



Point sur de l'analyse de la consanguinité et des ancêtres majeurs chez les New-Forest

Décembre 2016

Association Française du Poney New-Forest

Gérer la diversité génétique est un problème important en élevage car elle permet de garantir le maintien et l'évolution d'une population. L'utilisation d'un petit nombre de reproducteurs ou l'utilisation de reproducteurs apparentés peuvent engendrer un goulet d'étranglement risquant de faire diminuer fortement sa diversité génétique.

Aujourd'hui, trois outils, développés par Anne RICARD (IFCE/INRA) et Christine BLOUIN (INRA), sont au service des éleveurs et consultable sur www.ifce.fr > Infos Chevaux :

- le calcul du coefficient de consanguinité,
- la généalogie des individus sur plusieurs générations,
- la liste des ancêtres majeurs de la race et la fréquence de ces ancêtres majeurs chez un individu.

L'utilisation de ces trois outils permet de déterminer « l'originalité génétique » des reproducteurs. Ces outils sont une aide lors du raisonnement des accouplements et peuvent permettre de limiter l'augmentation la consanguinité tout en conservant une diversité relativement importante.

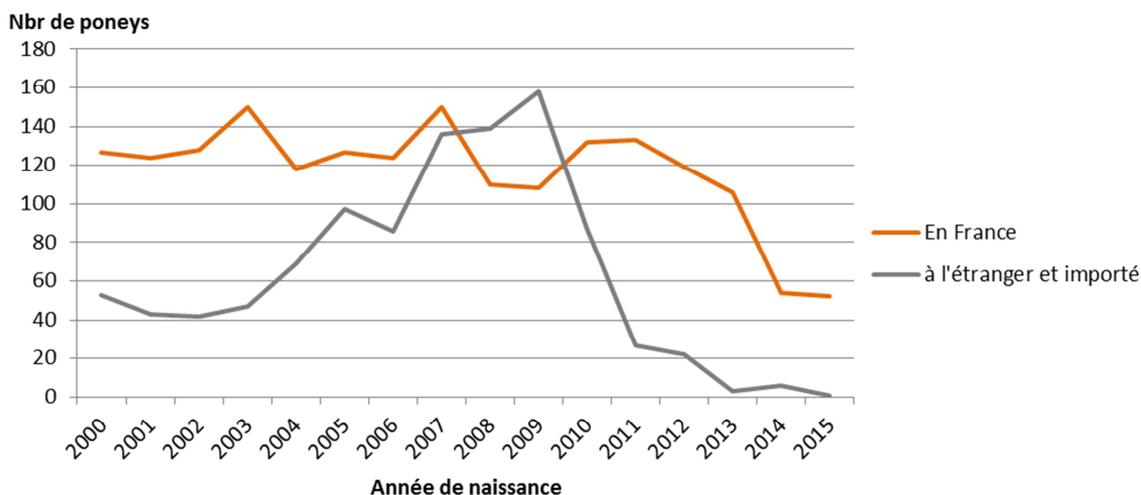


Figure 1: Evolution du nombre de naissances enregistrées dans la base SIRE en race pure chez les New-Forest en France et à l'étranger (via les poneys importés)

1 La consanguinité et son évolution chez les New-Forest

1.1 Le coefficient de consanguinité

La consanguinité est le résultat de l'accouplement de deux reproducteurs apparentés. La consanguinité peut avoir à la fois des résultats favorables : expression d'un gène « recherché » issu d'un ancêtre illustre ; mais aussi défavorable : baisse de la variabilité génétique, problèmes de reproduction, expression de gènes indésirables, ...

Pour calculer le coefficient de consanguinité, il est nécessaire de connaître la généalogie complète du poney. La généalogie des poneys New-Forest est gérée dans la base SIRE depuis 1976 et les généalogies antérieures ont été en partie complétées.

