



HAL
open science

Évaluation quantitative de la robustesse des vaches et du troupeau laitier : quels principes retenir ?

Emilie Ollion, Luc Delaby, Stéphane Ingrand, Laurence Puillet, Fabienne Blanc

► To cite this version:

Emilie Ollion, Luc Delaby, Stéphane Ingrand, Laurence Puillet, Fabienne Blanc. Évaluation quantitative de la robustesse des vaches et du troupeau laitier : quels principes retenir ?. Journées techniques nationales. Elevage biologique, Nov 2014, Chateauroux, France. , 2014, Sélection animale, diversité génétique et agriculture biologique. hal-01173651

HAL Id: hal-01173651

<https://hal.science/hal-01173651>

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Evaluation quantitative de la robustesse des vaches et du troupeau laitier : quels principes retenir ?

OLLION E. (1, 3), DELABY L. (2), INGRAND S. (3), PUILLET L. (4), BLANC F. (1)

(1) Inra, VetAgro Sup, UMR 1213 Herbivores, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand

(2) Inra, Agrocampus-Ouest, UMR 1348 Pegase, 35590 St-Gilles

(3) Inra, Département Phase, UMR 1273 Métafort, F-63122, Saint-Genès-Champanelle

(4) Inra, AgroParistech, UMR 791 MoSAR, F-75231 Paris

INTRODUCTION

La robustesse qualifie la capacité d'un système (le troupeau ou l'animal) à faire face à des perturbations. Cette propriété est déterminante dans un contexte de production caractérisé par une instabilité des prix et du climat (Åby *et al.*, 2012). Pour les systèmes bovins laitiers à bas intrants, tels que les élevages en agriculture biologique, la robustesse est une propriété d'autant plus importante que ces systèmes sont particulièrement exposés aux perturbations, imprévisibles en fréquence et en nature. Identifier les leviers d'action de l'éleveur pour accroître la robustesse de son élevage aux aléas est ainsi un enjeu important. Pour y répondre, des travaux de recherche ont été initiés pour mesurer la robustesse de façon opérationnelle. Un de leurs intérêts repose sur l'identification de phénotypes intéressants en termes de capacités adaptatives des animaux, en vue de raisonner la sélection génétique de la robustesse et définir des pratiques d'élevage tenant compte des capacités productives et adaptatives des animaux (Lee *et al.*, 2009). Cette synthèse a pour objectif de proposer quelques principes qui nous paraissent importants à adopter pour mettre en œuvre une évaluation quantitative de la robustesse au niveau de l'animal et du troupeau, en prenant pour exemple les élevages bovins laitiers.

1 LE CONCEPT DE ROBUSTESSE

La robustesse d'un animal ou d'un troupeau doit être appréhendée de façon globale, en prenant en compte conjointement plusieurs traits ou caractères de production et en caractérisant les processus adaptatifs impliqués dans les réponses aux perturbations (Blanc *et al.*, 2010). Cela implique que la robustesse à un niveau d'organisation donné (par exemple le troupeau), va dépendre des propriétés adaptatives intrinsèques des niveaux sous-jacents (*i.e* les animaux), mais aussi de la façon dont ceux-ci sont organisés et pilotés au sein du système (pratiques d'élevage) (Blanc *et al.*, 2013).

2 LA ROBUSTESSE DE L'ANIMAL

2.1 La robustesse de l'animal résulte de compromis entre fonctions biologiques

De façon générale, un animal robuste est un animal capable transmettre ses gènes à la génération suivante, malgré diverses contraintes imposées par l'environnement (disponibilité des ressources, charge de pathogènes, etc.) (Bodin *et al.*, 2010). Ainsi, en élevage, un animal robuste est un animal capable de maintenir sa fonction de production (lait, veau) dans une grande variété d'environnements (Knap, 2005). Les éleveurs traduisent cette notion en évoquant « un animal qui dure dans le troupeau et ne fait pas de bruit », autrement dit, un

animal qui conserve un niveau de production « acceptable » pour l'éleveur, qui se reproduit en temps voulu, sans désordres métaboliques ou sanitaires (résultats issus d'enquêtes menées en élevages laitiers dans la région Auvergne, Ollion *et al.*, 2014, non publié).

