie neutre de la biodiversité, l'occurrence de nouvelles mutations et d'espèces est fonction de la taille de la population totale, entre autres facteurs, tandis que l'augmentation de la superficie implique moins d'échanges de matériel génétique entre sous-populations et plus d'isolement par distance. Suivant une logique analogue, il n'est donc pas surprenant que la taille du cheptel soit un des principaux facteurs explicatifs du nombre de races au sein des

pays. Les analyses de régression ont aussi montré un impact significatif de la surface agricole sur le nombre de races bovines et ovines, tandis que l'indice de diversité de la couverture du sol n'est apparu significatif que pour les bovins, ovins et caprins. Le fait que les variables environnementales semblent davantage impacter la diversification des races de ruminants que les races porcines n'est guère surprenant, dans le sens où les systèmes de production ruminants impliquent généralement une plus grande relation avec l'environnement extérieur que les systèmes porcins.

La couverture du sol est affectée par un certain nombre de facteurs tels que la température, les précipitations, les propriétés du sol, l'altitude, ou d'autres facteurs anthropogéniques. Le fait que l'indice de couverture du sol soit apparu comme la principale variable de diversité environnementale ayant un impact sur le nombre de races ne permet pas de tirer des conclusions solides sur la manière dont les facteurs environnementaux influent exactement sur cette diversité. Il est cependant probable que la différenciation génétique des animaux domestique soit influencée, en plus de la sélection artificielle, par une série de contraintes environnementales. Ces dernières années, les études dans le domaine de la génomique environnementale « landscape genomics » ont permis d'identifier des relations entre un nombre croissant de variants génomiques spécifiques de certaines races et les conditions agro-environnementales (climat, altitude...) dans lesquelles ces races sont élevées (Edea *et al.*, 2014, Lv *et al.*, 2014).

Pour les espèces ovines, caprines et porcines, une relation entre la diversité des systèmes de production et le nombre de races a été identifiée, ce qui suggère que cette diversité et la variation des objectifs de sélection qui en découlent influent sur la diversité des races dans un pays donné. Cependant, étant donné le petit nombre de systèmes de production considérés (trois pour les bovins et les porcins, deux pour les ovins et les caprins), ces résultats doivent être considérés avec prudence, surtout si l'on considère qu'aucune association significative n'a été observée chez les bovins. Une analyse plus approfondie devrait être effectuée avec des ensembles de données améliorés, y compris des informations précises sur l'utilisation des races.

PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS

Cette étude exploratoire a permis d'illustrer en quoi le nombre de races dans un pays donné est influencé par la diversité de ses conditions d'environnement et de production. L'importance démographique et culturelle d'une espèce donnée, la différenciation des races pour des utilisations spécifiques ainsi que les capacités nationales de gestion et de caractérisation des ressources zoogénétiques influencent aussi très probablement le nombre de races déclarées par les pays. Les conclusions de cette étude sont néanmoins limitées par les restrictions inhérentes aux données utilisées, la caractérisation des systèmes de production pouvant être par

exemple affinée. L'utilisation de données plus précises, considérant par exemple la répartition des races à l'intérieur des pays, pourrait permettre de mieux affiner nos conclusions en effectuant les analyses à plusieurs échelles. Le développement d'approches de type « landscape genomics » devrait aussi permettre de caractériser plus finement les facteurs conduisant à l'adaptation des races à leur milieu d'élevage. La caractérisation des races et des populations domestiques vis-à-vis de leur environnement est en effet une des clés de l'adaptation des systèmes de production aux changements climatiques qui s'annoncent.

Avertissement :

Les opinions exprimées dans cet article sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les points de vue ou les politiques de la FAO. Les auteurs remercient le gouvernement français pour la mise à disposition du Dr Grégoire Leroy.

Références :

- Audiot A. (1995). Races d'hier pour l'élevage de demain. INRA, Paris, France.
- Bovine HapMap Consortium (2009). Genome-wide survey of SNP variation uncovers the genetic structure of cattle breeds. *Science*, 324, 528-532.
- Edea Z., Dadi H., Kim S. W., Park J. H., Shin G. H., Dessie T., Kim. K.S. (2014). Linkage disequilibrium and genomic scan to detect selective loci in cattle populations adapted to different ecological conditions in Ethiopia. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 131, 358-366. ,
- IIASA/FAO (2012). Global Agro-ecological Zones (GAEZ v3.0). IIASA, Laxenburg, Austria and FAO, Rome, Italy.
- Leroy G., Besbes B., Boettcher P., Hoffmann I., Capitan A., Baumung R. (2015). Rare phenotypes in domestic animals: unique resources for multiple applications. *Animal Genetics*, 47, 141-153.
- Leroy G., Boettcher P., Hoffmann I., Mottet A., Teillard F., Baumung R. (2016a). An exploratory analysis on how geographic, socioeconomic, and environmental drivers affect the diversity of livestock breeds worldwide. *Journal of Animal Science*, 94, 5055-5063.
- Leroy G., Besbes B., Boettcher P., Hoffmann I., Pilling D., Baumung R., Scherf. B. (2016b). Factors and determinants of animal genetic resources management activities across the world. *Livestock Science*, 189, 70-77.
- Lewis M.P., Simons G.F., Fennig C.D. (2015). *Ethnologue: Languages of the World*, Nineteenth edition. Dallas, Texas: SIL International. Online version: <http://www.ethnologue.com>. (Accessed on 15 September 2015).
- Lv F.H., Agha S., Kantanen J., Colli L., Stucki S., Kijas J.W., Joost S., Meng-Hua L., Marsan P.A. (2014). Adaptations to climate-mediated selective pressures in sheep. *Molecular Biology and Evolution*, 31, 3324-3343.
- Nee S. (2005). The neutral theory of biodiversity: do the numbers add up? *Functional Ecology*, 19, 173-176.
- Rothhammer S., Seichter D., Förster M., Medugorac I. (2013). A genome-wide scan for signatures of differential artificial selection in ten cattle breeds. *BMC Genomics*, 14, 1.
- Sclafani J.A., Holland S.M. (2013). The species-area relationship in the Late Ordovician: a test using neutral theory. *Diversity*, 5, 240-262.
- Simpson E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.

