

Sélection de familles de vaches

Une méthode adaptée à l'élevage laitier biologique





Les fermes bio ont besoin d'animaux adaptés à leur site et à leur base fourragère. La sélection de familles de vaches permet aux exploitations de sélectionner systématiquement leurs animaux reproducteurs selon des critères spécifiques à l'exploitation et de favoriser ainsi les qualités requises par le site.

Dans la sélection de familles de vaches, on travaille avec des lignées issues de vaches aux qualités exceptionnelles. Les exploitations sélectionnent des femelles et des mâles reproducteurs descendant de ces lignées. L'accouplement systématique d'animaux apparentés issus de plusieurs lignées vise à faire des descendants présentant plus fréquemment les caractères héréditaires souhaités.

Pour éviter des taux de consanguinité trop élevés, les ascendants communs des animaux à accoupler doivent remonter à au moins trois générations. Les connaissances acquises sur un maximum d'ascendants et de caractères du pedigree d'un animal reproducteur contribuent à accentuer les caractères souhaités et à prévenir l'apparition de maladies héréditaires.

Cette fiche technique introduit la sélection de familles de vaches et propose des variantes permettant d'adapter cette méthode de sélection aux conditions individuelles de chaque exploitation et de la mettre en œuvre. Dans le cadre d'exemples tirés de la pratique, des éleveuses et éleveurs présentent leur exploitation et partagent leurs expériences en matière de sélection de familles de vaches.

Sommaire

Situation initiale pour une sélection alternative ...	3
Sélectionner des animaux adaptés à l'exploitation	4
Sélection de familles de vaches:	
une méthode de sélection adaptée au site	5
Variantes de la sélection de familles de vaches ...	7
Réduire les risques liés à la consanguinité	12
Buts d'élevage pour les exploitations bio	17
Portraits de fermes	21

Situation initiale pour une sélection alternative

La plupart des exploitations bio élèvent des races laitières et des races à deux fins les plus importantes numériquement telles que la Holstein, la Fleckvieh (Simmental) ou la Brune. L'insémination est le plus souvent artificielle et ne se fait que dans une faible proportion par monte naturelle, proportion qui ne cesse d'ailleurs de diminuer. Les caractères fonctionnels tels que la fertilité, la longévité et la santé jouent aujourd'hui également un rôle central dans les buts d'élevage des principales races. Toutefois, la sélection continue de mettre l'accent sur l'amélioration des performances. Avec l'augmentation du potentiel génétique de production, il devient difficile pour les exploitations de nourrir leurs animaux principalement avec du fourrage de base. En conséquence, la pression quant à l'utilisation croissante d'aliments concentrés augmente.

Principes d'un élevage bovin laitier reposant sur le fourrage de base

- Dans les fermes bio, la production laitière repose essentiellement sur le fourrage de base provenant des herbages de l'exploitation.
- La combinaison de facteurs tels qu'un rendement élevé de la ration de base, la longévité, une bonne fertilité et la santé crée une base zootechnique et économique durable en accord avec les caractéristiques du site.
- Des apports élevés de concentrés à base de céréales et de soja ne conviennent pas aux ruminants, car leur système digestif est spécialisé dans la digestion des fibres brutes. Une alimentation riche en concentrés provoque en outre une concurrence pour les surfaces de production entre l'alimentation animale et humaine.
- En raison du changement climatique, la qualité des fourrages de base varie de plus en plus. À l'avenir, les vaches devront être en mesure de mieux s'adapter aux variations de la base fourragère.

Adéquation aux fermes bio

En inséminant artificiellement les vaches sans choisir les taureaux selon des critères d'élevage bio, on augmente généralement le potentiel de production

et, par conséquent, les exigences des animaux en matière d'alimentation, de gestion et de conditions de détention. Il est de plus en plus difficile de trouver des taureaux d'insémination appropriés qui allient bonne santé et longévité à une transmission modérée des performances et à une production initiale raisonnable. À cela s'ajoutent des évolutions telles que la sélection axée sur l'absence génétique de cornes et l'utilisation croissante de biotechnologies telles que le transfert d'embryons, qui limitent fortement l'offre, notamment pour les fermes biodynamiques.

Les taureaux bio d'IA des races Brune, Brune d'origine, Swiss Fleckvieh et Simmental disponibles en Suisse sont sélectionnés par des exploitations biologiques, selon des critères adaptés d'élevage bio, à partir de lignées présentant une grande longévité. Ils constituent une bonne alternative.

Taureaux bio d'IA

taureaux-ia-bio.ch

bioactualites.ch/bovins > Sélection

Outil de sélection des taureaux

Pour le choix de taureaux d'insémination appropriés selon des critères d'élevage bio, il existe en Bavière et en Autriche l'*Ökologischer Gesamtzuchtwert* (ÖZW) pour la Fleckvieh et la Brune et l'*Ökologischer Rinderzuchtwert* (RZÖko) pour la Holstein. Ces deux valeurs d'élevage globales biologiques se composent de plusieurs valeurs d'élevage individuelles, une grande importance étant accordée aux caractères de fitness et une moindre aux caractères de production laitière.

Règles s'appliquant à l'élevage bio

En principe, la saillie doit se faire par monte naturelle. L'insémination artificielle est toutefois autorisée. Les autres types de reproduction artificielle (p. ex. le transfert d'embryons) sont interdits.

[Règlement UE 2018/848 relatif à la production biologique](#)

[Ordonnance suisse sur l'agriculture biologique 910.18](#)

Sélectionner des animaux adaptés à l'exploitation

Pour assurer les bases d'une sélection bovine écologiquement durable, il faudra à l'avenir davantage de sélectionneuses et sélectionneurs actifs. Les méthodes alternatives de sélection permettent aux fermes d'agir en autonomie et d'adapter leurs animaux aux conditions individuelles de leur exploitation. Pour ce faire, il est possible de combiner monte naturelle et insémination artificielle ou de recourir exclusivement à la monte naturelle.

La sélection de familles de vaches est l'une de ces méthodes alternatives: dans sa ferme ou dans une exploitation partenaire, on sélectionne des lignées de vaches particulièrement adaptées afin d'élever des femelles et des mâles reproducteurs. Les performances et la conformation des animaux doivent être adaptées aux conditions individuelles de la ferme. Des animaux appropriés au site sont performants en se nourrissant de fourrages produits sur l'exploitation, essentiellement de fourrage de base.

Afin de sélectionner des bovins adaptés au site, les races et les lignées ainsi que le but d'élevage doivent être choisis essentiellement en fonction de la base fourragère de l'exploitation. Le règlement

européen et l'ordonnance suisse sur l'agriculture biologique ainsi que toutes les organisations nationales et privées d'agriculture biologique définissent les conditions pour la sélection dans les exploitations biologiques. Toutefois, concrètement, ils ne mentionnent aucun critère pertinent de sélection.

Base légale

«Lorsqu'ils choisissent les races ou les souches, les opérateurs privilégient les races ou souches présentant une grande diversité génétique et tiennent compte de la capacité des animaux à s'adapter aux conditions locales, de leur valeur génétique, de leur longévité, de leur vitalité et de leur résistance aux maladies ou aux problèmes de santé, sans que leur bien-être s'en trouve compromis. La préférence est donnée aux races et souches autochtones.»

Source: Règlement UE 2018/848 relatif à la production biologique, annexe II, partie II: Règles applicables à la production animale: 1.3.3



La sélection de familles de vaches vise à sélectionner des animaux les plus adaptés aux conditions individuelles de l'exploitation.

Sélection de familles de vaches: une méthode de sélection adaptée au site

Constitution de lignées aux caractéristiques particulières

Dans la littérature plus ancienne, on trouve de nombreuses études sur l'importance des familles de vaches. La première hypothèse, selon laquelle certains animaux possédaient une force héréditaire particulière, a été avancée par Henry Settegast en 1872. Soucieux de transmettre les qualités exceptionnelles de certaines mères à leurs descendants, des éleveuses et éleveurs en sont venus à associer la sélection de familles à la sélection de lignées.

Famille de vaches

Une famille de vaches se compose d'un nombre plus ou moins important de descendants directs d'une vache souche. Celle-ci est à l'origine de la famille de vaches et lui donne un nom, comportant typiquement son nom complet à elle ou son initiale: «famille Berta» ou «famille B».

Sélection de familles

La sélection de familles vise tant à reproduire les bonnes familles au sein du troupeau qu'à les améliorer de manière ciblée. Dans la plupart des exploitations, cela se fait en recourant à l'insémination artificielle. Alors que la sélection des femelles dans l'exploitation est axée sur le maintien et la reproduction de la famille, les taureaux d'insémination artificielle choisis doivent améliorer les caractéristiques de la famille.

Sélection de lignées

La sélection de lignées vise à maintenir et reproduire les lignées présentant de bonnes qualités au sein d'un troupeau ou d'une population. Afin d'optimiser l'héritabilité, on procède à des accouplements ciblés d'animaux apparentés issus d'une même lignée. Ainsi, la probabilité qu'un descendant hérite des mêmes caractères (génétiques) du côté maternel et du côté paternel augmente. La sélection de lignées consiste donc à pratiquer systématiquement l'endogamie afin d'augmenter l'uniformité génétique de la descendance.

En tant que méthode alternative, la sélection de familles de vaches associe la sélection de familles à la sélection de lignées au sein d'un troupeau. Le professeur Frederik Bakels a largement contribué au développement de la sélection de familles de vaches. Dans les années 70 et 80, il a constitué un troupeau à l'université Ludwig-Maximilian de Munich selon les principes de la sélection de lignées, mais en ayant recours à l'insémination artificielle. Le travail de sélection mené sur ce troupeau à Oberschleissheim présente des parallèles avec la méthode combinée décrite en page 7.

Pour une sélection en autonomie, il convient d'entretenir plusieurs lignées. Pour ce faire, il est indispensable de connaître le degré de parenté des animaux.

Caractéristiques de la sélection de familles de vaches

- Sont utilisées pour la sélection au moins trois lignées (familles de vaches) apparentées de loin provenant d'une même ferme ou de plusieurs exploitations partenaires.
- Ces lignées sont généralement issues de vaches souches qui ont obtenu d'excellentes performances dans les conditions de leur ferme.
- Les descendants mâles et femelles de ces lignées sont accouplés entre eux. La population d'élevage est ainsi nettement plus petite que dans les élevages classiques, qui utilisent la race entière comme population.
- Avec le temps, tous les animaux du troupeau sont apparentés entre eux, mais pas étroitement, car les animaux très étroitement apparentés ne sont jamais accouplés.
- La sélection ciblée de familles de vaches à partir de plusieurs lignées donne généralement lieu à une descendance très homogène.
- Plusieurs taureaux de saillie issus des lignées de vaches sélectionnées sont élevés pour la monte naturelle dans l'exploitation même ou des exploitations partenaires.
- On renonce, dans la mesure du possible, à l'insémination artificielle.
- L'acquisition d'animaux se fait toujours en tenant compte de ses propres buts d'élevage et des conditions environnementales (notamment l'alimentation) dans l'exploitation de provenance.



Les animaux doivent être les plus performants possible en se nourrissant du fourrage produit sur l'exploitation.

Accouplement systématique d'animaux apparentés

Dans la sélection de familles de vaches, on travaille avec des vaches souches issues du troupeau qui présentent les caractéristiques exceptionnelles souhaitées. Grâce à un accouplement systématique d'animaux apparentés, les descendants présentent plus fréquemment les caractères héréditaires visés. Dans le même temps, la parenté ne doit pas être trop étroite: les ascendants communs des lignées paternelle et maternelle doivent remonter à au moins trois générations. En outre, en fonction de la taille du troupeau, il convient de veiller à ce qu'il y ait un nombre minimum de familles de vaches (lignées), afin de garantir une diversité suffisante. Dans la pratique, il s'est avéré utile de travailler en principe avec au moins trois familles de vaches. De temps en temps, des animaux non apparentés mais appropriés peuvent être achetés ou utilisés pour l'insémination artificielle afin d'apporter du sang neuf.

Petites populations adaptées au site

La sélection de familles de vaches convient particulièrement aux petites populations d'élevage. Cette méthode répond ainsi à la revendication de l'agriculture biologique de préserver des lignées et des races adaptées au site et d'accoupler les animaux par monte naturelle. Elle répond également à l'objectif particulier de l'agriculture biodynamique, qui est de développer un «organisme agricole» aussi autonome que possible, nécessitant le moins d'achats possible et caractérisé par une individualité dans tous les domaines de l'exploitation.