La dégradation de la fertilité des vaches laitières ces dernières décennies (Boichard *et al.*, 2005), parallèlement à l'augmentation du niveau de production laitière, met en évidence l'existence d'une corrélation génétique négative entre ces caractères (Royal *et al.*, 2002). Par conséquent, évaluer la robustesse du seul point de vue de la production laitière conduit à ignorer les conséquences éventuelles d'une perturbation de l'environnement sur d'autres fonctions biologiques importantes (par exemple la reproduction). Dans un contexte de ressources limitées, le maintien d'une fonction donnée provoque inévitablement une dégradation des autres fonctions. Ainsi, en condition de ressources limitantes, un animal sélectionné pour une fonction donnée, comme la production laitière, va exprimer un compromis (ou trade-off), privilégiant l'allocation des ressources disponibles vers la production laitière plutôt que vers les autres fonctions (comme la reproduction, l'immunité, le maintien de l'état corporel). Par conséquent, l'évaluation de la robustesse au niveau de l'animal doit intégrer ces compromis pour rendre compte des effets conjoints d'une perturbation sur différentes fonctions (évaluation multicritères).

2.2 Les compromis entre fonctions peuvent évoluer au cours de la vie de l'animal

Dans la mesure où ils sont orientés par la sélection génétique, les compromis entre fonctions sont principalement évalués entre les générations d'individus, comme l'illustrent les corrélations génétiques négatives observées entre le niveau de production laitière et les caractères de fertilité chez la vache laitière haute productrice (Pryce *et al.*, 2004). Ces compromis ont cependant un niveau d'expression variable au cours du temps, selon l'âge et le stade physiologique de l'animal. En effet, bien que les capacités d'adaptation soient largement déterminées par une composante génétique, l'accumulation d'expériences par l'animal au cours de sa vie peut également jouer un rôle dans l'aptitude des animaux à faire face à des perturbations. L'expérience accumulée lors d'expositions successives à des perturbations module les réponses innées de l'animal. Un grand nombre d'exemples montre que les conditions environnementales, notamment nutritionnelles, peuvent changer de façon durable l'expression des gènes (plasticité phénotypique) (Gluckman *et al.*, 2007). Cette plasticité contribue de façon importante à la longévité de l'animal et peut s'exprimer de différentes façons : comportements d'apprentissage, adaptation de l'efficacité métabolique ou changement d'expression des gènes. Finalement, le temps lui-même pourrait être une ressource qui offre à l'animal un degré de liberté supplémentaire afin de mieux ajuster les compromis entre fonctions dans des environnements limitants ou perturbés. Chez la vache laitière, l'augmentation de la durée de l'intervalle vêlage-insémination fécondante est à la fois héritable et positivement corrélée au niveau de production (Royal *et al.*, 2002), ce qui suggère que la sélection a changé le profil temporel des priorités relatives entre fonctions (la priorité pour la fonction de reproduction est maintenue, mais avec un délai). De ce fait, la robustesse d'un animal doit être évaluée en intégrant une dimension temporelle.

2.3 Exemple de profils de robustesse basés sur l'étude des compromis entre fonctions

Le défi à relever pour l'évaluation de la robustesse repose sur le développement de méthodes capables d'intégrer plusieurs caractères de l'animal et leurs évolutions conjointes (co-dynamiques) (Ollion *et al.*, 2013). Une telle approche a été menée récemment à partir de jeux de données issus des unités expérimentales Inra du Pin-au-Haras (61) et de Mirecourt (88). La production laitière et la reproduction ainsi que l'état corporel des vaches ont été analysés durant les 3 premiers mois post-partum. Quatre types de profils de compromis entre fonctions ont été identifiés (**Figure 1**). La période d'analyse correspond à la période bien connue de déficit énergétique postpartum associée à l'insuffisante capacité d'ingestion des animaux en début de lactation. Cette période représente le contexte de ressources limitées évoqué dans les paragraphes précédents.