Tableau 1 : Corrélations de Pearson entre les variables étudiées (moyennées sur les quatre espèces pour l'index de diversité des systèmes de production, la taille des cheptels et le nombre de races) (d'après Leroy *et al.* 2016a)

Catégorie	Variabes	Abbrev.	Hpop	GDP pCap	HDI	Agri VAd	Alti SD	Precip SD	Temp SD	LC Div	Lang Div	ProdS Div	Pop	B
General	Surface agricole	AgriArea	0.63	0.11	0.12	-	0.25	0.18	0.41	0.34	-	0.15	0.64	0.51
	Population humaine	Hpop		-	0.00	0.01	0.29	0.26	0.30	0.32	0.02	0.05	0.79	0.50
	PIB par habitant	GDPpCap			0.69	-	-	-0.08	0.00	0.15	0.19	-0.11	-0.03	0.21
	Index de développement humain	HDI				-	-	-	0.08	0.19	-	0.02	0.00	0.28
	Valeur ajoutée de l'agriculture en % du PIB	AgriVAd				0.68	0.02	-0.07	0.08	0.19	0.38	0.02	0.00	0.28
Indicateurs de diversité	Ecart-type de l'altitude	AltiSD						0.39	0.88	0.32	0.01	0.15	0.28	0.21
	Ecart-type des précipitations	PrecipSD							0.32	0.33	0.14	0.07	0.21	0.13
	Ecart-type des températures	TempSD								0.41	0.07	0.18	0.29	0.29
	Diversité de la couverture du sol	LCDiv									0.07	0.18	0.28	0.40
	Diversité linguistique	LangDiv										-0.06	-0.01	0.11
Par espèce	Diversité des systèmes de production	ProdSDiv											0.17	0.22
	Taille du cheptel	Pop												0.48
	Nombre de races	B												

En gras, les corrélations significatives au seuil de 5% après correction de Bonferroni

Tableau 2 : Résultats des analyses de régressions sur le nombre de races en considérant l'estimation de l'effet des prédicteurs et leurs rangs d'importance pour quatre modèles de régression (d'après Leroy *et al.* 2016a)

		Pseudo R ²	AIC	(Intercept)	OCDE		Pop		AgriArea		LCDiv		ProdSDiv	
				Estimation	Rang	Estimation	Rang	Estimation	Rang	Estimation	Rang	Estimation	Rang	Estimation
Modèle 1	Bovin	0.42	1846	2.26***	1	0.54***	2	6***	3	1.72***	4	0.09***		
	Ovin	0.46	1886	1.71***	1	0.93***	2	8.8***	4	0.77**	2	0.16***		
	Caprin	0.43	1031	1.17***	3	0.46***	1	10.1***	4	0.17NS	2	0.17***		
	Porcin	0.28	801	1.75***	2	0.24**	1	25.2***	4	0.03NS	3	0.02NS		
Modèle 2	Bovin	0.42	1847	2.17***	1	0.54***	2	6.1***	3	1.59***	4	0.09***	5	0.06NS
	Ovin	0.47	1848	0.95***	1	0.93***	3	7***	5	1.06***	2	0.15***	4	0.47***
	Caprin	0.45	1020	0.6***	2	0.46***	1	10.1***	5	-1.02NS	3	0.14***	4	0.43***
	Porcin	0.30	778	1.5***	3	0.35***	1	26.2***	5	-0.03NS	4	0.00NS	2	0.14*
		Pseudo R ²	AIC	(Intercept)	OCDE		Log(Pop)		Log(AgriArea)		LCDiv		ProdSDiv	
				Estimation	Rang	Estimation	Rang	Estimation	Rang	Estimation	Rang	Estimation	Rang	Estimation
Modèle 3	Bovin	0.55	1582	-1.73***	2	0.55***	1	0.26***	3	0.05*	4	0.02NS		
	Ovin	0.61	1534	-1.62***	1	0.96***	2	0.19***	4	0.09***	3	0.10***		
	Caprin	0.48	990	-1.55***	2	0.60***	1	0.17***	4	0.05*	3	0.17***		
	Porcin	0.40	746	-1.12***	2	0.14†	1	0.22***	4	0.003NS	3	0.03NS		
Modèle 4	Bovin	0.55	1584	-1.77***	2	0.54***	1	0.26***	3	0.05*	4	0.02NS	5	0.04NS
	Ovin	0.62	1503	-2.14***	1	0.98***	2	0.17***	3	0.11***	5	0.09***	4	0.43***
	Caprin	0.50	973	-2.38***	2	0.62***	1	0.18***	5	0.05*	3	0.14***	4	0.52***
	Porcin	0.42	729	-1.42***	3	0.26**	1	0.22***	5	0.001NS	4	-0.01NS	2	0.17**

OCDE : appartenance à l'OCDE ; Pop : taille du cheptel (par millions de têtes) ; AgriArea : Surface agricole (millions ha) ; LCDiv : indice de diversité de la couverture du sol ; ProdSDiv : indice de diversité des systèmes de production. Le classement a été effectué à partir de la variation de la variance résiduelle lors de la suppression d'une variable explicative. NS non significatif; † P<0.10; * P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001