Si deux parents ne sont pas apparentés, la consanguinité du produit sera nulle. Dans le cas contraire, on peut donner des valeurs à titre indicatif :

| Lien de parenté entres les deux parents | Consanguinité du produit (en %) |
|---|---------------------------------|
| Aucun ancêtre commun | 0.00% |
| Seulement un arrière-grand-parent commun | 0.80% |
| Seulement un grand-parent commun | 3.13% |
| Deux grands-parents communs | 6.25% |
| Quatre grands-parents communs Ou Demi-frère et sœur Ou Oncle (tante) et nièce (neveu) | 12.50% |
| Deux parents communs (frère et sœur) Ou Parent - Descendant | 25.00% |

Il est cependant possible d'utiliser des reproducteurs consanguins car la **consanguinité n'est pas transmissible**.

Ex : si A n'est pas consanguin et B n'est pas consanguine mais que A et B sont frère et sœur, alors, leur produit aura un taux de consanguinité de 25%

Ex : si C a un taux de consanguinité de 6% et D de 8% mais que C et D n'ont pas d'ancêtres en communs, alors leur produit ne sera pas consanguin.

Il est donc nécessaire de regarder le pedigree complet des reproducteurs pour connaître leurs éventuels liens de parenté et éviter l'augmentation d'une consanguinité qui pourrait faire apparaître certains problèmes : disparition d'un allèle recherché, problèmes de reproduction...

1.2 L'évolution de la consanguinité chez les New-Forest

L'élévation du coefficient de consanguinité moyen d'une population peut rapidement poser des problèmes en élevage. En effet, il peut engendrer des baisses de fertilité des reproducteurs, voire des anomalies génétiques importantes.

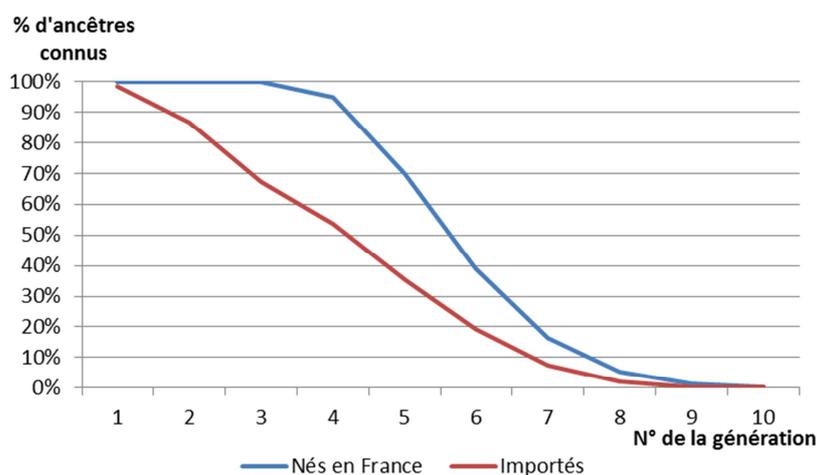


Figure 2: % moyen de poneys connus par génération

Dans le cas des New-Forest, on constate une profondeur de généalogie relativement bien connue, en moyenne, 70% des ancêtres connus à la 5^{ème} génération pour les poneys nés en France et mais seulement 35% pour les poneys importés.

Ne pas connaître suffisamment les généalogies des individus d'une race entraîne une sous-estimation importante du taux de consanguinité.

On peut noter qu'entre 1991 et 2015, le % de poneys consanguins a fortement augmenté : de 53% à 98% avec une forte augmentation depuis 2011. Cependant, il faut faire attention car le nombre de naissance a fortement chuté depuis 2014.