En outre, en renforçant le travail de sélection mené sur les lignées femelles de sa propre exploitation ou d'une exploitation partenaire, on peut davantage tenir compte des gènes maternels. Ceux-ci jouent un rôle majeur dans la transmission des caractères fonctionnels.

Éléments indispensables à la sélection de familles de vaches

- La volonté d'utiliser essentiellement ses propres animaux ou ceux de quelques exploitations partenaires pour la sélection
- L'intérêt de recourir à la monte naturelle
- L'aménagement de l'étable pour pouvoir élever et garder des taureaux
- La définition de buts d'élevage et de critères de sélection adaptés à l'exploitation
- La connaissance du pedigree des différents animaux, remontant idéalement à au moins trois générations
- Le calcul des coefficients de consanguinité une à deux fois par an et la prévention de taux de consanguinité trop élevés lors de l'accouplement
- La collaboration et l'échange professionnel avec d'autres éleveuses et éleveurs

Les partenariats avec d'autres éleveuses ou éleveurs s'avèrent plus nécessaires dans les exploitations à petits troupeaux que dans celles à troupeaux plus conséquents, car la population d'élevage doit être suffisamment grande. Il est également envisageable de recourir à l'insémination artificielle, à titre préventif, pour éviter des degrés de parenté trop élevés (voir aussi «Méthode combinée» en page 7).

Variantes de la sélection de familles de vaches

Malgré ses nombreux avantages, la sélection de familles de vaches n'est encore pratiquée que dans une minorité d'exploitations bio. L'une des raisons à cela est certainement le risque lié à la détention de taureaux. Un autre facteur pouvant justifier ce constat réside dans la planification et la réalisation exigeantes des accouplements. Voilà pourquoi des éleveuses et éleveurs ont développé différentes variantes, parfois simplifiées, de la sélection de familles de vaches. Nous présentons ici quatre de ces variantes qui ont fait leurs preuves et qui peuvent également être combinées.

L'ordre de présentation des méthodes n'implique aucun classement ni aucune hiérarchie. Chaque exploitation doit trouver la méthode la plus adaptée à ses besoins et à son troupeau. La méthode combinée est présentée en premier, parce qu'elle est la plus facile à mettre en œuvre par les exploitations intéressées et qu'elle facilite l'adoption de la sélection systématique de familles de vaches.

Méthode combinée: utilisation partielle de l'insémination artificielle

Cette méthode est particulièrement adaptée aux exploitations qui se lancent dans l'élevage de leurs propres taureaux et dans la sélection de familles de vaches. Toutefois, l'insémination artificielle (IA) peut également être combinée avec toute autre méthode.

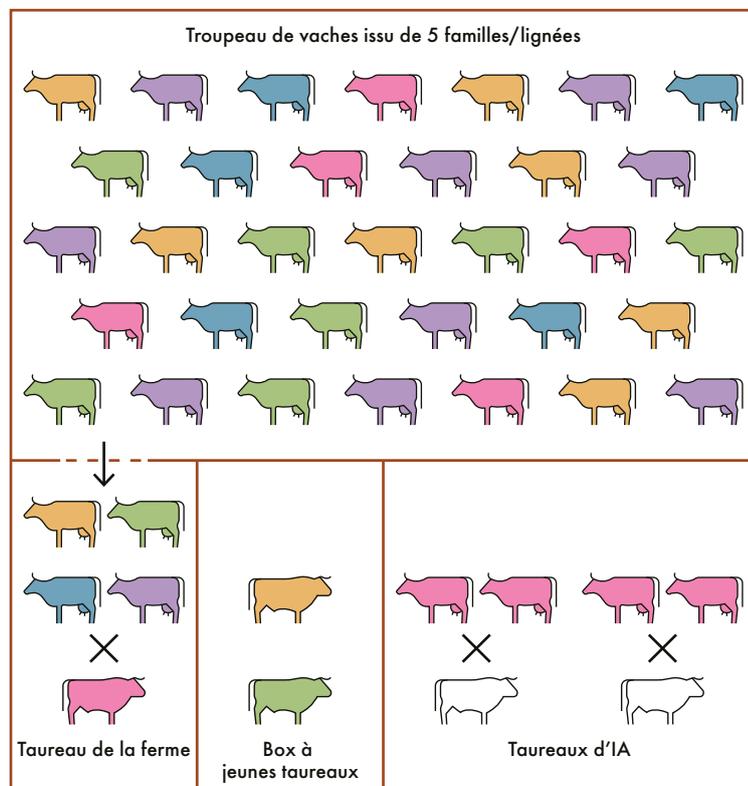
Le système

Un taureau de l'exploitation est généralement utilisé pendant un an pour saillir les vaches qui ne lui sont pas étroitement apparentées. Les autres vaches sont inséminées artificiellement en utilisant la semence de taureaux qui soient le mieux adaptés possible à la ferme.

Principe de fonctionnement

- 1) Pendant une année, le taureau, que l'on a élevé soi-même, ne saillit qu'une partie des vaches (p. ex. 50 %) par monte naturelle.
- 2) Les vaches qui ne sont pas saillies par le taureau de l'exploitation sont inséminées artificiellement.

Figure 1: Méthode combinée



Les animaux de différentes couleurs représentent différentes lignées de vaches, chacune dominante. Une partie des vaches est saillie par monte naturelle par le taureau de la ferme, l'autre est inséminée artificiellement (taureaux d'IA).

Avantages

- Cette méthode permet d'utiliser ses propres taureaux tout en répartissant les risques zootechniques et en maintenant la variabilité génétique au sein du troupeau à un niveau élevé.
- Si, après un certain temps, les expériences faites avec la descendance d'un taureau de l'exploitation s'avèrent positives, l'utilisation de ses propres taureaux peut être intensifiée et le recours à l'insémination artificielle réduit.
- Cette méthode ne nécessite qu'un box pour le taureau de saillie et un autre pour les jeunes taureaux ou les veaux mâles.

Défis

Les taureaux d'IA ne transmettent souvent pas les performances qui conviennent aux exploitations individuelles. Voilà pourquoi il est important de définir concrètement des critères, propres à chaque exploitation, pour choisir des taureaux adaptés.

Remarques

En cas de vêlages non groupés et en fonction des dispositions légales, le taureau doit être détenu dans un box séparé, faute de quoi les saillies ne peuvent être contrôlées. Pour que le taureau ne se retrouve pas seul, une vache tarie peut lui tenir compagnie.

En cas de vêlages groupés (saisonniers), on peut commencer par l'insémination artificielle des vaches qui ne doivent pas être saillies par le taureau. Une fois qu'elles sont gestantes, le taureau peut accompagner le troupeau. En Allemagne, selon les dispositions de l'association professionnelle, les taureaux ne peuvent pas accompagner le troupeau laitier dans l'étable, mais ils peuvent le faire au pâturage.

Exemples d'exploitations

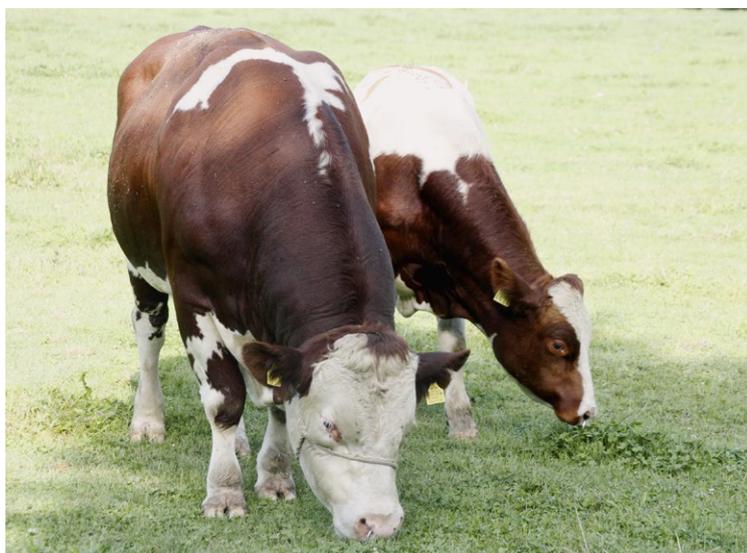
Hans Braun à Rothrist, CH (page 24)

Siegfried Meyer à Röckingen, DE (page 21)



Pendant la saison de monte, en mars, les vaches étroitement apparentées au taureau de saillie sont d'abord inséminées artificiellement, puis le taureau accompagne toutes les vaches jour et nuit au pâturage. Nous pouvons ainsi associer les avantages de la sélection de familles de vaches avec ceux de l'insémination artificielle.

Hans Braun



Après l'insémination artificielle d'une partie des vaches, le taureau peut accompagner le troupeau pour saillir les autres vaches.

Informations sur la sélection des taureaux d'IA

taureaux-ia-bio.ch

bioactualites.ch/bovins > Sélection

Méthode simple: changement de taureau tous les six mois

De nombreux éleveurs et éleveuses préfèrent détenir peu de mâles parce qu'ils ne disposent pas de suffisamment de places dans l'étable, que leurs surfaces fourragères sont limitées et que l'élevage de taureaux est exigeant en matière de rentabilité et de sécurité du travail. La rotation semestrielle répond à ces besoins et convient aux exploitations laitières qui pratiquent systématiquement la sélection de familles de vaches et souhaitent utiliser exclusivement leurs propres taureaux pour la sélection pendant au moins cinq ans.

Le système

Un seul taureau de saillie, que l'on a élevé soi-même, est utilisé pendant environ six mois. Il monte les vaches et/ou les génisses avec lesquelles il n'a pas de lien de parenté proche. Pendant les six mois suivants, un jeune taureau issu d'une autre lignée prend la relève et saillit à son tour les femelles qui ne lui sont pas étroitement apparentées.

Principe de fonctionnement

- 1) Chaque année, deux taureaux reproducteurs issus du troupeau sont utilisés successivement pour la saillie. Deux taureaux de la même famille (dont les ascendants communs remontent à moins de trois générations) ne sont jamais utilisés l'un après l'autre.
- 2) Avant de saillir les vaches, le taureau peut saillir les génisses en chaleur.
- 3) Vers l'âge de 24 mois, après son utilisation, le taureau est vendu ou abattu.
- 4) En l'espace de cinq ans, seul un veau descendant d'une même vache est élevé comme taureau reproducteur destiné à sa propre exploitation.
- 5) Un seul descendant mâle, au maximum, par taureau reproducteur est élevé pour la reproduction sur l'exploitation.

- 6) Afin de maintenir une variabilité élevée des lignées, la sélection des taureaux reproducteurs (ou des mères de taureaux), se fait en alternant le plus grand nombre possible de familles de vaches. Parfois, il peut même s'avérer utile d'élever un taureau issu d'une famille de vaches qui ne correspond pas vraiment aux critères de sélection.
- 7) On vise un taux de renouvellement d'environ 20 %. Pour un troupeau de 50 vaches laitières, il faut donc 10 à 12 génisses, dont 5 à 7, au maximum, peuvent avoir le même père.

Avantages

- Seuls quatre à cinq taureaux d'âges différents vivent simultanément sur l'exploitation. Cette variante ne nécessite donc qu'un box pour les taureaux et un autre pour les jeunes taureaux ou les veaux mâles.
- Le taureau de saillie peut accompagner le troupeau au pâturage. En Allemagne, des boxes séparés sont obligatoires en stabulation libre pour prévenir les accidents. Pour que le taureau ne se retrouve pas seul, une vache tarie peut lui tenir compagnie.

