

Des index pour mieux gérer les difficultés de poulinage chez les chevaux de trait

Par :

- M. Sabbagh¹, A. Ricard², S. Danvy¹
- ¹ IFCE - Recherche et innovation - la Jumenterie du Pin, 61310 EXMES
- ² INRA - SAGA - 31326 Castanet Tolosan Cedex

Résumé

L'association nationale du cheval de trait Comtois a confié en 2009 aux Haras nationaux et à l'INRA l'analyse des données de difficultés de poulinage (simultanément à celle des données de pointage). Ces données sont fournies par les éleveurs et enregistrées par le SIRE lors des déclarations de naissance depuis 1998. Sur les 51 909 déclarations de naissances en Comtois étudiées (de 1998 à 2010), 35 758 étaient correctement renseignées : la difficulté de poulinage, le sexe du poulain ainsi que son état (vivant ou non) étaient connus. Pour traiter ces données discrètes, un modèle à seuil a été utilisé. Le modèle inclut deux effets génétiques : un effet direct du poulain, qualifié de facilité de naissance (aptitude à produire ou non de gros poulains) et un effet maternel qualifié de facilité de poulinage (aptitude d'une femelle à mettre bas facilement). Les héritabilités ont pu être estimées pour la première fois chez les chevaux Comtois ($h^2=0,20$ pour les facilités de naissances et 0,11 pour les facilités de poulinage). Elles ont ensuite été estimées pour les Ardennais-Auxois-Traits du Nord, les Bretons et les Percherons. Les premiers résultats d'index des chevaux ont été présentés aux responsables du stud-book Comtois et la diffusion de ces nouvelles informations est en cours de finalisation.

Mots clés : Poulinage, indices génétiques, chevaux de trait

Summary

In 2009, the national association of Comtois draft horses (ANCTC) entrusted to the Haras nationaux and to INRA the data analysis of difficulties of foaling (simultaneously to the analysis of linear scoring). These data are supplied by the way of the birth notification, completed by the breeders and recorded in SIRE since 1998. On the 51 909 birth of Comtois (from 1998 to 2010), 35 758 were correctly informed: the difficulty of foaling, the sex of the foal as well as its state (living or not) were known. To treat these discreet data, a threshold model was used. In the model two genetic effects are included: a direct effect of the foal, qualified as born ease (capacity to produce or not of big foals) and a maternal effect qualified as ease of foaling (capacity of a female to foal easily). For the first time, this kind of heritabilities was estimated for horses in Comtois breed (a $h^2=0.20$ for the born easiness and 0.11 for the foaling easiness). Then, they were estimated for Ardennais-Auxois-Traits du Nord, Bretons and Percherons. The first breeding values were presented to the persons in charge of ANCTC and the distribution of those new breeding values is in the course of finalization.

Key-words: Foaling, breeding values draft horses

1. Contexte d'étude

Compte-tenu de la conformation de leurs reproducteurs et des problèmes que celle-ci peut entraîner lors des poulinaages, les éleveurs de chevaux de trait ont souhaité que les données relatives aux mises-bas soient enregistrées dans la base SIRE. Elles le sont depuis 1998 grâce aux renseignements fournis par les éleveurs. Ainsi, de nombreuses informations concernant les difficultés de poulinaage des juments de traits ont pu être stockées. A l'heure où les associations de chevaux de trait essaient de mettre en place des outils leur permettant de caractériser le mieux possible leurs reproducteurs, il est apparu important d'étudier ces données liées aux poulinaages.

2. Données utilisées

Les données étudiées sont issues des déclarations de naissance. En effet, depuis 1998, celles-ci comportent un critère « condition de poulinaage » pour les chevaux de trait. Les éleveurs doivent caractériser le poulinaage de leur jument en cochant une case parmi les critères suivants : sans aide, facile, difficile, ou intervention du vétérinaire. Il s'est avéré difficile, à la fois pour les éleveurs mais aussi lors du traitement de l'information, de faire une stricte différence entre « sans aide » et « facile ». Ainsi, lors de l'analyse, les données de ces deux occurrences ont été regroupées. On ne distinguera que 3 classes « condition de naissance » hiérarchisées ainsi : sans aide ou facile, difficile, intervention du vétérinaire.