Ces quatre profils mettent en évidence une diversité de réponses à cette contrainte nutritionnelle et suggèrent des pistes de réflexion intéressantes du point de vue de la sélection d'animaux présentant des types de robustesse différents, mais aussi du point de vue de la composition du troupeau pour les rendre plus robustes face aux perturbations.

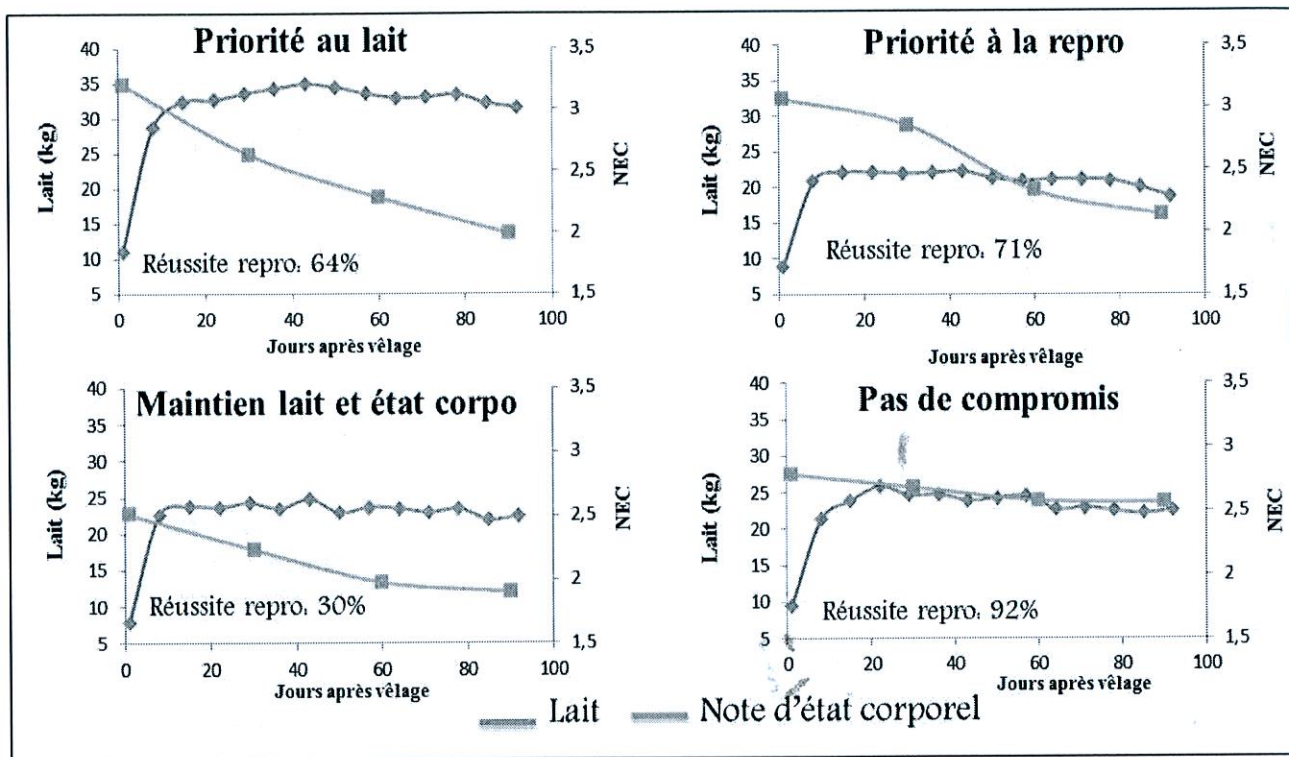


Figure 1 : Profils de compromis entre fonctions en réponse au déficit énergétique post-partum. Profils issus de l'analyse conjointe de la production laitière, de l'état corporel (notes) et de la fertilité de vaches laitières (Données issues de l'Inra de Mirecourt et du Pin-au-Haras).

En conclusion, au niveau de l'animal, l'évaluation de la robustesse nécessite d'appréhender les réponses adaptatives aux perturbations de chaque animal, en ayant une connaissance du type de compromis entre fonctions qui le caractérise. La mise en œuvre de méthodes d'évaluation multicritères, afin d'explorer de façon conjointe les déviations respectives de plusieurs fonctions en situation de perturbation nous apparaît indispensable pour, à terme, pouvoir 'typer' les animaux sur leur robustesse et orienter les stratégies de sélection des animaux.