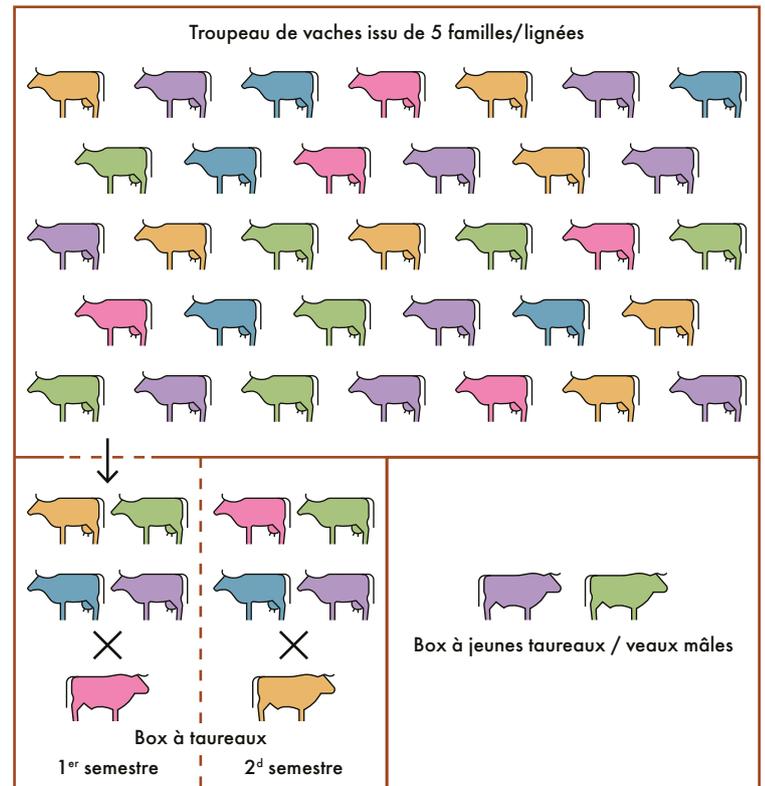
Défis

- Après sa courte utilisation, le taureau doit être transféré dans une autre exploitation ou engraisé.
- Pour éviter que des vaches étroitement apparentées au taureau ne soient saillies, on peut les séparer du troupeau pendant les chaleurs. Cela entraîne toutefois un surcroît de travail.
- Si un taureau se développe mal, ne saillit pas les femelles ou est stérile, il doit être remplacé au plus vite. On peut alors soit continuer à utiliser le taureau précédent, soit laisser un vide se créer. Dans ce cas, il est envisageable d'appliquer, pour une période limitée, la méthode combinée, qui recourt à l'insémination artificielle.

Remarque

Cette méthode convient aux exploitations qui ne regroupent pas les vêlages.

Figure 2: Méthode simple



Les animaux de différentes couleurs représentent différentes lignées de vaches, chacune dominante. Sur un an, les vaches sont réparties entre deux taureaux et saillies l'une après l'autre.

Conseil pratique

Les coefficients de consanguinité des générations suivantes de vaches doivent être calculés régulièrement afin de pouvoir remarquer à temps une forte augmentation du taux de consanguinité et de prendre des contre-mesures. Lorsque des accouplements entre animaux étroitement apparentés se produisent, les descendants peuvent être engraisés.

Exemple d'exploitation

Julian Klopfer et Julia Rupp à Frankenhart-Honhardt, DE (portrait de ferme en page 22)

» Depuis que je pratique la sélection de familles de vaches, je prête beaucoup plus attention aux vaches et je réfléchis intensément à la vache dont j'aimerais élever un veau mâle pour la reproduction.

Julian Klopfer

Méthode classique: élevage de plusieurs taureaux reproducteurs aptes à la saillie

Dans la méthode classique de sélection de familles de vaches, l'exploitation détient plusieurs taureaux reproducteurs aptes à la saillie. Ce système est considéré comme la méthode la plus exigeante, notamment en raison du «cahier des charges» que doit suivre l'étable pour permettre la détention des taureaux.

Le système

Plusieurs taureaux issus de différentes familles de vaches sont élevés dans des boxes séparés. Chaque taureau saillit des vaches issues de familles qui ne lui sont pas trop étroitement apparentées. Avec le temps, tous les animaux du troupeau sont apparentés entre eux, mais pas trop étroitement. Les jeunes taureaux sont généralement élevés sur l'exploitation.

Principe de fonctionnement

- 1) Chaque année, un nouveau taureau reproducteur est élevé pour 10 à 12 vaches (soit 4 à 5 taureaux pour 50 vaches).
- 2) Les taureaux sont sélectionnés parmi les différentes familles de vaches de l'exploitation.
- 3) En fonction de leur ascendance, les taureaux sont accouplés aux vaches à saillir, les animaux accouplés étant issus de différentes familles de vaches.
- 4) Chaque année, le nombre de taureaux vendus ou abattus est à peu près égal au nombre de nouveaux taureaux.

Avantages

- L'élevage de plusieurs taureaux facilite la prévention de liens de sang étroits sans utiliser de taureaux d'IA.
- L'abattage de jeunes taureaux de deux ans, après un an d'utilisation, est économiquement intéressant.

Défis

- Les taureaux ne peuvent jamais accompagner le troupeau de vaches ou de génisses, mais uniquement un troupeau séparé de vaches taries; une autre possibilité consiste à les garder dans des boxes individuels.
- Les taureaux de saillie et les jeunes taureaux nécessitent beaucoup d'espace dans l'étable, ce qui augmente les coûts.

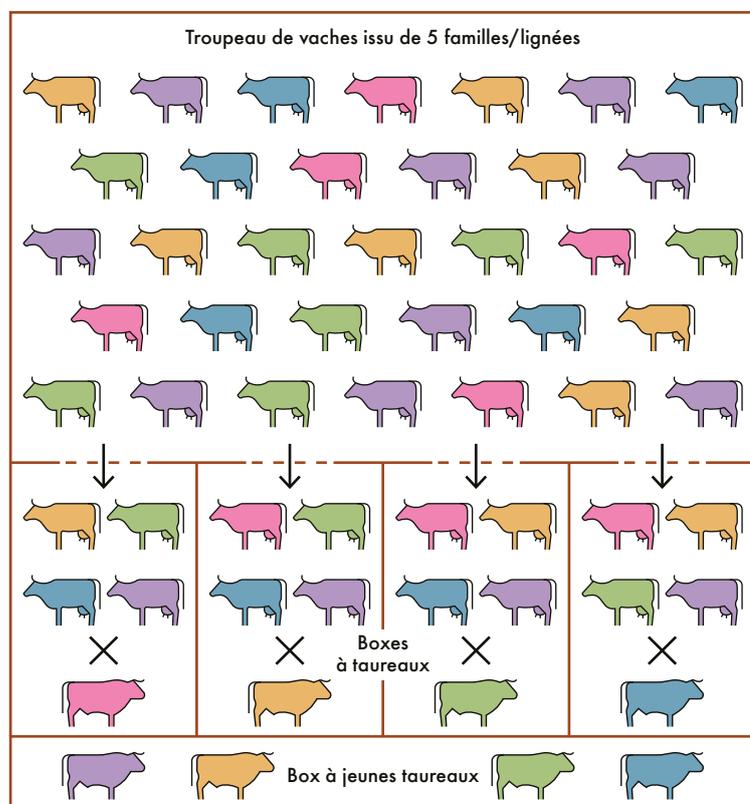
Remarque

Cette méthode convient plutôt aux exploitations qui ne regroupent pas les vèlages.

Conseil pratique

Pour réduire les coûts, il est également envisageable de garder dans un même box un jeune taureau et un taureau plus âgé. Une autre alternative est qu'une vache tarie ou une génisse à saillir tienne compagnie aux taureaux qui se retrouvent seuls dans un box.

Figure 3: Méthode classique



Les animaux de différentes couleurs représentent différentes lignées de vaches, chacune dominante. Chaque vache est saillie par un taureau approprié issu d'une autre famille de vaches.

Méthode coopérative: collaboration dans des cercles de taureaux

Lorsque ni la détention simultanée de plusieurs taureaux reproducteurs ni la rotation semestrielle ne sont envisageables ou encore lorsqu'une ferme ne possède que peu d'animaux, la collaboration avec d'autres exploitations peut faciliter la sélection de familles de vaches.

Le système

Plusieurs élevages collaborent, échangeant entre eux leurs meilleurs taureaux. Ceux-ci sont accouplés avec des vaches et/ou des génisses avec lesquelles ils n'ont pas de lien de parenté proche. Lorsqu'on prêle ou vend un taureau reproducteur à une autre exploitation, on peut, après deux ou trois générations, ramener sur sa propre exploitation l'un de ses descendants pour l'utiliser à son tour comme taureau reproducteur. Le lien de sang et de famille avec son propre troupeau est ainsi maintenu. Dans le même temps, du sang neuf est apporté et le taux de consanguinité n'augmente pas.

Principe de fonctionnement

- 1) Trois à cinq exploitations collaborent en matière de sélection. Leurs troupeaux forment ensemble la population d'élevage.
- 2) Les exploitations s'échangent ou s'achètent en permanence des taureaux reproducteurs. Les meilleurs taureaux sont utilisés dans plusieurs exploitations.
- 3) La nouvelle génération de taureaux est issue d'accouplements particulièrement satisfaisants.

Avantages

- Les exploitations peuvent réduire le nombre de taureaux reproducteurs gardés à la ferme tout en utilisant une plus grande variété de lignées.
- La coopération augmente la population d'élevage, ce qui contribue à réduire les coefficients de consanguinité.
- Les taureaux individuels engendrent un plus grand nombre de filles que celui qu'il serait possible d'obtenir sur une seule exploitation. L'évaluation de leur hérédité et de la qualité de reproduction sur leur descendance est ainsi plus sûre.

Défis

Les taureaux doivent être transportés et doivent s'acclimater aux nouvelles exploitations. Les veaux mâles sont plus faciles à transférer.

Remarque

Une coopération entre exploitations regroupant les vêlages (vêlages saisonniers) n'est possible que si l'on se met bien d'accord sur les périodes exactes de saillie et de vêlage. La coopération s'avère plus simple si les exploitations ne regroupent pas les vêlages.

Conseil pratique

Les exploitations partenaires doivent présenter des conditions similaires, notamment en matière d'affouragement et d'intensité de la culture fourragère, mais aussi de stabulation.

Exemples d'exploitations

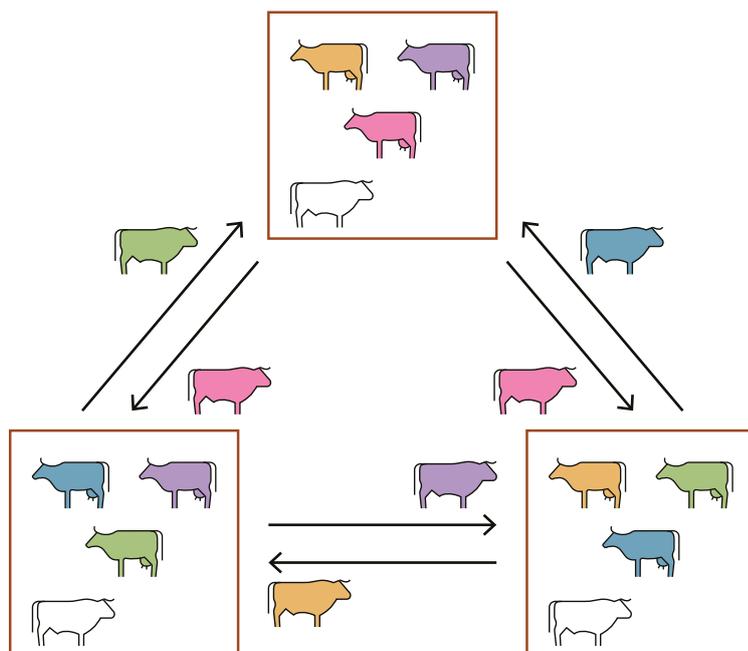
Christian Kropf à Eriz, CH
Hans Braun à Rothrist, CH
(portrait de ferme en page 24)



J'achète souvent à une exploitation un veau mâle de trois semaines issu d'une lignée de vaches que je connais bien. Si la performance de vie de la mère est de 60 000 kg, je sais que ce sont de bonnes vaches reproductrices.