Nous avons pris en compte toutes les mises-bas résultants d'une saillie en race pure, depuis 1997. Compte tenu du faible nombre de naissances dans certaines races, l'analyse des données de poulinaage n'a pu être faite que dans 4 races ou groupes de races (Tableau 1). Les distances génétiques entre les Ardennais, les Auxois et les Traits du Nord étant faibles (Leroy *et al.*, 2009), il a été décidé de les regrouper dans l'analyse.

Tableau 1: Effectifs pris en compte et part des difficultés rencontrés parmi ceux-ci
Table1: Number of data for each breed and proportion of problems during foaling

	Ardennais, Auxois, Trait du Nord	Bretons	Comtois	Percherons
<i>Nb de naissances totales entre 1998 et 2010</i>	13 631	51 284	51 909	18 240
<i>% de naissances incluses dans l'analyse</i>	78 %	76 %	69 %	73 %
<i>Nb de naissances prises en compte</i>	10 610	38 868	35 758	13 274
• <i>% de poulinaages faciles</i>	90,93%	95,53%	94,66%	93,28%
• <i>% de poulinaages difficiles</i>	7,12 %	3,32 %	4,09%	5,02 %
• <i>% de poulinaages difficiles ayant nécessités le vétérinaire</i>	1,95%	1,15%	1,25%	1,70%

Certains résultats n'ont pas pu être retenus du fait d'un manque d'information sur la donnée de poulinaage. La proportion femelles/mâles ne s'en est pas trouvée modifiée, il en est de même pour l'incidence de chaque année de poulinaage prise en compte.

En revanche, certaines données n'ont pu être incluses dans l'analyse car le sexe du produit n'était pas renseigné. On rencontre dans ce cas une part de difficulté de poulinaage (poulinaages difficiles ou nécessitants le vétérinaire) supérieure à celles des données conservées : 31% de poulinaage difficiles et 11,5% de poulinaages ayant nécessités le vétérinaire. Cela est bien plus élevé que dans les données conservées pour l'analyse (Tableau 1) et pour lesquelles les problèmes restent toujours inférieurs à 10%.

3. Modèle et méthode

Le modèle explicatif des données de poulinaage regroupe des effets d'environnement, des effets dus à la mère ainsi qu'au produit lui-même et des effets génétiques.

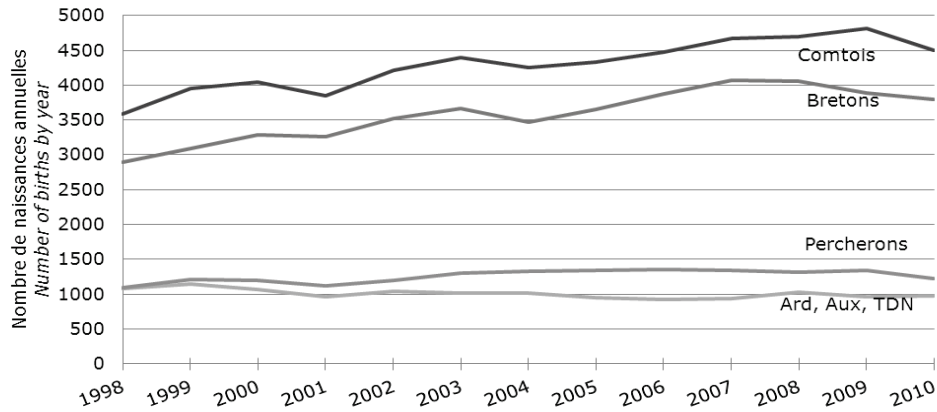
3.1. Les effets de l'environnement

Plusieurs effets fixes liés à l'environnement ont pu être pris en compte.

- L'année de poulinage

Parmi les 4 races étudiées, on peut constater deux évolutions au niveau du nombre de naissances annuelles : une augmentation des naissances pour les Bretons et les Comtois (Figure I), une stabilisation du nombre de naissances chez les Percherons et pour le groupe Ardennais, Auxois, Trait du Nord. De façon plus récente, il semble que le nombre de naissances annuel diminue depuis 2009.