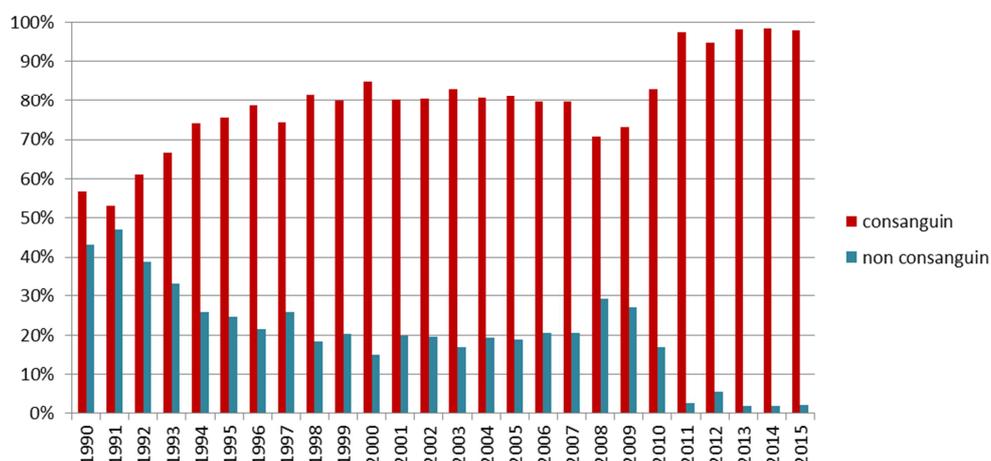


Figure 3 : Evolution du % de poneys consanguins suivant leur année de naissance

Dans le même temps, on peut noter que le taux de consanguinité moyen des poneys consanguins a baissé entre 1988 et 2010 mais a eu une forte augmentation entre 2010 et 2014.

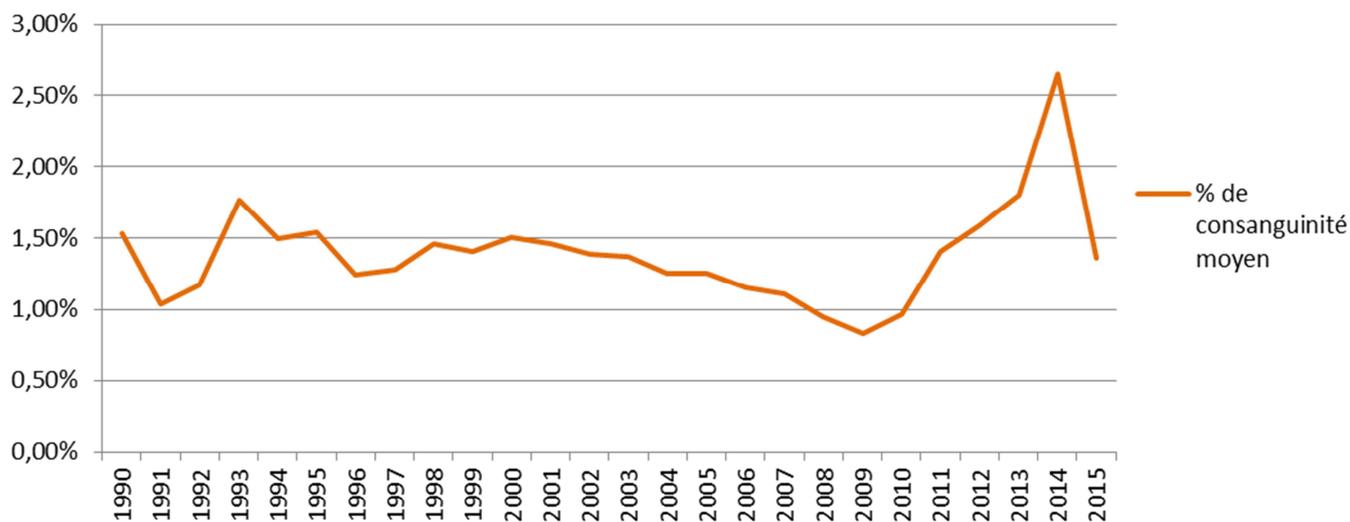


Figure 4: Evolution de la consanguinité moyenne en fonction de l'année de naissance

Si on n'atteint pas le seuil critique des 6%, cela ne veut pas dire qu'aucun individu ne dépasse ce taux. Les variations du taux de consanguinité moyen des poneys consanguins (courbe orange, figure 4) sont dues à la présence de poneys fortement consanguins dans la population.