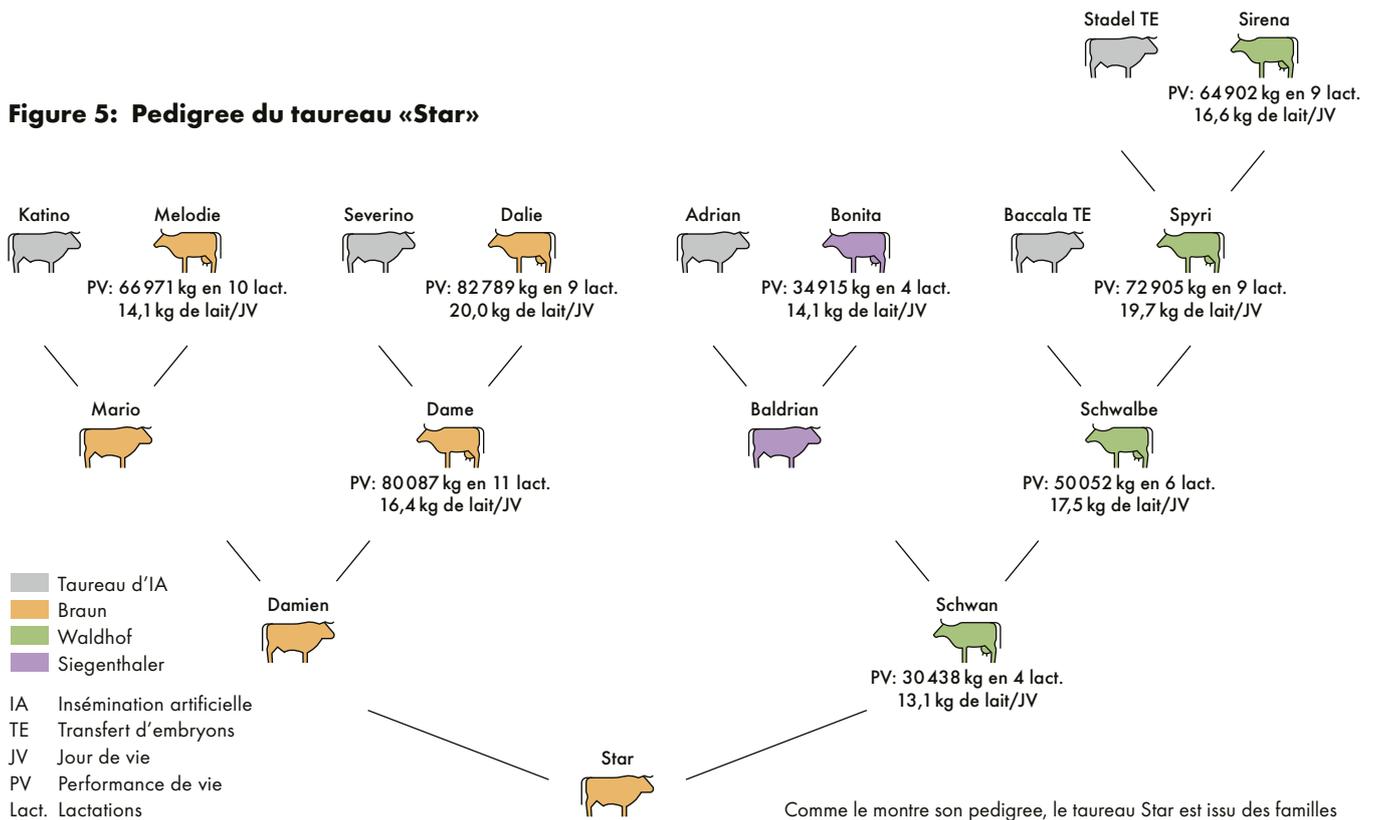
Christian Kropf

Figure 4: Méthode coopérative



Les animaux de différentes couleurs représentent différentes lignées de vaches, chacune dominante. Chaque vache est saillie par un taureau approprié issu d'une autre famille de vaches.

Figure 5: Pedigree du taureau «Star»



Comme le montre son pedigree, le taureau Star est issu des familles de vaches des exploitations Braun et Waldhof présentant la meilleure performance de vie et d'une autre bonne lignée de l'exploitation Siegenthaler (compilation datant de 2011).

Réduire les risques liés à la consanguinité

De nombreuses tares héréditaires telles que l'arachnomélie et le syndrome de Weaver n'apparaissent que si les gènes sont présents à l'état homozygote. La baisse des performances, les problèmes de fertilité et la perte de vitalité sont des défauts moins évidents pouvant être causés par la consanguinité.

Le risque de voir apparaître de telles dépressions de consanguinité est particulièrement élevé lorsque des animaux étroitement apparentés dont l'ascendance n'est pas bien connue sont accouplés. D'autres facteurs de risque sont des défauts apparus chez les ascendants et liés à un taux de consanguinité trop élevé.

Homozygotie

On parle d'homozygotie lorsque la même expression génétique d'un caractère donné a été transmise par les deux parents. La probabilité que certains caractères héréditaires, bons ou mauvais, apparaissent chez les descendants augmente avec le degré d'homozygotie. Les gènes homozygotes sont plus fréquents lorsque les parents sont étroitement apparentés.

Surveiller le taux de consanguinité

Dans la sélection de familles de vaches, le coefficient de consanguinité d'un troupeau peut fortement augmenter si trop de partenaires d'accouplement ont plusieurs ascendants communs. Le coefficient de consanguinité d'un troupeau correspond au coefficient de consanguinité moyen des individus. **Pour éviter l'apparition fréquente de défauts ou de tares héréditaires, le coefficient de consanguinité moyen d'un troupeau doit, dans la mesure du possible, rester inférieur à 6 %.**

Coefficient de consanguinité (CC) ou taux de consanguinité

Le taux de consanguinité mesure la probabilité qu'un gène donné chez un animal soit identique à celui du dernier ascendant commun des parents. Lorsque le taux de consanguinité est élevé, les gènes homozygotes sont plus fréquents, les caractères s'imposent donc à coup sûr aussi chez les descendants.

La perte de caractères héréditaires ne pose généralement pas de problème à un troupeau individuel, car ces derniers peuvent être réintroduits en apportant du sang neuf provenant d'un autre troupeau. Il en va de même pour les dépressions de consanguinité: lorsqu'elles apparaissent malgré les précautions prises, elles ne concernent généralement que certains animaux, lesquels peuvent alors être exclus de la sélection ou accouplés avec des animaux non apparentés. L'accouplement d'un animal ayant un coefficient de consanguinité élevé avec un animal issu d'une lignée non apparentée ramène le taux de consanguinité à zéro chez le descendant. Voilà pourquoi le risque pour l'ensemble du troupeau n'est pas très élevé si quelques accouplements entre animaux apparentés se produisent dans un troupeau d'animaux bien connus.

Réduire les risques liés à la consanguinité

- Ne tolérer qu'une consanguinité modérée; ne pas accoupler d'animaux étroitement apparentés (frère et sœur ou parent et descendant).
- N'accoupler des animaux apparentés que s'ils présentent de très bonnes qualités et si leurs ascendants sont connus sur au moins trois générations et présentent également de très bonnes qualités.
- Acheter, régulièrement ou lorsque le CC moyen augmente (> 6%), une femelle ou un mâle d'un autre troupeau, bien connu et adapté à l'exploitation, pour apporter du sang neuf.
- Ne pas poursuivre la sélection dans les mêmes lignées avec des animaux ayant un coefficient de consanguinité supérieur à 12,5%.

Consanguinité dans les populations de races

L'augmentation constante de la consanguinité est plus problématique lorsqu'elle se produit au niveau des grandes populations plutôt qu'à celui des troupeaux individuels. Cela arrive lorsque plusieurs taureaux étroitement apparentés et, par la suite, leurs fils sont utilisés fréquemment par insémination artificielle sans veiller à une bonne gestion de la consanguinité. Le degré moyen de parenté et de consanguinité de la population peut augmenter au point que les dépressions de consanguinité et les tares héréditaires se multiplient et que la diversité génétique est fortement réduite. Cela peut réduire la capacité d'adaptation d'une population.

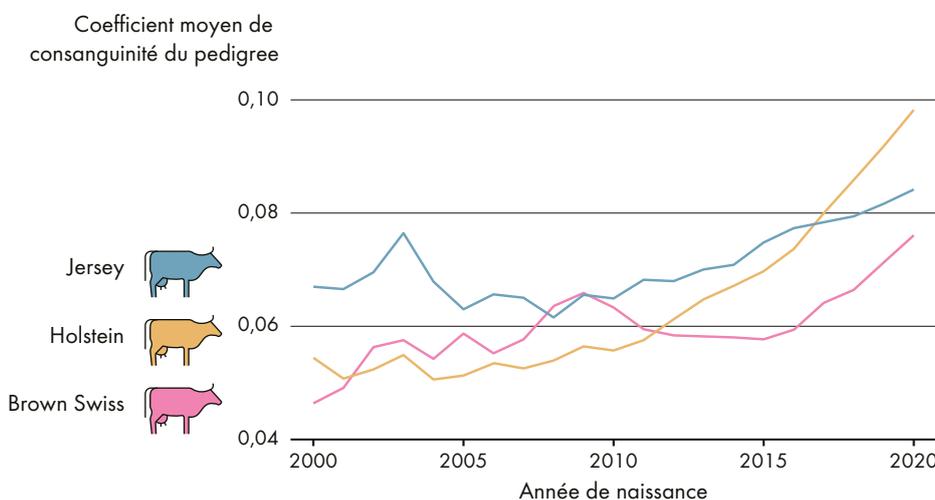
Dans les grandes populations des races Holstein, Brown Swiss et Jersey, on peut clairement observer une augmentation constante des coefficients moyens de consanguinité (Figure 6). Le recours à l'insémination artificielle peut donc également entraîner des problèmes liés à la consanguinité. Par conséquent, une gestion efficace de la consanguinité s'avère nécessaire, en particulier dans le cadre de la méthode combinée.

Dans la pratique, en raison du grand nombre de taureaux et de la complexité des liens de parenté, une planification des accouplements assistée par ordinateur s'avère souvent indispensable. Des outils de planification disponibles en ligne peuvent être utiles à cet égard.

Outils de planification des accouplements

Adresses/liens: voir page 27

Figure 6: Coefficients de consanguinité des races Holstein, Jersey et Brown Swiss



Source: illustration d'après Lozada-Soto et al. (2022)

Coefficient de consanguinité d'individus

La sélection de familles de vaches implique de calculer les coefficients de consanguinité de chaque animal et des futurs descendants.

Le coefficient de consanguinité d'un individu est classiquement calculé à l'aide de la formule de Wright:

$$F_X = \Sigma \left[\left(\frac{1}{2} \right)^{n1+n2+1} \times (1 + F_A) \right]$$

F_X = coefficient de consanguinité de l'individu X

Σ = Somme de

$n1, n2$ = nombre de générations entre l'ascendant commun A et le père ($n1$), resp. la mère ($n2$)

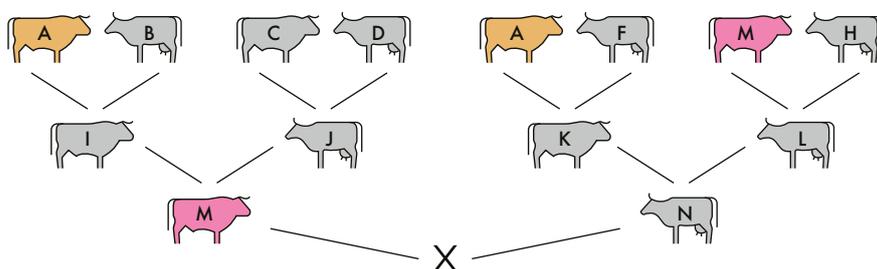
F_A = coefficient de consanguinité de l'ascendant commun A (négligeable s'il n'est pas lui-même issu d'une reproduction consanguine)

Pour appliquer la formule indiquée à gauche, il suffit d'insérer, pour tous les ascendants communs, les valeurs $n1$ et $n2$ (mises en évidence) et, facultativement, la valeur F_A .

Les exemples ci-après montrent l'incidence d'un ascendant inconnu sur le calcul du coefficient de consanguinité. Il s'agit à chaque fois du même animal X. Dans l'exemple 1, le pedigree des deux parents est intégralement connu; dans l'exemple 2, il manque une information concernant la lignée maternelle. Cette information manquante engendre un CC beaucoup plus faible, car l'animal inconnu n'est pas pris en compte dans le calcul, bien qu'il figure également dans la lignée paternelle.

Lorsque les informations sont incomplètes, le CC risque donc d'être fortement sous-estimé. En revanche, il n'est surestimé que lorsque les ascendances ne sont pas correctement documentées. Une documentation minutieuse des ascendances revêt donc une grande importance dans la précision des calculs.