Figure I: Evolution du nombre de naissances annuelles chez les races étudiées
 Figure I: Evolution of the births for the studied breeds

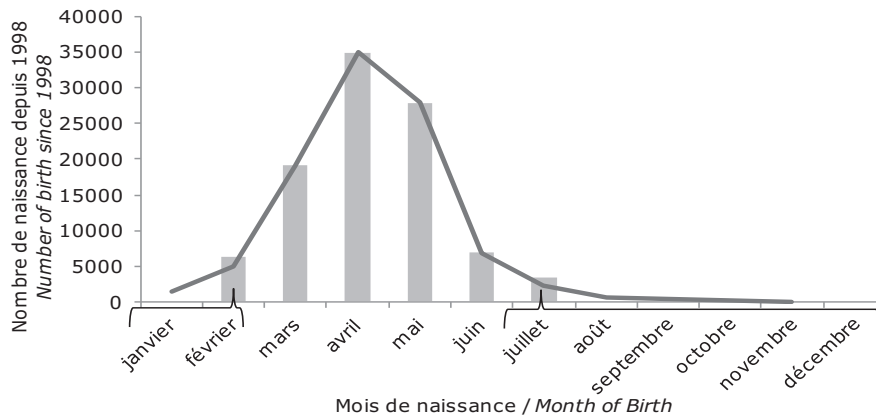


Le taux de remplissage correct des fiches est en moyenne de 73% quelle que soit l'année considérée. La prise en compte de cet effet dans le modèle permet de connaître l'impact de l'année de poulinage sur les difficultés de poulinage. Cet effet est un moyen d'inclure dans le modèle les conditions climatiques et nutritionnelles propres de chaque année. (Données dont nous ne disposons pas).

- Le mois de naissance

Compte-tenu des effectifs trop différents d'un mois à l'autre et de la saisonnalité des poulinages, certains mois ont été regroupés : janvier avec février et les mois allant de juillet à décembre. Ainsi, les poulinages précoces, ou tardifs, ont été rassemblés (Figure II).

Figure II: Répartition des naissances en fonctions du mois de naissance (toutes races confondues)
 Figure II: Distribution of the data according to the month of foaling (all studied breeds)



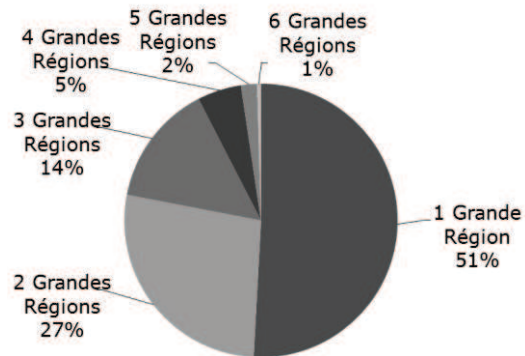
- La région de poulinage

Contrairement aux analyses effectuées chez les races bovines, il n'a pas été possible de prendre en compte un effet « troupeaux » car les données sont le résultat du travail d'un nombre important de naisseurs (6 085 chez les Comtois). Cependant, un effet « région de poulinage » a été introduit dans le modèle et il a été vérifié que son introduction ne risquait pas d'entraîner une confusion entre cet effet et l'effet génétique. La France a été divisée selon les races : il a été pris en compte le berceau de la race, les principales zones de multiplication et le reste de la France. Au final, il y a 6 régions ou groupes de régions par race.

Nous avons étudié la connexion entre les différentes grandes régions d'élevage au travers du nombre de régions dans lesquelles les étalons sont utilisés durant toutes leurs années de monte. La Figure III présente l'exemple des étalons Comtois. Les 1 783 étalons utilisés durant les 13 années étudiées ont sailli dans plusieurs « régions » (en moyenne : 1,81). On peut donc dire que les régions sont en partie

connectées. Cependant, on peut constater que 51% des étalons n'ont sailli que dans une seule « région » alors que seulement 22 % des étalons ont sailli dans plus de trois « régions ».

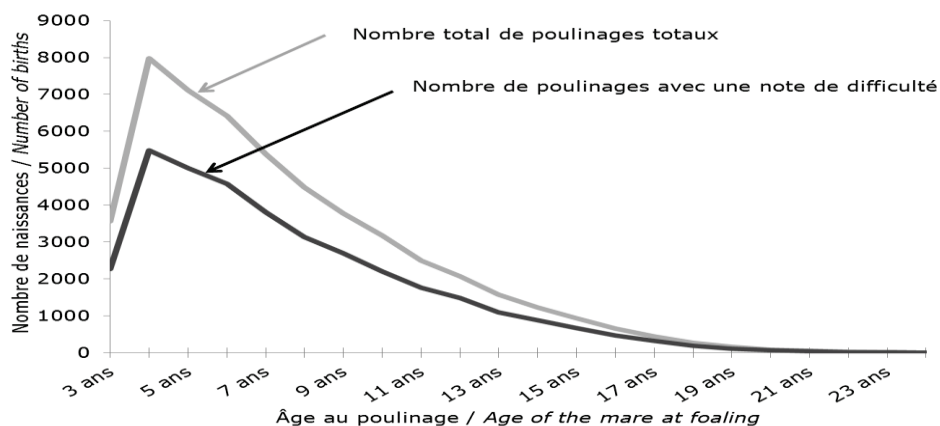
Figure III: Répartition des effectifs d'étalons Comtois selon le nombre de régions dans lesquelles ils sont actifs
 Figure III: Distribution of the Comtois stallions according the number of regions where they are active