Même s'il ne semble pas apparaître de problèmes majeurs chez les New-Forest, il apparaît important de sensibiliser les éleveurs à ce problème. En effet, certains exemples montrent une consanguinité importante si on ne tient pas compte des liens de parentés entre les reproducteurs.

1.3 Un exemple d'un individu fortement consanguin

Le taux de consanguinité est affiché pour l'ensemble des individus répertoriés dans la base de données SIRE. La consanguinité n'étant par définition pas « héritable » (cf. §11), cette information doit être utilisée en parallèle du pedigree des reproducteurs lorsque l'on souhaite prévoir des accouplements limitant la consanguinité.

Les pedigrees des chevaux et poneys sont diffusés sur Internet (www.ifce.fr, Info chevaux), ils permettent de visualiser rapidement les ancêtres communs au père et à la mère de l'individu (en fond gris) et d'éviter des apparentements trop forts lors des accouplements. On parle d'ancêtres communs lorsqu'on retrouve un même individu du côté du père et de la mère. Ce sont ces éventuels ancêtres qui contribuent à la consanguinité d'un individu.

Nous pouvons prendre l'exemple d'HALBI DES BOHONS. Ce poney a un taux de consanguinité de 25,4%.

En effet, on peut constater que RED GLORY DELAREBOURSIERE est à la fois son père et son grand-père maternel. De plus, GOODENOUGH qui est présent dans le pedigree de RED GLORY DELAREBOURSIERE, est aussi présent dans le pedigree d'ALTHAM CRESTA, la grand-mère maternelle d'HALIBI DES BOHONS. GOODENOUGH est donc présent 3 fois dans le pedigree d'HALIBI DES BOHONS.

On retrouve malheureusement ce cas de figure lors des saillies en monte naturelle entre les étalons et les juments d'un même éleveur. En effet, il se peut que les filles d'un étalon n'aient jamais quitté le troupeau, elles sont donc saillies par leur propre père.