3 LA ROBUSTESSE DU TROUPEAU

Au niveau du troupeau, les individus vont exprimer différentes réponses face à une perturbation en raison notamment de la diversité des profils de compromis entre fonctions, comme illustré précédemment. Ainsi, nous considérons que la robustesse du troupeau résulte de la combinaison des robustesses individuelles et de leurs interactions avec la conduite de l'éleveur (Ollion *et al.*, 2013, Puillet *et al.*, 2013).

3.1 La diversité des animaux qui composent le troupeau

La robustesse du troupeau doit être raisonnée et évaluée en prenant explicitement en compte le niveau sous-jacent, c'est-à-dire les animaux qui le composent. Nous considérons que la diversité des réponses adaptatives individuelles est un objet que peut piloter l'éleveur pour optimiser la conduite de son troupeau, lorsque celui-ci est soumis à un environnement

instable. L'éleveur peut tirer parti d'une telle diversité au sein de son troupeau soit pour privilégier la stabilité (maintien) d'une performance globale au cours du temps (Cournut et Dedieu, 2004), soit pour cibler des pratiques (complémentation, allotement, ou choix d'une race par exemple) sur certains types d'animaux au sein du troupeau, *i.e.* ceux susceptibles d'exprimer le meilleur rapport coût/bénéfice (Lee *et al.*, 2009).

3.2 Des leviers de robustesse spécifiques du troupeau

Comparativement au niveau animal, le niveau troupeau offre de nouveaux 'leviers' de robustesse qui s'appuient sur la variabilité biologique individuelle des animaux. Cette variabilité s'exprime au cours du temps en termes de stades physiologiques et de capacités de réponse des animaux/individus aux perturbations.

La première source de variabilité est celle associée aux différences de stades physiologiques entre animaux (asynchronie). Pour les femelles reproductrices, ces différences résultent essentiellement de choix opérés par l'éleveur en matière de conduite de la reproduction (dates de début et durée de la période de reproduction), mais aussi des capacités propres des femelles à enchaîner des cycles de reproduction plus ou moins rapidement (Cournut et Dedieu, 2004). Pour les systèmes laitiers qui visent une forte autonomie alimentaire, la résistance aux aléas climatiques peut s'appuyer sur des stratégies originales mais rigoureuses en matière de répartition des vêlages. Ainsi, la pratique de la double période de vêlages groupés sur 2 mois (2,5 mois maximum) et espacés de 6 mois est une stratégie choisie par les éleveurs à la recherche de solutions face au risque de sécheresse estivale mais aussi à la recherche de solutions en termes d'organisation et de simplification du travail. L'objectif qui motive cette conduite en double saison de vêlage est la réduction des besoins alimentaires de la moitié du troupeau lors des périodes critiques que sont l'hiver et l'été. Ces périodes sont marquées par la baisse de croissance des prairies, et l'éleveur peut résoudre ce problème en tarissant la moitié du troupeau sur chacune des périodes. En été, les vaches tarées peuvent valoriser des surfaces plus éloignées du siège de l'exploitation. Cette réduction du chargement permet d'accroître la surface accessible par vache et de mieux préserver la cohérence entre offre et demande en herbe à proximité de la salle de traite pour les vaches en lactation. En hiver, les différents statuts physiologiques des vaches du troupeau permettent à l'éleveur de mieux valoriser la diversité des fourrages stockés. En outre, les livraisons mensuelles de lait sont assez équilibrées avec des variations de 6 à 11%, c'est-à-dire bien plus faibles que celles observées dans le cas d'une seule période de vêlage. Cette double saison de vêlages n'empêche nullement de prolonger les lactations des vaches les plus productives qui se révèlent non gestantes et de les intégrer à l'autre saison de reproduction. Le taux de réforme est ainsi réduit à la faveur d'une meilleure longévité des vaches.