- Effet du milieu environnant maternel : l'âge de la mère

Quel que soit l'âge de la mère, le taux de déclarations remplies avec une difficulté de poulainage est quasi-constant : autour de 65% (Figure IV).

Figure IV: Répartition des poulainages en fonction de l'âge de la jument (exemple des Comtois)
 Figure IV: Distribution of the foaling according to the age of the mare (ex: Comtois Breed)



En ce qui concerne plus précisément la jument, on peut constater que les jeunes juments (de 3 à 5 ans) ont plus de difficultés que les autres. Cependant, on constate que le taux de difficulté (avec ou sans intervention du vétérinaire) ré-augmente à partir de 15 ans.

Pour la suite de l'analyse, 4 groupes ont été effectués : un avec les juments de 3 ans : primipares en croissance, un avec celles de 4 ans : primipares ou deuxième poulain, en fin de croissance, un avec celles de 5 à 9 ans : croissance finie et un avec celles de 10 ans et plus : juments d'âge.

Enfin, on peut penser que tous les produits d'une même mère sont élevés dans un environnement quasi identique. Ne connaissant pas toutes les conditions d'élevage, il a quand même semblé important de prendre en compte les effets communs de milieu.

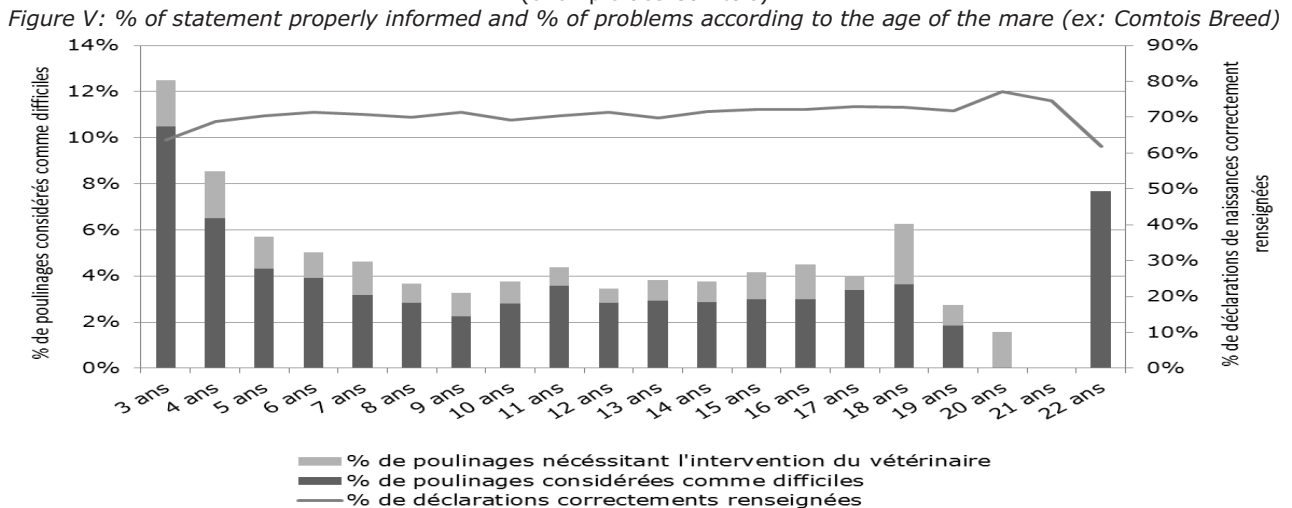
- Effet du milieu propre au poulain : le sexe du poulain

Parmi toutes les naissances, entre 1998 et 2010, il y a eu une proportion égale de mâles et de femelles. Cette proportion est identique lorsque les données de poulainage sont renseignées.