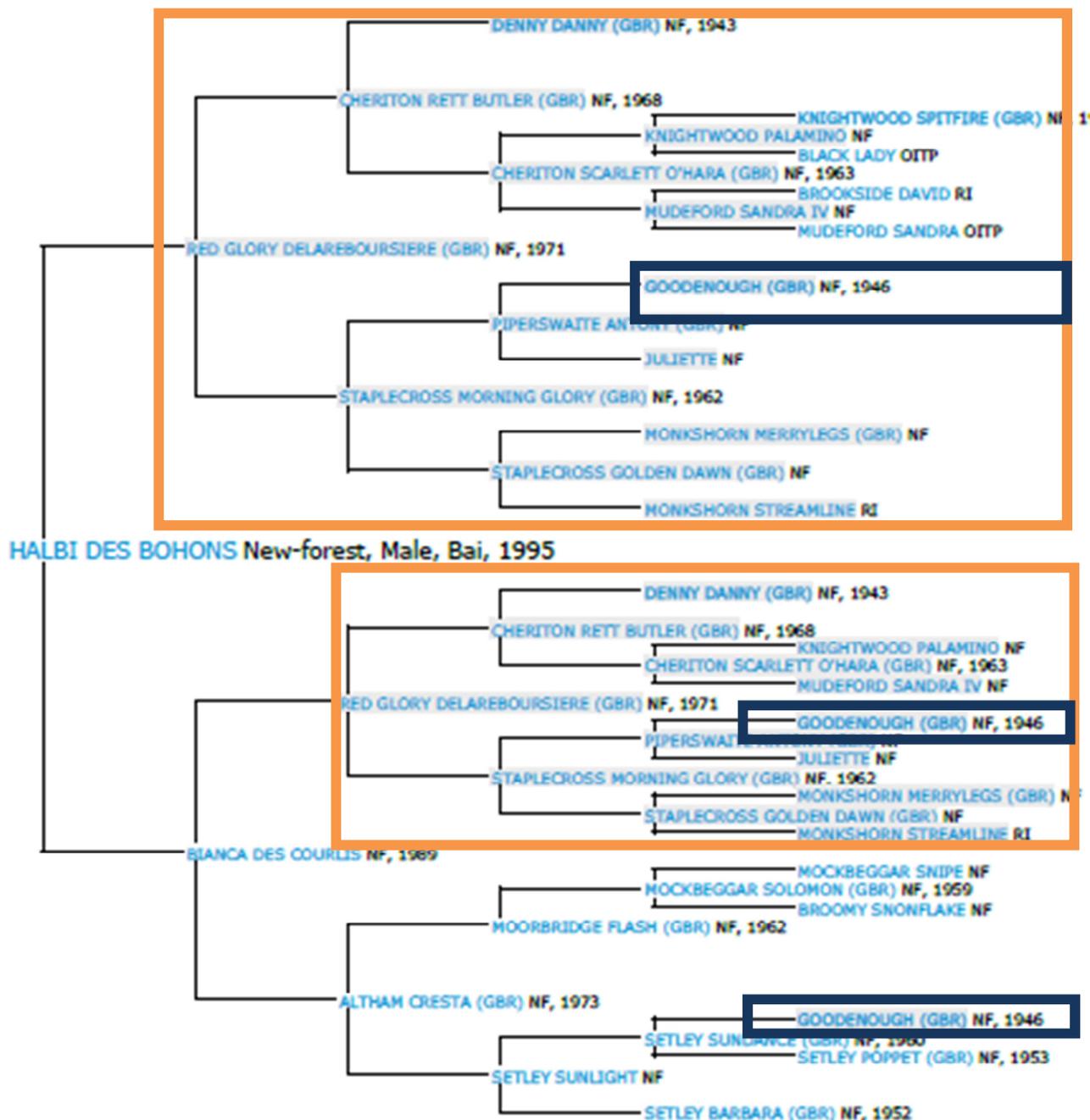


Figure 5: Pedigree 5G de HALBI DES BOHONS selon les données enregistrées dans la base SIRE

1.4 La gestion de la consanguinité

Aujourd'hui, de nombreux outils sont à la disposition des éleveurs afin de pouvoir mieux gérer la consanguinité et éviter l'apparition d'individus fortement consanguins.

- L'utilisation de l'insémination artificielle peut permettre à l'éleveur d'avoir accès, pour un même troupeau, à plusieurs étalons éloignés géographiquement.
- Il est conseillé de ne pas garder :
 - un reproducteur mâle trop longtemps (au maximum 2 ans) avec un même lot de juments pour éviter toute saillie du style « père-fille » ou « oncle-nièce » lors des saillies en monte naturelle,
 - ou de ne pas garder des juments dans le même troupeau que leur père, oncle...

Après avoir vu la consanguinité dans la population New-Forest, nous allons voir quels sont les principaux ancêtres majeurs de la population et des individus.

2 Les principaux ancêtres majeurs de la race New-Forest

Les ancêtres majeurs sont des chevaux qui ont été les plus utilisés comme reproducteurs et qui sont responsables d'une proportion élevée des gènes de la population actuelle. Grâce à eux, on peut évaluer le niveau de diversité génétique d'une race.

Dans certains cas, lorsque leur utilisation s'est révélée trop importante (très forte utilisation en insémination artificielle ou effectif de la population trop faible), **ils peuvent constituer des goulets d'étranglement**. Ce phénomène est observé dans certaines races lorsqu'à un moment donné le nombre de reproducteurs utilisés dans la race est faible ou lorsque certains reproducteurs ont une production nettement plus élevée que les autres. Cela entraîne alors une augmentation sensible du taux moyen de consanguinité de la race.