Figure 7: Exemple 1

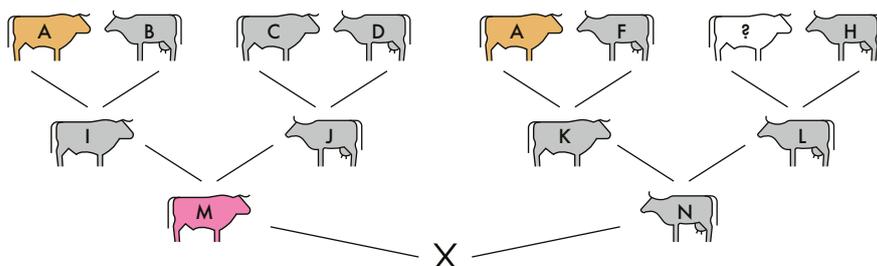


$$F_X = \left(\frac{1}{2} \right)^{2+2+1} + \left(\frac{1}{2} \right)^{0+2+1} = 0,15625 = 15,6 \%$$

Dans cet exemple, M est à la fois le père et l'arrière-grand-père de X. Le taureau A figure dans les pedigrees des deux parents de X. Les facteurs $n1$ et $n2$ doivent être indiqués à la fois pour A et pour M. Entre A et X, il y a respectivement 2 générations, entre M et X une fois 2 générations et une fois 0 génération.

Par conséquent, l'animal X a un coefficient de consanguinité de 15,6 %.

Figure 8: Exemple 2



$$F_X = \left(\frac{1}{2} \right)^{2+2+1} = 0,03125 = 3,1 \%$$

Dans cet exemple, on sait seulement que M est le père de X. En revanche, le pedigree de la mère est incomplet. En conséquence, avec 3,1 %, le coefficient de consanguinité de X est fortement sous-estimé.

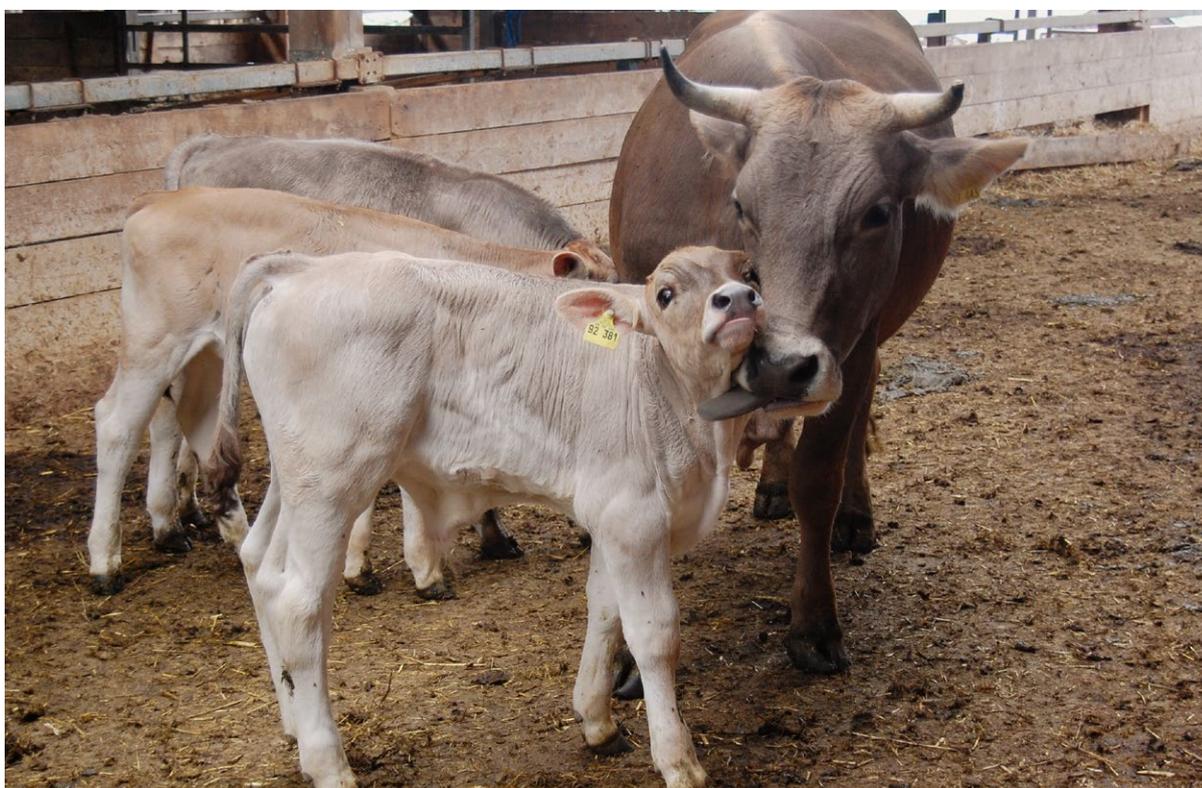
Règles générales

- Le coefficient de consanguinité des descendants correspond à la moitié du degré de parenté des parents.
- Le degré de parenté des deux parents dépend du nombre de générations entre eux et leurs ascendants communs.
- Plus l'ascendant commun des parents remonte loin dans leur pedigree, plus le CC des descendants est faible.
- Le CC ne peut être calculé sérieusement que si l'on connaît intégralement au moins trois, de préférence cinq générations d'ascendants de l'animal concerné. En revanche, les générations d'ascendants plus éloignées ne renseignent pas beaucoup plus sur la consanguinité.

Tableau 1: Coefficient de parenté et de consanguinité

Animaux apparentés	Coefficient de parenté (%)	CC des descendants (%)
Frère et sœur germains Faux jumeaux	50	25
Père + fille Mère + fils	50	25
Demi-frère et sœur	25	12,5
Cousin + cousine Tante + neveu Oncle + nièce	25	12,5
Grand-parent + petit-enfant	25	12,5
Arrière-grand-parent + arrière-petit-enfant	12,5	6,3

Le coefficient de parenté décrit la proportion de gènes identiques chez deux individus apparentés.



L'endogamie, utilisée de manière ciblée, permet de renforcer les qualités des parents chez les descendants.

Coefficient de consanguinité des troupeaux

Pour calculer les coefficients de consanguinité des générations futures, on établit ce que l'on appelle

des plans d'accouplement. Afin de pouvoir évaluer les performances des parents, il est nécessaire de documenter les données sur la performance laitière des potentielles mères de taureaux ainsi que d'autres informations telles que les données de santé et de traitement. Le tableau suivant en donne un exemple.

Tableau 2: Coefficients de consanguinité (CC) des descendants d'Adam et de mères de taureaux sélectionnées

1. Sélection de potentielles mères de taureaux	2. Calcul du CC des descendants directs		3. Calcul du CC des descendants issus de l'accouplement des vaches actives avec les potentiels taureaux de saillie, non encore nés			
	CC du descendant de Adam × vache	L'accouplement avec Adam est-il judicieux?	CC du descendant de vache × taureau de saillie RA (Resi × Adam)	CC du descendant de vache × taureau de saillie PA (Petruschka × Adam)	CC du descendant de vache × taureau de saillie BA (Berrit × Adam)	CC du descendant de vache × taureau de saillie AA (Aurora × Adam)
Resi	0,9	oui	26,6*	2	1,9	2,4
Petruschka	0,8	oui	0,6	25,0*	1,7	2,1
Berrit	1,6	oui	1,2	0,8	26,6*	1,2
Aurora	1,6	oui	1,2	0,8	1,9	25,0*
Ellena	3,1	oui	2,3	1,6	2,7	2,1
Florence	5,4	oui	0,7	4,2	1,9	1,5
Gerlinde	7,8	non	0,6	6,4	14,1	1,2
Heidi	1,4	oui	0,3	0,4	1	1,1
CC moyen des descendants			1,0	2,3	3,6	1,7
4. Décision: l'élevage d'un veau mâle est-il judicieux?			oui	non	non	oui

* Les accouplements d'animaux étroitement apparentés ne sont pas judicieux et doivent être évités, comme dans ce cas avec l'accouplement d'une vache avec son fils. Les CC de ces accouplements ne sont pas non plus pris en compte dans le calcul du CC moyen du troupeau à l'avant-dernière ligne.

1. Le taureau Adam est actuellement utilisé pour la saillie dans l'exploitation. Sur la base des critères de sélection établis, les vaches Resi, Petruschka, Berrit et Aurora (violet) sont présélectionnées comme mères de taureaux. Les autres vaches sont importantes pour estimer l'évolution future du CC du troupeau.
2. Le calcul indique les CC des potentiels veaux mâles, non encore nés, issus des accouplements des vaches actives avec Adam. Si les coefficients sont trop élevés, soit supérieurs à 6% (rouge), aucun accouplement ne devrait avoir lieu.
3. Une génération plus loin, on trouve les CC des descendants issus d'un accouplement des veaux mâles non encore nés du point 2 avec les vaches actives. L'accouplement fictif avec les taureaux BA (Berrit × Adam) et PA (Petruschka × Adam) donne des descendants ayant un CC nettement supérieur à 6%.
4. Ces veaux sont donc exclus de l'élevage en tant que taureaux de saillie. En revanche, les veaux mâles RA (Resi × Adam) ou AA (Aurora × Adam) conviennent à cet effet. Si ces derniers sont utilisés comme taureaux de saillie, les CC moyens du troupeau restent faibles (vert).

Buts d'élevage pour les exploitations bio

Dans la sélection bovine classique, ce sont surtout les fédérations d'élevage, mais aussi l'offre de semences qui déterminent les buts d'élevage au sein de la population et les critères de sélection des reproducteurs pour les programmes d'élevage. Par ailleurs, chaque exploitation se fixe des objectifs individuels pour sélectionner ses reproducteurs.

Toutefois, les objectifs individuels d'élevage des fermes bio diffèrent en partie de ceux des exploitations conventionnelles, notamment en ce qui concerne la pondération de certains paramètres. Des critères de sélection recommandés pour les exploitations bio seront présentés ci-après.

Bonne valorisation du fourrage de base

Les vaches bio doivent bien valoriser le fourrage pour atteindre un rendement laitier satisfaisant. Elles doivent consommer un maximum de fourrage grossier et le valoriser de manière optimale.

On reconnaît les vaches valorisant bien le fourrage de base à leurs flancs profonds, leur poitrine large et leur taille plutôt petite, entre autres. Elles passent plus de temps à se nourrir que des animaux comparables et s'accommodent bien du fourrage de l'exploitation. Elles peuvent adapter leur comportement alimentaire et de rumination au fourrage. En outre, elles aiment se coucher longtemps et en profitent pour ruminer intensément.

De tels caractères comportementaux sont vraisemblablement héréditaires, mais peuvent également être transmis par imitation. Voilà pourquoi les vaches qui se nourrissent bien sont très précieuses pour le troupeau. Si l'on observe ces animaux sur une longue période, on constate qu'ils ne présentent pas de grandes variations en matière de graisse corporelle (moins de 0,5 point au *body condition score* [BCS], voir plus loin).

Rendement laitier adéquat

Même les fermes bio sont tributaires du bon rendement laitier de leurs vaches. Contrairement aux élevages laitiers conventionnels, elles ne peuvent acheter qu'une quantité limitée d'aliments concentrés. Voilà pourquoi les animaux à très haut rendement laitier, ayant besoin d'aliments hautement digestibles et riches en énergie, ne conviennent pas

à de nombreuses fermes biologiques. Les vaches bio doivent être performantes en se nourrissant essentiellement du fourrage de base de l'exploitation.

Si le fourrage de base est de très bonne qualité, une vache peut produire une quantité de lait équivalant à dix fois son propre poids par an, sans apport d'aliments concentrés. Une vache de 600 kg recevant du bon fourrage de base devrait donc atteindre une production annuelle d'environ 6000 kg de lait à partir de la troisième lactation.

Persistance élevée

La production initiale des vaches bio, en début de lactation, ne devrait pas être trop élevée. Ces vaches devraient plutôt être en mesure de maintenir la quantité de lait quotidienne pendant une durée maximale. La persistance est un descripteur de la forme de la courbe de lactation. Elle désigne le rapport entre la production laitière en fin de lactation (jours 101 à 200) et celle en début de lactation (jours 1 à 100) et devrait être d'au moins 85 %.