La deuxième source de variabilité d'intérêt est la diversité des réponses individuelles aux perturbations. Notre hypothèse est qu'un troupeau composé d'animaux présentant des profils de robustesses diversifiés sera plus robuste et plus apte à stabiliser son fonctionnement (production laitière et renouvellement) s'il est soumis à des perturbations de nature variée. Pour illustrer cette propriété, nous avons simulé la production de 4 troupeaux ayant des compositions contrastées de profils de robustesse, selon l'aléa considéré (nutritionnel, thermique, sanitaire) : 100% de vaches de type 1, 100% de vaches de type 2, 100% de vaches de type 3 et mixité avec 1/3 de chaque type (**Tableau 1**).

Tableau 1. Description de trois profils de robustesse théorique basés sur la sensibilité de leur production laitière à trois types de perturbations.

Type de robustesse	Production laitière annuelle d'une vache (kg/an)			
	Type de séquence de perturbations			
	Aucune	Alimentaire	Thermique	Sanitaire
Type 1 : robuste aux perturbations alimentaires	8000	8000	5000	5000
Type 2 : robuste aux perturbations thermiques	8000	5000	8000	5000
Type 3 : robuste aux perturbations sanitaires	8000	5000	5000	8000

La production laitière globale des troupeaux a été simulée sur 50 ans et pour 40 répétitions aléatoires de séquences de perturbation (1 perturbation tous les 3 ans). En moyenne, sur l'ensemble des simulations, la production laitière annuelle des vaches diffère peu entre troupeaux (Mixte : 7488 kg / vache / an, Type 1 : 7508 ; Type 2 : 7493, Type 3 : 7464). Cependant, les troupeaux homogènes (1 seul type de robustesse) présentent un coefficient de variation de la production laitière plus élevé (15 vs 12%) et plus variable que celui obtenu pour le troupeau mixte (**figure 2**). La présence de différents types adaptatifs dans le troupeau mixte permet de mieux tamponner les variations de production dans un environnement comportant des perturbations variées.

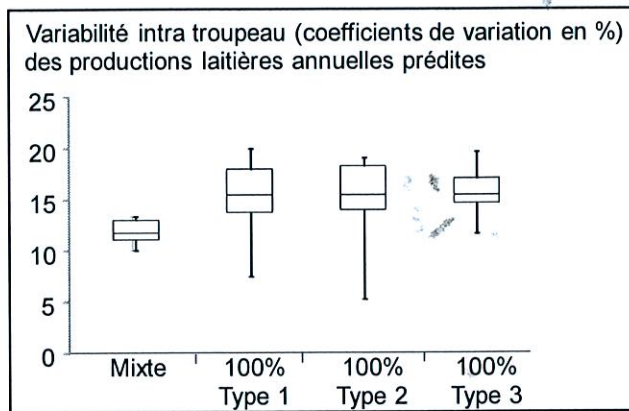


Figure 2: Variabilité de la production laitière annuelle de 4 troupeaux soumis diverses perturbations (alimentaires / thermiques / sanitaires) sur 50 ans : Mixte = troupeau de 100 vaches de type 1 + 100 vaches de type 2 + 100 vaches de type 3 (tableau 1) ; Type 1 = 300 vaches de type 1 ; Type 2 = 300 vaches de type 2 ; Type 3 = 300 vaches de type 3 (les types sont définis dans le tableau 1).

Dans la mesure où l'éleveur maîtrise une part de la diversité des types de robustesse et des stades physiologiques au sein de son troupeau, il apparaît évident qu'il dispose de leviers pour raisonner et construire la robustesse de son troupeau et donc de son système d'élevage compte tenu de la diversité des perturbations auxquelles le système peut être exposé et de leur risque d'occurrence. L'éleveur peut ainsi adapter ses pratiques en jouant sur la diversité des individus qui composent le troupeau, ainsi que sur les rythmes de reproduction des femelles afin d'en accroître la robustesse. Il a ainsi été montré que le ralentissement du rythme de reproduction de femelles de ruminants conduisant à une moindre sollicitation biologique des femelles permet une meilleure survie en cas de perturbation (Tichit *et al.*, 2004). Aussi, en élevage laitier intensif, « l'impasse » sur la fonction de reproduction pour les femelles conduites en lactation longue (Douhard *et al.*, in press) peut être envisagée comme un levier du compromis entre production et reproduction.