Tableau 1: les 30 premiers ancêtres majeurs en race New-Forest

| Nom | Année de naissance | Nb Produits enregistrés dans SIRE (en race pure) | Contribution directe en % | Contribution marginale en % | Somme cumulée des contributions marginales en % |
|----------------------------|--------------------|--|---------------------------|-----------------------------|---|
| KANTJE'S RONALDO (NL) | 1987 | 555 (195) | 4,38 | 4,38 | 4,38 |
| PRIORY STARLIGHT VII (GB) | 1954 | 13 (13) | 4,19 | 4,05 | 8,43 |
| SILVERLEA FLASH HARRY (GB) | 1975 | 53 (53) | 3,94 | 3,94 | 12,37 |
| BROOKSIDE DAVID (GB) | 1943 | 24 (23) | 3,92 | 3,92 | 16,29 |
| WILLOWAY GOOD AS GOLD (GB) | 1989 | 201 (77) | 3,94 | 3,33 | 19,61 |
| RAMBO (NL) | 1996 | 116 (54) | 3,08 | 2,89 | 22,50 |
| TOMATIN GOLDEN GORSE (GB) | ---- | 15 (14) | 3,23 | 2,54 | 25,04 |
| JOLLY DES IFS | 1975 | 127 (100) | 3,54 | 2,54 | 27,59 |
| GOODENOUGH (GB) | 1946 | 24 (24) | 3,02 | 2,37 | 29,96 |
| DENNY DANNY (GB) | 1943 | 20 (19) | 2,04 | 1,77 | 31,73 |
| MAYTREE SULTAN (GB) | 1988 | 138 (74) | 2,05 | 1,60 | 33,33 |
| LAVENDER STARDUST OF WOOT | 1982 | 127(83) | 1,97 | 1,48 | 34,81 |
| SILVERLEA GAYE (GB) | 1974 | 8 (8) | 1,70 | 1,38 | 36,19 |
| VALENTINO (NL) | 1984 | 33 (31) | 1,92 | 1,32 | 37,51 |
| KNIGHTWOOD SPITFIRE (GB) | 1950 | 23 (23) | 1,52 | 1,27 | 38,78 |
| PALOMA DU SIAM | 1981 | 14 (12) | 1,32 | 1,20 | 39,98 |
| BURTON STARLIGHT (GB) | 1960 | 38 (38) | 4,03 | 1,12 | 41,10 |
| MARNEHOEVE'S EVEREST (NL) | 1992 | 82 (67) | 1,13 | 1,09 | 42,20 |
| OAKLEY BRIDGET (GB) | 1947 | 4 (4) | 1,65 | 1,01 | 43,20 |
| MIKEL (NL) | 1995 | 33 (26) | 1,02 | 0,93 | 44,13 |
| BRICKFIELD VICTORIA (GB) | 1985 | 12 (12) | 0,82 | 0,81 | 44,94 |
| FRIMOUSSE | 1971 | 16 (14) | 1,29 | 0,81 | 45,74 |
| SHINING STARR ARISTO (NL) | 1982 | 145 (2) | 0,93 | 0,80 | 46,54 |
| PORTMORE TEMPEST | 2003 | 22 (20) | 0,81 | 0,77 | 47,31 |
| POLSBURY PAMELA | 1981 | 4 (4) | 0,86 | 0,76 | 48,07 |
| CANTERTON JOE (GB) | 1997 | 105 (47) | 0,93 | 0,74 | 48,81 |
| HOLTHAUSEN ROHAN (NL) | 2003 | 24 (19) | 0,81 | 0,74 | 49,55 |
| ANYDALE RON (NL) | 1991 | 114 (29) | 1,45 | 0,73 | 50,27 |
| KATRIC CAPERS (GB) | 1972 | 13 (13) | 1,35 | 0,72 | 50,99 |
| PEVERIL PETER PIPER (GB) | ---- | 20 (20) | 3,26 | 0,69 | 51,68 |

Il est possible de calculer la contribution des différents ancêtres majeurs, appelée contribution directe. Elle mesure le % de gènes de l'ancêtre majeur présent dans la population active actuelle, c'est à dire celle des New-Forest nés entre 2008 et 2012. Toutefois, les contributions directes des différents ancêtres majeurs, ne tiennent pas compte des éventuels liens de parenté entre les chevaux. Les contributions directes sont intéressantes à analyser individuellement pour chacun des ancêtres majeurs, mais, lorsque des liens de parenté existent entre les différents individus, elles se trouvent prises en compte également au travers de chacun des ancêtres qui lui sont apparentés. Il est possible de calculer la contribution marginale qui représente la part des gènes apportées par l'ancêtre en question (cf. figure 6) en faisant abstraction des gènes apportés par les ancêtres majeurs plus importants que lui (c'est à dire ayant une contribution directe plus forte que lui).