Les vaches qui affichent une persistance élevée, c.-à-d. une courbe de lactation plutôt plate, s'en sortent bien avec du bon fourrage grossier et peu ou



Les vaches bio doivent être adaptées au fourrage de base de l'exploitation.

pas de concentrés, même en début de lactation. Elles ne présentent pas de déficit énergétique important, qui impliquerait une réduction de la graisse corporelle. Une telle réduction pourrait avoir de graves conséquences sur la santé, par exemple des maladies des onglons et des problèmes de fertilité.

Toutefois, une persistance élevée requiert une qualité optimale du fourrage de base et une ingestion élevée de fourrage présentant une structure suffisante et un rapport énergie/protéines équilibré. En outre, une bonne santé des onglons et du pis ainsi qu'un climat agréable dans l'étable sont des facteurs essentiels. L'héritabilité de la persistance, qui se situe entre 15 et 30 %, est faiblement corrélée négativement au rendement laitier.

Condition corporelle stable (body condition score, BCS)

Les vaches valorisant bien le fourrage grossier ne maigrissent pas trop malgré un bon rendement laitier. Dans le système de notation de l'état corporel allant de 2 (maigre) à 5 (grasse), les vaches doivent si possible se situer entre 2,5 et 3,25. En outre, la différence entre la note la plus élevée et la note la plus basse ne doit pas dépasser 0,5 point au cours d'une année.

Les vaches qui ne répondent pas à ces exigences en matière de condition corporelle présentent un risque accru de maladie. Elles ne conviennent pas comme reproductrices, car elles transmettent ces ca-

ractères (l'héritabilité est de 20 %). Les vaches qui s'accommodent particulièrement bien aux conditions d'affouragement de l'exploitation obtiennent également de bonnes notes au BCS.

Évaluation de l'état corporel

boutique.fibl.org > n° 1678 Notation de l'état corporel (BCS)

Amélioration des performances au cours du cycle de vie

Les vaches dont la production en première lactation est raisonnable vivent plus longtemps et atteignent des performances plus élevées lors des lactations ultérieures que les animaux qui atteignent des performances élevées dès leur jeune âge. Il suffit que les jeunes vaches atteignent, lors de leur première lactation, les deux tiers de la production laitière annuelle visée pour le troupeau. Les vaches laitières ne devraient atteindre la production visée que lors de la quatrième lactation et, si possible, pouvoir encore augmenter la production lors des lactations suivantes.

Santé et fertilité

Les vaches en bonne santé et discrètes bénéficient aux exploitations. On reconnaît les vaches en bonne santé au fait qu'elles n'ont pas besoin de traitements



Les caractéristiques telles que l'état corporel sont des critères de sélection visibles.

vétérinaires, qu'elles sont fertiles et que la concentration en cellules somatiques de leur lait est régulièrement inférieure à 100 000. L'affouragement et le mode de détention exercent une influence décisive sur la santé des vaches laitières, bien plus que l'hérédité. Indépendamment de cela, il y a toujours des individus qui se distinguent: par des onglons sains et un métabolisme qui fonctionne bien ainsi que par la présence de faibles concentrations en cellules somatiques dans leur lait. Ces animaux devraient être davantage considérés dans la sélection.

Longévité

Les vaches qui affichent une grande longévité et de nombreuses lactations contribuent à un faible taux de renouvellement dans le troupeau. Ces facteurs permettent de réduire les coûts annuels d'élevage dans l'exploitation. En outre, dans les troupeaux affichant une grande longévité, on doit intégrer moins de jeunes animaux. Il en résulte plus de calme dans l'étable, élément particulièrement important pour les vaches à cornes. Lors du choix des reproductrices, il convient de veiller à ce que la mère et les deux grands-mères totalisent au moins 14 lactations et plus de 3 chacune. Comme les vaches n'atteignent en moyenne leur plein potentiel de production laitière que lors de la 5^e lactation, un troupeau laitier affichant une grande longévité est également plus performant.

Type de vache adapté à la pâture

Les vaches grandes et lourdes causent plus de dégâts de piétinement, endommageant la couche herbeuse des pâturages. Voilà pourquoi les animaux de format moyen, plus légers, conviennent particulièrement aux régions à fortes précipitations et aux terrains escarpés. En outre, les petites vaches valorisent plus efficacement le fourrage grossier et s'en sortent plus facilement sans ou avec peu de concentrés. Elles ont des besoins d'entretien plus faibles que les vaches grandes et lourdes. En règle générale, leurs besoins de production sont également moins importants, car elles produisent moins de lait que les grandes vaches. Comme elles sont plus mobiles, elles broutent plus souvent et plus longtemps dans les zones difficiles d'accès.



Le caractère des veaux mâles constitue également un critère de sélection important.

Un bon caractère

Des animaux conciliants, intéressés et tournés vers les humains facilitent considérablement la gestion. Contrairement aux individus agressifs ou craintifs, ils accroissent également le calme au sein du troupeau, sont moins sensibles au stress et donc moins sujets aux maladies. Le caractère conciliant des animaux est également lié à une bonne relation homme-animal et à une manipulation adaptée à l'espèce. Toutefois, on sous-estime souvent le fait que le tempérament d'un animal peut être héréditaire. Jusqu'ici, cette caractéristique n'a été que rarement prise en compte dans des programmes d'élevage de grandes populations. En revanche, la sélection réalisée au niveau de l'exploitation peut tenir compte du caractère des animaux.

Tableau 3: Principaux critères de sélection

Chez le veau mâle	Chez le jeune taureau
Bons membres	Bons membres
Système mammaire beau et régulier, trayons bien positionnés ¹	Flancs profonds
Caractère calme	Poitrine large
Air éveillé	Bonne musculature ²
Robe brillante	Caractère calme

¹ Même chez le mâle: les trayons sont répartis autour du scrotum. Il faut regarder sous l'animal ou le retourner.

² Chez les types laitiers, une musculature moindre est tolérable.

Morphologie adaptée

L'évaluation de la morphologie permet de tirer des conclusions sur la fonctionnalité et la santé des animaux. Un bon talon et de bons aplombs préviennent les boiteries, en particulier chez les animaux pâturant beaucoup. Les vaches présentant un pis bien attaché et des trayons bien positionnés et bien dimensionnés sont moins sujettes aux maladies de la mamelle. Un bassin droit, non relevé et plutôt large est un gage de bonne fertilité. Des flancs profonds et une poitrine large sont typiques des vaches valorisant bien le fourrage grossier. Une bonne musculature offre une réserve à l'animal et augmente sa valeur à l'abattage.



Les principales étapes de la sélection de familles de vaches en bref

1. Choisir des mères de taureaux bien adaptées selon les critères de sélection propres à l'exploitation.
2. Élever les veaux mâles des mères de taureaux pour la reproduction.
3. Calculer le CC des animaux qui doivent être accouplés avec les nouveaux taureaux.
4. Planifier et réaliser des accouplements en fonction des CC des descendants et de leurs caractéristiques.
5. Maintenir le CC du troupeau en dessous de 6%.
6. Acheter, si nécessaire, des femelles reproductrices d'une exploitation partenaire pour apporter du sang neuf.
7. L'achat de mâles reproducteurs ou l'insémination artificielle sont également envisageables pour apporter rapidement du sang neuf.
8. Évaluer régulièrement la production laitière, la santé et la morphologie de la descendance et comparer les résultats avec les buts d'élevage.

La mère de taureaux Heidi a passé 18 étés à l'alpage. Sur la photo, elle a 16 ans.



Le taureau reproducteur Rico, un fils de Heidi, a été utilisé pendant 13 ans pour la saillie dans différentes exploitations. Sur la photo, il a 11 ans.

Portraits de fermes

Siegfried Meyer

Portrait de la ferme

Site: Röckingen, Moyenne-Franconie, Allemagne

Surface agricole utile: 53 ha, dont 21 ha d'herbages

Branches de production: production laitière, grandes cultures et 2 ha de sureau

Affouragement: en été, pâture, mélange trèfle-graminées, foin, 700 kg de céréales concassées de l'exploitation par vache et par an; en hiver, herbe ensilée, mélange trèfle-graminées ensilé, ensilage de céréales plante entière, foin, céréales concassées, granulés de trèfle

Taille du troupeau: 40 vaches laitières (Fleckvieh)

Production laitière annuelle Ø du troupeau: 6000 à 6300 kg avec 4,1 % de matières grasses et 3,3 % de protéines

Performance de vie Ø: 22 000 kg de lait par vache

Âge Ø des vaches: 6,5 à 7 ans

Taux Ø de renouvellement: environ 15 %

Âge Ø au premier vêlage: 29 à 30 mois

Détention des taureaux: le taureau reproducteur est gardé avec le groupe de génisses, à proximité immédiate des vaches, dans un box pourvu de litière profonde et équipé d'une cour; les jeunes taureaux sont gardés avec les génisses ou dans un box séparé.

Élevage: tous les veaux sont élevés sous leur mère ou sous une nourrice.

Buts d'élevage de l'exploitation

- Vaches Fleckvieh homogènes, adaptées au site, de poids moyen
- 6000 à 7000 kg de lait par vache
- Bonne persistance
- Faible concentration en cellules somatiques
- Facilité de vêlage
- Excellente santé des veaux

Le troupeau bovin de Siegfried Meyer existe depuis 1988 et se composait à l'origine de vaches des races Fleckvieh (FV) et Holstein-Friesian (HF). Les quelques vaches HF ont été rétrocroisées en FV par le biais d'un croisement de substitution qui s'est achevé entre-temps.



Siegfried Meyer sélectionne des vaches Fleckvieh aussi homogènes que possible.

Méthode de sélection de familles de vaches

Aux débuts de l'exploitation, Siegfried Meyer a exclusivement eu recours à l'insémination artificielle, puis il a également acheté des veaux mâles d'autres fermes Demeter afin de les utiliser pour la saillie. Parallèlement, il a commencé à élever des taureaux issus de ses propres vaches, et il s'est avéré que leurs descendants conviennent le mieux à sa ferme.

Dans la mesure du possible, Siegfried Meyer choisit les taureaux parmi plusieurs familles de vaches et identifie régulièrement de potentielles mères de taureaux. Actuellement, le troupeau se compose de trois lignées de vaches. Un à deux taureaux sont élevés chaque année et généralement utilisés pour la saillie l'un après l'autre, voire parfois en parallèle. Le taureau de saillie est gardé dans un box avec les génisses. Entre les traites, les vaches à saillir rejoignent le taureau pour la saillie. Pour calculer les coefficients de consanguinité, Siegfried Meyer fait appel à des consultant-es.

L'éleveur mise sur l'optimisation des conditions de vie de ses animaux; il est convaincu que cela influe sur l'hérédité. Les mesures prises à cet effet sont la pâture, la distribution de fourrage vert dans l'étable et l'accès permanent au foin. Il n'utilise que du fourrage de sa production, car il tient à ce que le cycle de la ferme soit le plus fermé possible. Les veaux sont élevés sous leur mère ou sous une nourrice.



J'insémine artificiellement une petite partie de mes vaches et peux comparer leur descendance avec les animaux engendrés par mes propres taureaux. Par le passé, la descendance de mes taureaux avait souvent l'avantage. Néanmoins, je conseille aux exploitations souhaitant se lancer dans la sélection de familles de vaches de comparer la descendance engendrée par un taureau de saillie avec celle conçue par insémination artificielle.

Siegfried Meyer



Julian Klopfer et Julia Rupp poursuivent la sélection de familles de vaches.

Julian Klopfer et Julia Rupp, Honhardter Demeterhöfe

Portrait de la ferme

Site: Frankenhardt-Honhardt en Bade-Wurtemberg, Allemagne

Surface agricole utile: 80 ha, dont 47 ha d'herbages

Branches de production: production laitière, grandes cultures, fromagerie et vente directe

Affouragement: ferme produisant du lait de foin; pâture et fourrage vert en été, foin et un peu de céréales concassées (1 kg par vache et par jour) en hiver

Taille du troupeau: 26 vaches laitières (Fleckvieh)

Production laitière annuelle Ø du troupeau: 6200 kg de lait avec 4% de matières grasses et 3,35% de protéines

Performance de vie Ø: 24 000 kg de lait par vache

Âge Ø des vaches: 6,6 ans

Taux Ø de renouvellement: environ 15%

Âge Ø au premier vêlage: 30 mois

Détention des taureaux: le taureau reproducteur est gardé dans un box pourvu de litière profonde et équipé d'une cour, les jeunes taureaux dans un groupe séparé (en hiver à l'étable, en été au pâturage).