CONCLUSION

La robustesse est une propriété de l'animal et du troupeau qui rend compte de leur capacité à faire face aux perturbations de leur environnement. Sa mesure et son évaluation posent de nouvelles questions à la zootechnie car l'enjeu n'est plus d'évaluer ou de prédire les

performances des animaux dans un environnement jugé non limitant, mais bien d'apprécier la variabilité des réponses en lien avec des perturbations. Une évaluation opérationnelle de la robustesse au niveau de l'animal doit prendre en compte les compromis entre fonctions essentielles à sa robustesse : lactation, reproduction, maintien de l'état corporel. Une telle évaluation au niveau de l'animal a été mise en œuvre par une approche multicritère sur la base de données d'unités expérimentales de l'Inra. Quatre profils distincts ont pu mettre en évidence la diversité de gestion des compromis en situation de contrainte nutritionnelle au sein du troupeau. L'évaluation de la robustesse au niveau du troupeau doit se baser sur la diversité existante en termes de capacités de réponses aux perturbations du niveau sous-jacent : les animaux. L'intérêt de la diversité individuelle peut-être appréhendé par des approches de modélisation, comme le démontre l'exemple de simulation de la stabilité de la production laitière en fonction des quatre compositions en profils de robustesse individuels. Toutefois, des approches de terrain comme les enquêtes en élevage, nous rappellent que la robustesse des animaux ou des troupeaux est à raisonner au regard des objectifs des éleveurs, en termes de production et d'organisation du travail, ainsi qu'en fonction des contraintes auxquelles le système d'élevage est exposé.

BIBLIOGRAPHIE

- > Åby, B.A., Aass, L., Sehested, E., Vangen, O. 2012. *Livest. Sci.*, 150, 80-93
- > Blanc, F., Dumont, B., Brunschwig, G., Bocquier, F., Agabriel J. 2010. *INRA Prod. Anim.*, 23, 65-80
- > Blanc, F., Ollion, E., Puillet, L., Delaby, L., Ingrand, S., Tichit, M., Friggens, N.C. 2013. 30^{ème} Rech. Renc. Ruminants
- > Bodin, L., Bolet, G., Garcia, M., Garreau, H., Larzul, C., David, I. 2010. *INRA Prod. Anim.* 23,11-22
- > Cournut, S., Dedieu B. 2004. *Anim. Res.* 53, 383-403
- > Douhard, F., Friggens, N.C., Tessier, J., Martin, O., Tichit, M., Sauvant, D. in press. *J. Dairy Sci.*
- > Friggens, N.C., Van der Waaij, E.H. 2009. In Rauw W.M., *Resource allocation theory applied to farm animal production.* CAB Interna. Pub., UK. 302-320.
- > Gluckman, P.D., Lillycrop, K.A., Vickers, M.H., Pleasants, A.B., Phillips, E.S., Beedle, A.S., Burdge, G.C., Hanson, M.H. 2007. *PNAS*, 104, 12796-12800
- > Ingvarlsen, K.L. 2006. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 126, 175-213
- > Knap, P.W. 2005. *Anim. Prod. Sci.* 8, 763-773
- > Lee, G.J., Atkins, K.D., Sladek, M.A. 2009. *Anim. Prod. Sci.*, 49, 624-629
- > Ollion, E., Ingrand, S., Espinasse, C., Trommenschlager, J.M., Blanc, F. 2013. In Book of abstracts, 64th Annual Meeting of the EAAP, p. 496.
- > Pryce, J.E., Royal, M.D., Garnsworthy, P.C., Mao, I.L., 2004. *Livest. Prod. Sci.*, 89, 125-135
- > Puillet, L., Martin, O., Tichit, M., Réale, D. 2013. In Book of abstracts, 64th Annual Meeting of the EAAP, p. 494
- > Royal, M.D., Pryce, J.E., Woolliams, J.A., Flint, A.P.F. 2002. *J. Dairy Sci.*, 85, 3071-3080
- > Tichit, M., Hubert, B., Doyen, L., Genin, D. 2004. *Anim. Res.*, 53, 405-417