- Effet d'environnement commun aux différents produits d'une même mère

Compte-tenu des informations dont nous disposons, il n'a pas été possible d'inclure des conditions d'élevage dans le modèle. Un effet d'environnement commun aux différents produits d'une même mère a permis de prendre en compte tous les caractéristiques de la mère autres que génétique.

Figure V: taux de remplissage des déclarations de naissances et % de problèmes en fonction de l'âge au poulinage (exemple des Comtois)



3.2. Les effets génétiques

Les généalogies des juments et des étalons, pour lesquels nous disposons d'informations, ont été remontées dans la base SIRE. Ainsi, entre 18 519 et 56 285 individus selon les races (tableau 2) ont pu être intégrés dans l'analyse.

Tableau 2: Nombres d'individus et de reproducteurs inclus dans l'analyse
Table 2: Number of horses and breeders included in the analysis

	Ardennais, Auxois, Trait du Nord	Bretons	Comtois	Percherons
Nb de Mères	3 828	12 781	12 954	4 928
Nb de Pères	662	1 483	1 783	446
Nb de Pères de Mères	911	1 628	1 672	631
Nb de chevaux inclus dans l'analyse	18 519	56 285	52 343	19 399

Les pères ont eu entre 1 et 405 produits pris en compte, avec une moyenne de 22 produits. Pour ce qui est des juments, elles ont eu entre 1 et 13 produits.

Par exemple, chez les Comtois, 470 pères ont eu entre 1 et 5 produits, soit près de 27%, c'est donc principalement les 32 pères de 100 produits et plus qui vont apporter l'information pour l'étude génétique. Pour ce qui est des mères, 4 418, soit près de 34% des mères, n'ont eu qu'un unique produit pour lequel on connaît la difficulté de mise-bas. En revanche, 92 mères ont eu 10 produits et plus pour lesquels les difficultés de mise-bas ont été renseignées. C'est donc principalement par le biais des pères de mères que l'information est apportée.

3.3. La méthode d'analyse utilisée

La note de dystocie, c'est-à-dire de difficulté de poulinage, a été analysée selon le modèle animal suivant :

Difficulté de poulinage = effet du sexe du poulain + effet de la classe d'âge + effet de la région + effet de l'année + effet du mois de naissance + effet d'environnement commun aux différents produits de la même mère + effet génétique direct du produit + effet génétique de la mère + résiduelle

Dans ce modèle, il faut estimer les effets fixes, un effet aléatoire d'environnement commun aux produits d'une même mère et deux effets génétiques : l'un de l'aptitude aux facilité de naissance lié au poulain, l'autre de l'aptitude aux facilité de poulinage lié à la mère.

Ainsi, le modèle précis utilisé pour les deux aptitudes est :

$$y = Xb + Wa + Zu + Zp + e$$

avec y le vecteur des performances de poulinage; b le vecteur des effets fixes; a le vecteur des valeurs génétique des caractères directs du produit qui naît (facilité de naissance); u le vecteur des valeurs génétique des caractères maternels de la jument qui pouline (facilité de poulinage); p le vecteur des effets d'environnements communs aux différents poulinages d'une même mère; e le vecteur des résiduelles; Z la matrice d'incidence qui relie la note de poulinage à la jument qui pouline; W la matrice d'incidence qui relie la note de poulinage au produit qui naît.

Pour estimer les variances et les effets, un MCMC et un Gibbs Sampling ont été utilisés avec le logiciel TM (Legarra *et al.* 2011).