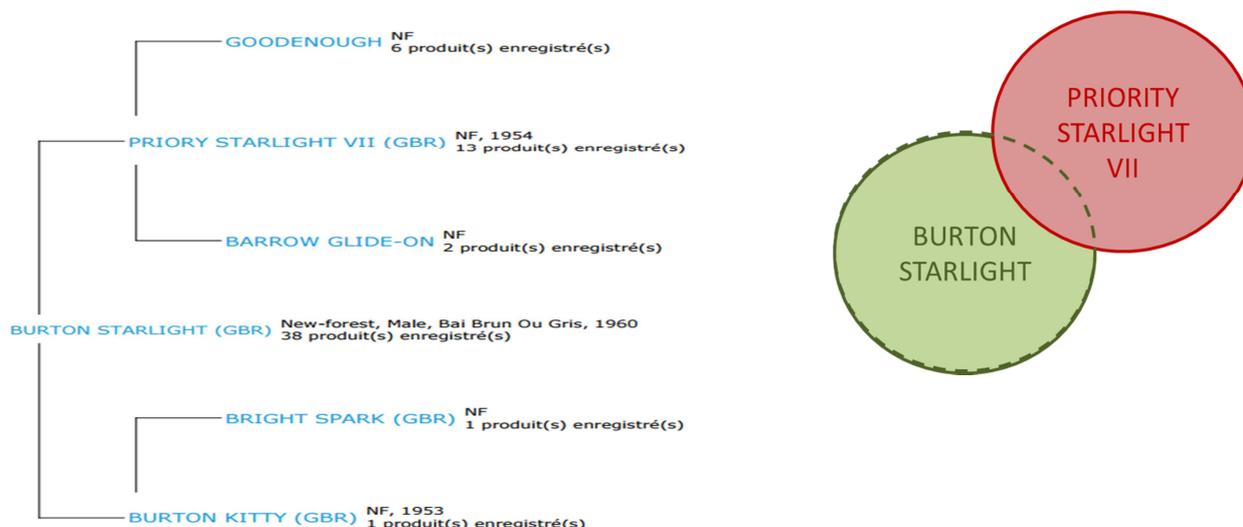


Figure 6: Pedigree à 3 générations de BURTON STARLIGHT selon les données enregistrées dans la base SIRE

Nous pouvons prendre l'exemple de PRIORY STARLIGHT VII. Ce poney est le premier ancêtre majeur de la population étudiée. Il a une contribution directe de 4.19% et une contribution marginale de 4.05%. Lorsqu'on regarde sa production, on peut constater que BURTON STARLIGHT y figure. Ainsi, une partie des gènes de BURTON STARLIGHT proviennent de PRIORY STARLIGHT VII. Or, BURTON STARLIGHT est aussi un ancêtre majeur (17^{ème}). PRIORY STARLIGHT VII étant un ancêtre majeur plus important que BURTON STARLIGHT, la part des gènes dans la population analysée provenant de BURTON STARLIGHT et provenant de PRIORY STARLIGHT VII a été rattaché à ce dernier. Ainsi, BURTON STARLIGHT a une contribution directe de 4.03% alors qu'il a une contribution marginale de 1.12%.

Les ancêtres majeurs ont été classés selon l'importance décroissante de leur contribution marginale. On constate que les 30 premiers ancêtres majeurs expliquent plus de 51.68% des gènes de la population de référence (cf. tableau 2).

Conclusion

La situation actuelle ne peut être appréhendée que partiellement à cause du manque de profondeur des généalogies connues dans SIRE et donc exploitables.