Élevage: tous les veaux sont élevés sous des nourrices.

Particularités: intervêlage prolongé, actuellement 584 jours

Julian Klopfer et Julia Rupp ont repris l'exploitation de Martin Klopfer tout en poursuivant la sélection de familles de vaches. Récemment, ils ont prolongé l'intervêlage en repoussant la saillie. Le couple élève tous ses veaux sur l'exploitation.

Depuis 2009 déjà, l'exploitation n'a plus recours qu'à la monte naturelle, et depuis 2012, seuls deux taureaux achetés ont été utilisés pour la saillie. Chaque année, quatre à cinq taureaux destinés à la reproduction sont vendus à d'autres exploitations.

Buts d'élevage de l'exploitation

- Une haute performance de vie et une grande longévité
- De bonnes teneurs en matières grasses et en protéines dans le lait
- Une bonne santé et morphologie de la mamelle
- De bons membres

Méthode de sélection de familles de vaches

Les taureaux sont utilisés selon la méthode simple, par rotation semestrielle. L'allongement de l'intervêlage a permis d'adapter quelque peu ce système et de prolonger la période de saillie d'un taureau à environ neuf mois.

Les coefficients de consanguinité de l'ensemble du troupeau sont calculés régulièrement. Au début, un conseiller a aidé les exploitants. Aujourd'hui, Julian Klopfer et Julia Rupp utilisent un programme développé par une connaissance pour calculer les coefficients de consanguinité.

Comme l'exploitation garde tous les veaux mâles, le développement du taureau peut être pris en compte lors de la sélection. Outre le coefficient de consanguinité et l'ascendance, Julian Klopfer et Julia Rupp évaluent la morphologie et notamment le caractère du jeune taureau.



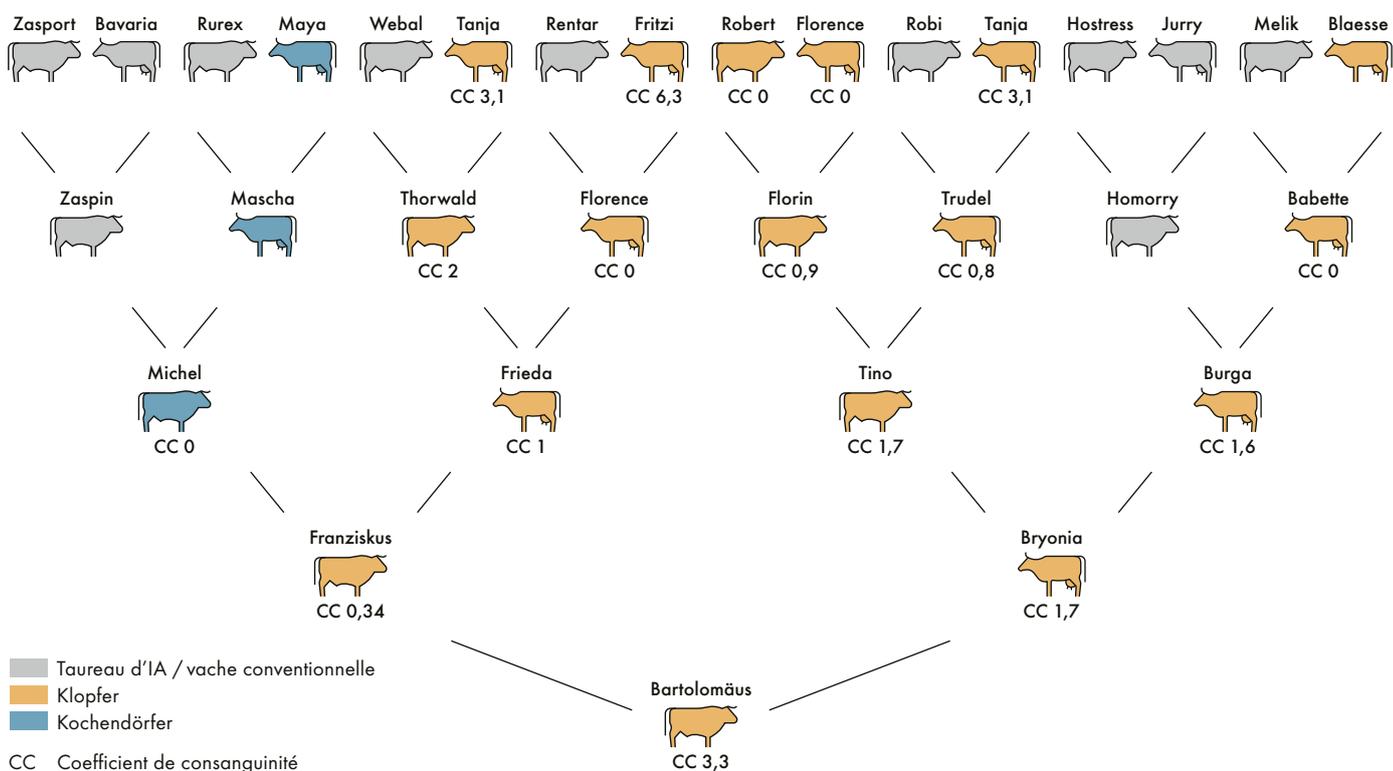
Il est très utile d'avoir un taureau dans l'étable, car il se manifeste toujours lorsqu'une vache est en chaleur.

Julian Klopfer

Renouvellement

Si l'on combine un faible taux de renouvellement (environ 15 % en moyenne) et l'utilisation pour la saillie de 1 à 2 taureaux par an, pour un troupeau de 26 vaches laitières, on a besoin d'environ 4 génisses par an, dont 1 à 3 ont le même père.

Figure 9: Pedigree de Bartolomäus, taureau reproducteur de l'exploitation Honhardter Demeterhöfe



Cet exemple de sélection de familles de vaches sur cinq générations avec rotation semestrielle du taureau montre que le coefficient de consanguinité (CC) reste faible grâce à une utilisation judicieuse de taureaux de saillie. Dans le graphique, les différentes couleurs permettent de distinguer les exploitations d'où proviennent les animaux.



Hans Braun collabore avec d'autres exploitations pour la sélection de familles de vaches.

Sandra et Hans Braun, Lehenhof

Portrait de la ferme

Site: Rothrist, canton d'Argovie, Suisse

Surface agricole utile: 53 ha, dont 32 ha d'herbages, 12 ha de surfaces écologiques et 9 ha de grandes cultures

Branches de production: production laitière, grandes cultures, vente directe et service traiteur, élevage de chevaux

Affouragement: pâture intégrale en été; herbe ensilée, foin et regain en hiver; pas d'aliments concentrés

Taille du troupeau: 50 à 60 vaches laitières (Swiss Fleckvieh); chevaux, chèvres, moutons, volaille

Production laitière annuelle Ø du troupeau: 5500 kg de lait avec 4,15% de matières grasses et 3,27% de protéines

Performance de vie Ø: 20 300 kg de lait par vache

Âge Ø des vaches: 5,5 ans; 40% des vaches du cheptel actuel ont complété au moins 5 lactations.

Taux Ø de renouvellement: 20%

Âge Ø au premier vêlage: 25 mois

Détention des taureaux: le taureau reproducteur accompagne le troupeau en été; dans l'étable, il en est séparé, si nécessaire. Les jeunes taureaux sont gardés avec les génisses ou dans un box séparé.

Élevage: tous les veaux sont élevés sous leur mère (contact à la demi-journée) et, à l'âge d'environ 4 mois, ils rejoignent une nourrice avant d'être sevrés. Les animaux reproducteurs sont élevés dans une exploitation partenaire. Les animaux d'engraissement sont engraisés au pâturage dans deux exploitations partenaires.

Située dans la vallée suisse de l'Aar, l'exploitation de la famille Braun dispose de grandes prairies en plaine. Pendant toute la période de végétation, les 50 à 60 vaches laitières couvrent la quasi-totalité de leurs besoins alimentaires au pâturage. La plupart des vaches vèlent entre novembre et mars.

Buts d'élevage de l'exploitation

- Un bon comportement au pâturage
- Une bonne valorisation des fourrages grossiers
- Une très bonne santé du pis
- Des membres sains
- Une très bonne fertilité
- Une concentration moyenne en cellules somatiques inférieure à 70 000 dans le troupeau
- 1000 kg de lait par 100 kg de poids vif à partir de la 3^e lactation et de bonnes teneurs du lait

Méthode de sélection de familles de vaches

Les veaux sont élevés sous leur mère et, une fois sevrés, à l'âge de 5 mois environ, ils sont transférés dans l'exploitation partenaire. Dans celle-ci, un taureau de la famille Braun accompagne le troupeau pour la saillie. En fin de gestation, les génisses retournent dans leur ferme d'origine. Toutes les primipares restent d'abord sur l'exploitation Braun et sont soumises à l'épreuve d'aptitude à la traite et à la description linéaire. Beaucoup d'entre elles sont ensuite vendues en tant que vaches reproductrices.

Les meilleurs animaux, ayant le potentiel d'atteindre une performance de vie d'au moins 50 000 kg de lait et une production de 1000 kg de lait par 100 kg de poids vif et par an, restent sur l'exploitation. La performance de vie moyenne du troupeau est nettement inférieure, car de nombreuses vaches reproductrices sont vendues et de nombreux jeunes animaux sont élevés. Pour la même raison, le taux de renouvellement est plutôt élevé.

Quatre familles de vaches sont très présentes dans le troupeau. La famille Braun utilise généralement un ou deux de ses propres taureaux pour la monte naturelle. Parfois, il y a trois ou quatre taureaux sur l'exploitation, lesquels attendent d'être réutilisés. Pendant la saison de saillie, les vaches étroitement apparentées au taureau sont d'abord inséminées artificiellement, puis le taureau accompagne toutes les vaches au pâturage.

Hans Braun coopère avec plusieurs exploitations. Le sperme de certains taureaux est récolté pour constituer des stocks de semence privés d'environ 1000 doses. Pour le projet Taureaux bio d'IA, 4000 doses de sperme du taureau Caro, issu du troupeau de Hans Braun, ont été récoltées.

Généralement, les taureaux sont échangés entre les exploitations partenaires pendant deux à trois ans et utilisés pour la monte naturelle. Le nombre de filles engendrées est alors souvent suffisamment élevé pour effectuer un testage sur descendance. Ensemble, ces élevages forment un grand troupeau. La nouvelle génération de taureaux et de vaches est issue d'accouplements entre les meilleures familles de vaches.



Mes collègues éleveurs et moi tenons à ce qu'un plus grand nombre de taureaux issus de fermes bio, dont les ascendants ont réalisé leurs performances en passant beaucoup de temps au pâturage et en recevant peu de concentrés et de médicaments, soient disponibles pour l'insémination artificielle. Tel est l'objectif que nous avons pu atteindre grâce au projet Taureaux bio d'IA.

Hans Braun

Quatre souches au Lehenhof

Dans l'exploitation Lehenhof, les veaux reçoivent toujours un nom commençant par l'initiale de leur mère. Les lignées A, C, P et S sont décisives pour la sélection de lignées au Lehenhof, les lignées D et B ne jouant qu'un rôle mineur. Pour la famille Braun, il est important que ses vaches soient adaptées à la pâture et capables de produire un lait sain à partir du fourrage grossier. Un autre aspect essentiel est qu'elles réagissent bien aux remèdes homéopathiques en cas de maladie.

La lettre «A» désigne la vache souche Ameise (née en 2001). Cette fille d'Adrian a vécu plus de 15 ans et produit plus de 87 000 kg de lait. Le taureau Adi est issu de la lignée A. Il a été utilisé pendant plusieurs années pour la monte naturelle et compte plusieurs descendantes actives en production laitière.

«C» est l'initiale de Carina (née en 2006). Cette fille de Bosch a atteint l'âge de 14,5 ans et une performance de vie de 80 700 kg de lait. Elle a engendré quelques descendantes femelles. Deux familles d'élevage issues de Carina ont pu être présentées et ont été classées dans la première catégorie.

La lettre «P» désigne Pfau, fille de Caveman (née en 1991). Cette vache a atteint l'âge de 16 ans et produit 114 760 kg de lait durant cette période. Pfau a su convaincre par une très bonne descendance, qui s'est traduite par des familles d'élevage bien classées.