4. Résultats

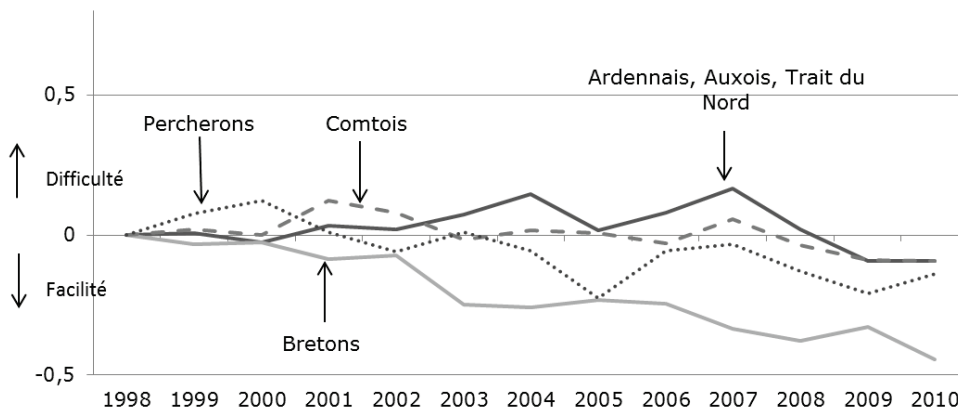
4.1. Rôle des différents effets fixes

L'analyse, a permis de déterminer quel était le rôle et l'importance de chaque effet fixe pour les difficultés de poulinage. Tous les effets ont été standardisés et sont présentés sur la même échelle, excepté l'effet « région de poulinage ». Pour chaque type d'effet fixe, un effet a été pris comme référence (le cheval de référence est une jument qui a pouliné d'une femelle, en mai 1998, dans le berceau de la race considérée alors qu'elle a entre 5 et 9 ans).

- L'année de naissance

On peut constater (Figure VI) que l'année de naissance n'a pas la même influence pour les 4 races ou groupe de races considérées. En effet, si les poulinages semblent être devenus de plus en plus facile chez les Bretons depuis 1998, ce n'est pas le cas chez les autres races. Chez les Comtois, Ardennais, Auxois et Trait du Nord, l'année semble avoir un rôle variable qui reste cependant centré autour de 0. Chez les Percherons, les écarts d'une année sur l'autre sont plus visibles même si aucune grande tendance ne se dégage.

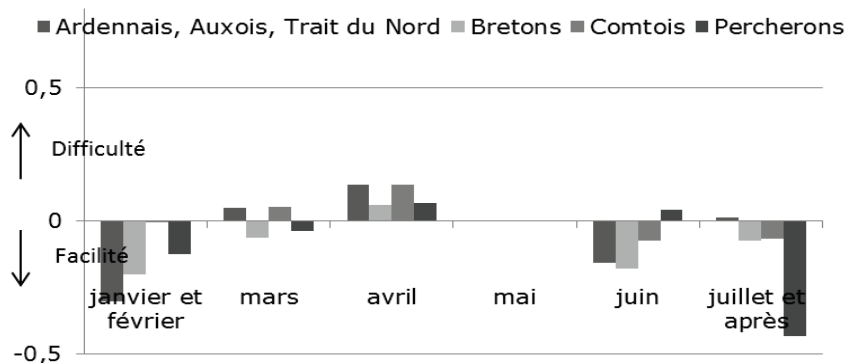
Figure VI: Rôle de l'effet « année de poulinage »
Figure VI: Role of the effect "year of foaling"



- Le mois de naissance

Tout comme l'année de poulinage, le mois de naissance a de l'influence sur les conditions de poulinage (Figure VII). Les poulinages qui ont lieu au printemps (mars et avril) sont plus difficiles que ceux qui ont lieu au mois de mai. Il faut tenir compte du fait que les poulinages tardifs (juillet et après) ne concernent que peu de naissance.

Figure VII: Rôle de l'effet « mois de poulinage »
 Figure VII: Role of the effect "month of foaling"



- La région de naissance

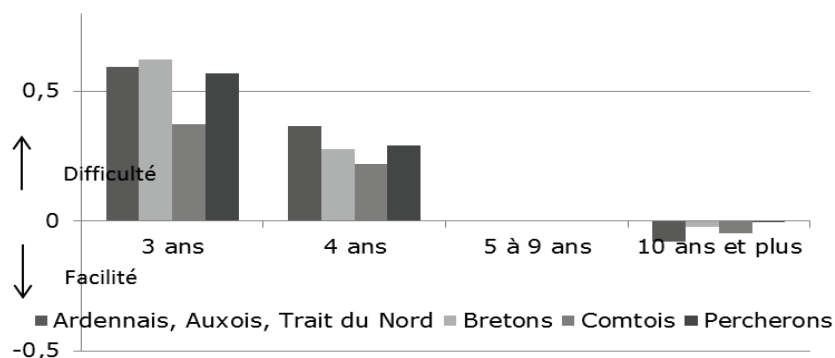
Tout comme l'année de naissance, la région de naissance semble avoir peu d'influence sur les difficultés de poulinage. Cependant, on peut constater que les poulinages semblent plus faciles dans les zones de multiplications que dans le berceau des races étudiées. En revanche, les poulinages sont plus difficiles en dehors de ces zones.