Le taux de consanguinité moyen de la population, bien que sous-estimée, est de 1.36% en 2015. Ce taux est relativement faible. Cependant, il pourrait augmenter rapidement si les accouplements ne sont pas raisonnés en intégrant la dimension de la diversité génétique.

La contribution des 20 premiers ancêtres majeurs pour chaque individu est disponible sur le portail Internet des Haras nationaux. Il faut faire attention que l'écart d'importance entre les ancêtres majeurs ne se creuse pas afin de ne pas créer de goulet d'étranglement.

Afin d'aider les éleveurs, de nombreux outils sont disponibles sur le portail des Haras nationaux : consanguinité, composition raciale et ancêtres majeurs pour les équidés identifiés à SIRE. Un autre outil permet aussi de connaître la consanguinité d'un produit à naître afin de permettre aux éleveurs de les aider dans le raisonnement de leurs croisements.

Annexe : Pères et Mères des ancêtres majeurs

Origines des 20 premiers ancêtres majeurs chez les New-Forest :

KANTJE'S RONALDO (NL)

Par WATERSHOF PRETENDENT (NL) et WISKE BARBARA par MERRIE MOSCAN

PRIORY STARLIGHT VII (GB)

Par GOODENOUGH et BARROW GLIDE-ON

SILVERLEA FLASH HARRY (GB)

Par SILVERLEA GUNFLASH (GB) et SILVERLEA CHOCOLATE GIRL (GB) par HOLMESLEY BOY (GB)

BROOKSIDE DAVID (GB)

Par BROOKSIDE FIRELIGHT (GB) et RHONA III

WILLOWAY GOOD AS GOLD (GB)

Par WILLOWAY PIPER'S GOLD (GB) et WILLOWAY PIPER'S PRIDE par PEVERIL PETER PIPER (GB)

RAMBO (NL)

Par DIOGENES KAY et SANTANA par BOY

TOMATIN GOLDEN GORSE (GB)

Par DURLEY SOVEREIGN OF BURTO (GB) et PIKESHILL HEATHER (GB) par FRITHAM CONKERS (GB)

JOLLY DES IFS

Par SWEETHILLS SPARTICUS (GB) et PRIORY POLLYDORA (GB) par BURTON SUNLIGHT (GB)

GOODENOUGH (GB)

Origines non renseignées dans SIRE

DENNY DANNY (GB)

Origines non renseignées dans SIRE

MAYTREE SULTAN (GB)

Par FRANKINCENSE OF VERNONS (GB) et BEECHWOOD TSARINA (GB) par OAKLEY JONATHAN III (GB)

LAVENDER STARDUST OF WOOT (GB)

Par WOOTTON STARFLIGHT (GB) et LAVENDER LUNAR LASS (GB) par BURTON STARLIGHT (GB)

SILVERLEA GAYE (GB)

Par SILVERLEA MICHAELMAS (GB) et SILVERLEA GAY LASS (GB) par MAYBEE (GB)

VALENTINO (NL)

Par VERNONS VINEYARD et FELDHOFF'S MADEIRA par MERRIE MILLSTREAM (GB)

KNIGHTWOOD SPITFIRE (GB)

Par BROOKSIDE SPITFIRE (GB) et THE WEIRS TOPSY (GB) par CLANSMAN IV

PALOMA DU SIAM

Par INCH'ALLAH et STARLET OF VALES MOOR (GB) par PUCKPITS STAR FLIGHT (GB)



BURTON STARLIGHT (GB)

Par PRIORY STARLIGHT VII (GB) et BURTON KITTY (GB) par BRIGHT SPARK (GB)

MARNEHOEVE'S EVEREST (NL)

Par ANYDALE NICO et ELIZA par MONDAY'S MOSCAN

OAKLEY BRIDGET (GB)

Origines non renseignées dans SIRE

MIKEL (NL) Par WICKED COURTJESTER et ANGELIE par ANYDALE NICO