Actuellement, c'est la lignée S qui est la plus représentée dans le troupeau. «S» est l'initiale de la vache souche Suri (née en 1989). Cette fille de Hudson a atteint l'âge de 15 ans et une performance de vie de 100 700 kg de lait. Une famille d'élevage issue de Suri, présentée par la famille Braun, a également été classée dans la première catégorie. Sa fille la mieux classée était Schanin, engendrée par Patric, un frère germain de Pfau.

Le taureau Braun's Caro, inclus dans le projet Taureaux bio d'IA, est issu des trois lignées C, P et S. Son père Solar est issu de la lignée de Suri et sa mère Caroline (lignée C) est une fille de Pit, qui lui est un fils de Pfau.



Paul Brandsma garde ses jeunes taureaux dans un compartiment séparé de l'étable.

Paul et Eugenie Brandsma, ferme Breit

Portrait de la ferme

Site: Wittlich en Rhénanie-Palatinat, Allemagne

Surface agricole utile: 85 ha, dont 50 ha d'herbages

Branches de production: production laitière, herbages et grandes cultures, élevage allaitant, fromagerie, arbres haute-tige pour la production de jus de pomme, maraîchage et vente directe

Affouragement: pâture intégrale et un peu de foin en été; foin, haylage et mélange trèfle-graminées ensilé; 400 kg de concentrés par vache et par an

Taille du troupeau: 21 vaches laitières (Holstein pie noir, type Frison)

Production laitière annuelle Ø du troupeau: 6000 à 6500 kg de lait avec 4,5% de matières grasses et 3,5% de protéines; à l'âge de 6 à 7 ans souvent 8000 à 9000 kg de lait

Performance de vie Ø: 20 000 kg de lait par vache

Âge Ø des vaches: 5,9 ans

Taux Ø de renouvellement: environ 20 %

Âge Ø au premier vêlage: 30 mois

Détention des taureaux: le taureau reproducteur est gardé dans un box pourvu de litière profonde et équipé d'une cour, les jeunes taureaux avec les génisses (en hiver à l'étable, en été au pâturage).

Élevage: les veaux sont élevés en petits groupes ou sous une nourrice; la descendance femelle et les jeunes taureaux destinés à la reproduction sont gardés dans une stabulation avec litière sur plan incliné. Quelques veaux mâles du troupeau laitier accompagnent les vaches de race Pustertal (voir ci-après), tétant des nourrices. Certains veaux restent avec leur mère au début. Tous les veaux sont élevés à la ferme; les veaux d'engraissement sont valorisés sur l'exploitation.

Particularités: la ferme compte également un petit troupeau de huit vaches-mères Pustertal, qui pâturent principalement dans les vergers haute-tige.

Le troupeau de 30 vaches frisonnes (ancien type adapté à la plaine) provenant de l'exploitation de ses parents en Hollande a servi de base à l'élevage de Paul Brandsma. Ce dernier a complété le troupeau avec des animaux issus de l'«élevage de Bakels» (voir explication dans l'encadré bleu). Aujourd'hui encore, ces lignées, désignées par les lettres V, T et L, composent 80 % du troupeau de la famille Brandsma. S'y ajoutent trois lignées secondaires, en partie issues de vaches achetées.

Ces dernières années, Paul Brandsma a acheté deux taureaux provenant d'autres exploitations bio et ayant un lien de sang avec les lignées de Bakels. Cet achat a entraîné une plus grande dispersion génétique chez les jeunes animaux, d'où la nécessité d'une sélection plus rigoureuse.

Informations générales sur Frederik Bakels

À l'université de Munich, le professeur Frederik Bakels a constitué le «troupeau de Schleisheim» à partir de familles de vaches dotées d'une excellente performance de vie et provenant des États-Unis. Ce faisant, il s'est concentré sur des caractéristiques telles qu'une bonne valorisation du fourrage grossier, une belle musculature, une santé de fer et une grande longévité. Pour ce faire, il n'a importé que quatre taureaux vivants et deux vaches. Cette sélection axée sur la performance de vie a été l'un des premiers concepts de sélection laitière biologique.

Buts d'élevage de l'exploitation

- Santé, longévité, maturité tardive
- Valorisation optimale du fourrage de base
- Caractère calme, bonne relation avec l'homme
- Bonne aptitude à la traite, bon système mammaire
- Haute performance de vie
- Facilité de vêlage
- Bonne musculature

Méthode de sélection de familles de vaches

La famille Brandsma fait toujours saillir ses vaches en monte naturelle, essentiellement par ses propres taureaux. Les mères de taureaux doivent satisfaire aux buts d'élevage. Deux à trois taureaux de saillie sont toujours utilisés sur l'exploitation. Au moins deux taureaux vivent dans un compartiment séparé de la stabulation libre. Ils sont réunis de manière ciblée avec les vaches à saillir. Paul Brandsma veille également à accoupler les animaux selon la méthode du triple A (voir encadré ci-contre).

La descendance reste sur l'exploitation, quelques jeunes animaux sont vendus comme reproducteurs, sinon les taureaux sont engraisés. En matière de sélection, la ferme Breit collabore avec quelques autres fermes Demeter.

La combinaison de l'ancien type Frison et du «type Bakels» ainsi que le travail adéquat de sélection ont permis d'obtenir une vache harmonieuse, en bonne santé, amicale, pas trop grande et très productive grâce à l'herbe des pâturages. Ce type de vache permet de produire du bon lait tout en étant très rentable.



Dans la sélection moderne, beaucoup de choses ont mal tourné. La plupart des vaches actuelles ont besoin d'aliments concentrés, l'herbe des pâturages ne leur suffit plus. Elles ne sont pas adaptées aux fermes bio.

Paul Brandsma

Méthode du triple A

Originaire des États-Unis, le triple A est une méthode d'accouplement utilisée principalement pour les bovins laitiers. Cette méthode part du principe que la morphologie détermine les fonctions corporelles. Elle consiste à décrire, sur la base de caractéristiques anatomiques, six qualités spécifiques d'un animal. Dans la pratique, ce système vise à sélectionner des descendants présentant la morphologie la plus équilibrée possible (et donc des fonctions corporelles équilibrées).

Une analyse selon le triple A se traduit par un code numérique à trois ou à six chiffres. Ce code, spécifique au sexe, reflète les qualités de l'animal. Chez le taureau, l'ordre des chiffres indique les principales qualités apportées par le taureau dans l'accouplement. Chez la vache, en revanche, l'ordre des chiffres définit les qualités dont elle a le plus besoin pour donner naissance à des filles ou à des fils équilibrés.

L'accouplement d'animaux ayant des codes numériques les plus identiques possibles (ce que l'on appelle un «match») doit permettre d'obtenir des descendants présentant la morphologie la plus harmonieuse et équilibrée.

Plus d'informations



BIOActualites.ch

bioactualites.ch > Élevages >
Bovins > Sélection

Taureaux bio d'IA

taureaux-ia-bio.ch

Logiciels de calcul du taux de consanguinité

animalbiosciences.uoguelph.ca/~msargol/software/>CFC_setup

<https://scoutsystems-software.de/tiere/>
(payant)

Par ailleurs, pour savoir si le calcul des coefficients de consanguinité est un service de conseil proposé, il est possible de consulter la fédération d'élevage locale.

Bibliographie

- Baars T., Schmidt G., Olbrich-Majer M. (2005): Linienzucht mit Kuhfamilien. Lebendige Erde. Darmstadt.
- Kirsten J. (2013): Untersuchungen zur Inzucht und Verwandtschaft in einer Fleckviehherde als Basis zur Implementierung eines Linienzuchtprogrammes. Travail de bachelor université de Kassel, Allemagne.
- Nauta W. J. (2010): Anleitung zur betriebseigenen Züchtung auf Grundlage der Familienzucht. Traduit du néerlandais par A. De Vries, relu par C. Metz et A. Spengler Neff.
- Schmidt G., Metz C., Postler G. (2005): [Rinderzucht mit Stieren für den Natursprung](#). Lebendige Erde 3/2005, p. 26–28.
- Spengler Neff A., Bapst, B. (2006): [Handbuch Tiergesundheit. Kapitel Tierzucht und Tiergesundheit](#). N° d'article du FiBL: 1113.
- Spengler Neff A. et al. (2007): [Stierhaltung für die Zucht im Biobetrieb. Leitfaden zur Optimierung von Haltung, Zucht und Management](#). FiBL, Demeter Bayern. N° d'article du FiBL: 1468, disponible en téléchargement gratuit sur [boutique.fibl.org](#).
- Spengler Neff A. (2018): [Biomilchviehzucht im Berggebiet](#). Die zum Betrieb passende Kuh züchten. N° d'article du FiBL: 1586, disponible en téléchargement gratuit sur [boutique.fibl.org](#).
- Vollmer H. (2010): Inzucht in Rinderpopulationen. Travail de bachelor FH Eberswalde, Allemagne.
- Lozada-Soto E. et al. (2022): [Genomic characterization of autozygosity and recent inbreeding trends in all major breeds of US dairy cattle](#). Journal of Dairy Science 105, p. 8956–8971. DOI 10.3168/jds.2022-22116
- Metz C., Haugstätter M., Spengler Neff A. (2016): Kuhfamilienzucht eine Methode für die biologische Milchviehzucht. Lebendige Erde 1/2016, p. 30–34.

Impressum

Institutions éditrices

Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL
Ackerstrasse 113, case postale 219, 5070 Frick, Suisse
Tél. +41 (0) 62 865 72 72
info.suisse@fibl.org, fibl.org

Bio Suisse
Peter Merian-Strasse 34, 4052 Bâle, Suisse
Tél. +41 (0)61 204 66 66
bio@bio-suisse.ch, bio-suisse.ch

Demeter e.V.
Brandschneise 1, 64295 Darmstadt, Allemagne
Tél. +49 (0)6155 8469 0
info@demeter.de, demeter.de

Ökologische Tierzucht gGmbH
Auf dem Kreuz 48, 86152 Augsburg, Allemagne
Tél. +49 (0)7551 9375 436
info@oekotierzucht.de, oekotierzucht.de

Naturland - Verband für ökologischen Landbau e.V.
Kleinhaderner Weg 1
82166 Gräfelfing, Allemagne
Tél. +49 (0)89 898082 0
naturland@naturland.de, naturland.de

Auteur-es: Anet Spengler Neff, Anna Bieber (toutes deux du FiBL Suisse), Martin Haugstätter (Demeter Beratung e.V.), Carsten Scheper (Ökologische Tierzucht gGmbH), Christoph Metz

Relecture: Julian Klopfer et Julia Rupp, Paul et Eugénie Brandsma, Sandra et Hans Braun, Siegfried Meyer (agricultrices et agriculteurs), Jenny Dowse (FiBL Suisse)

Rédaction: Simona Moosmann, Jeremias Lütold (tous deux du FiBL Suisse)

Traduction: Sonja Wopfner

Maquette et graphiques: Brigitta Maurer (FiBL Suisse)

Photos: Siegfried Meyer: photo de couverture, p. 21; René Schulte (Bio Suisse): p. 2; famille Zentner: p. 4; Anet Spengler Neff (FiBL): p. 4, 20, 24, 26; Ton Baars: p. 8; Claudia Frick (Bio Suisse): p. 6, 17; Carsten Schepper (ÖTZ): p. 18; Thomas Alföldi (FiBL): p. 19; Silvia Ivemeyer (FiBL): p. 15; Jörn Strojny: p. 22.

N° d'article du FiBL: 1799

Permalien: <https://orgprints.org/id/eprint/54955/>

La présente fiche technique peut être téléchargée gratuitement depuis la boutique du FiBL (boutique.fibl.org).

Les informations contenues dans cette fiche technique reposent sur les meilleures connaissances et sur l'expérience des auteur-es. Malgré tout le soin apporté, des erreurs et des imprécisions ne peuvent être exclues. Les auteur-es et les éditeurs ne sauraient donc être tenus responsables de quelque inexactitude dans le contenu ou d'éventuels dommages consécutifs au suivi des recommandations.

2025 © FiBL, Bio Suisse, Demeter, ÖTZ, Naturland

Pour des informations détaillées sur les droits d'auteur, voir: fibl.org/fr/copyright