- L'âge au poulinage

Comme nous le montraient les premières analyses, les juments de 3 ans particulièrement et les juments de 4 ans rencontrent plus de problèmes au poulinage que celles plus âgées (Figure VIII). Les juments de 4 ans rencontrent globalement moins de problèmes que les juments de 3 ans. Cette population est constituée de juments ayant déjà pouliné à 3 ans et de juments poulinant pour la première fois à 4 ans. Afin de différencier l'effet « âge de la jument » de l'effet « primipare/multipare », une deuxième analyse des données va être effectuée en incluant les deux effets de façon distincte.

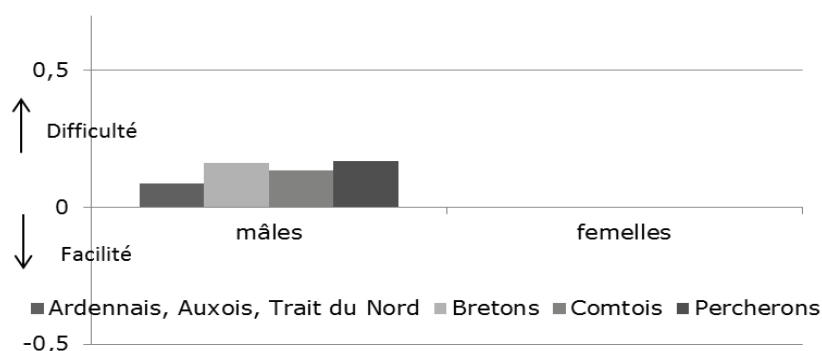
Le modèle utilisé prend en compte l'historique des poulinages de la jument et par conséquent son éventuelle réforme.

Figure VIII: Rôle de l'effet « âge de la jument lors du poulinage »
 Figure VIII: Role of the effect "age of the mare during the foaling"



- Le sexe du produit

Les produits femelles sont généralement plus petits que les mâles. On constate en effet, qu'avoir une femelle permet de diminuer les risques de difficultés de poulinage (Figure IX).

Figure IX: Rôle de l'effet « sexe du poulain »
Figure IX: Role of the effect "sex of the foal"

4.2. Les valeurs génétiques

L'analyse des données de poulinage nous permet d'avoir accès aux paramètres génétiques des deux critères : facilité de naissance d'une part, facilité de poulinage d'autre part. Ainsi, on trouve une héritabilité variant entre 0,12 et 0,28 selon les races (tableau 3) pour l'effet direct, c'est-à-dire le critère : facilité de naissance, et une héritabilité variant entre 0,11 et 0,22 pour l'effet maternel, c'est-à-dire le critère facilité de poulinage. C'est deux critères sont donc peu héritables mais les 6 résultats obtenus sont cohérents avec ceux estimés chez les bovins. Dans cette espèce, les héritabilités sont comprises entre 0,03 et 0,20 pour l'effet direct et 0,03 et 0,40 pour l'effet maternel. Il est aussi intéressant de noter que la répétabilité des performances d'une mère est comprise entre 0,26 et 0,33 ce qui n'est pas négligeable.

Tableau 3 : Paramètres génétiques relatifs aux facilités de naissance et de poulinage
Table 3: Genetic parameters relative to the easiness of birth and foaling

	Ardennais, Auxois, Trait du Nord	Bretons	Comtois	Percherons	Bovins
h^2 facilité de naissance	0,31 (0,06)	0,12 (0,03)	0,20 (0,04)	0,21 (0,05)	0,03 à 0,20
h^2 facilité de poulinage	0,22 (0,01)	0,21 (0,04)	0,11 (0,02)	0,17 (0,05)	0,03 à 0,40
Répétabilité des conditions de naissance pour les poulains d'une même mère	0,33 (0,03)	0,30 (0,02)	0,28 (0,02)	0,26 (0,03)	0,32
Corrélation génétique entre les 2 effets	-0,27 (0,14)	-0,38 (0,13)	-0,02 (0,15)	-0,42 (0,21)	-0,6 à -0,1

Le modèle étudié nous a aussi permis d'avoir la corrélation génétique entre la facilité de naissance et la facilité de poulinage. On peut constater que celle-ci est négative chez les Ardennais, Auxois, Trait du Nord, les Bretons et les Percherons, tous comme chez les bovins, nulle chez les Comtois.

4.3. Les index publiés

Les valeurs génétiques de tous les chevaux inclus dans l'analyse ont été calculées. Seuls les index des étalons dont le coefficient de détermination est supérieur à 0,20 ont été conservés. Ce choix quant à la publication des index est le résultat de concertation avec les Associations de races concernées par l'analyse. Chez les bovins, la publication d'un index ne dépend pas du CD mais du nombre de produit des taureaux. Ainsi, pour être indexés, un taureau doit avoir au moins 25 produits pour lesquels on connaît des informations (facilité de naissance) et au moins 15 filles ayant données 25 produits dont on connaît les informations (facilité de poulinage). Compte-tenu des effectifs trop faibles chez les races étudiées, il n'a pas été possible de mettre en place un tel filtre pour les publications d'index.

Les index sont publiés sous forme numérique centrés sur 0 avec un écart type de 0,30 pour l'index de facilité de naissance et de 0,23 pour l'index de facilité de poulinage. Le tableau 4 représente les index de 4 étalons comtois.

Tableau 4 : Index de 4 étalons comtois
 Table 4: Index for 4 Comtois stallions

	Age	Facilité de Naissance		Facilité de Poulinage	
		Index	CD	Index	CD
QUAINE DES BOIS	7 ans	0,33	0,45	Non Communiqué	
QUEL SUCCES	7 ans	-0,17	0,51	Non Communiqué	
INOUK	14 ans	0,06	0,72	-0,45	0,50
CIMBALI	20 ans	0,71	0,40	0,66	0,39

Le ressenti des éleveurs de chevaux comtois ayant déjà utilisé ces étalons est confirmé. QUAINE DES BOIS et CIMBALI produisent des poulains plus petits que la moyenne alors que QUEL SUCCES produit des poulains plus gros que la moyenne. Plus l'index de facilité de naissance est élevé : plus le gabarit du poulain est petit. QUAINE DES BOIS et QUEL SUCCES sont de jeunes étalons dont les filles n'ont pas encore poulonnées, leur index de facilité de poulinage n'est donc pas communiqué. En revanche, ces index sont disponibles pour INOUK et CIMBALI. Le premier produit des filles qui rencontrent souvent des problèmes lors de la mise-bas alors que le second produit des filles qui poulinent généralement sans difficultés.

Ce travail aboutit sous forme numérique pourra être traduit sous forme de mention comparable à celles publiées chez les bovins et qui sont plus explicites pour les éleveurs. Les éleveurs pourront donc choisir facilement les étalons qui seront à favoriser ou non sur des primipares, ou qui produisent des filles qui « poulaine facilement ».

Conclusion et perspectives

Ces index, nouveaux chez les équidés, vont permettre aux éleveurs d'obtenir des informations supplémentaires sur les reproducteurs de leur race. Il faut cependant remarquer qu'il faut attendre au minimum 5 années avant de pouvoir espérer avoir un index de facilité de poulinage pour un étalon.

Au vu des résultats obtenus, une analyse complémentaire est en cours chez les Comtois afin de déterminer s'il existe une corrélation génétique entre les facilité de poulinage, de naissance et un critère morphologique renseigné par du pointage. Ainsi, si on arrive à trouver une corrélation entre un ou plusieurs critères de pointage et les difficultés de poulinage, les éleveurs pourront avoir de nouveaux indicateurs des facilités de naissances des étalons (effet père) et de poulinage des juments (effet maternel) dès le pointage de leurs chevaux à deux ans.

Références

Legarra A., Varona L., Lopez de Maturana, E., 2011 (<http://snp.toulouse.inra.fr/~alegarra/manualtm.pdf>).

Danvy et al, 2009, Le pointage est aussi un outil de préservation des races ! Regard sur l'Ardennais et le Cob Normand, 35^{ème} Journée de la Recherche Equine, 53-63

Leroy et al. 2009. Diversité et relations génétiques entre les races de chevaux élevés en France : Conséquences pratiques pour la gestion des races, 35^{ème} Journée de la Recherche Equine, 29-38

Menessier et al, 1992, les qualités maternelles des ruminants allaitants : exemple de facilités de vêlage et d'allaitement, INRA Prod. Anim. Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales, 135-145