

L'insémination artificielle chez les ruminants, Année 2009-2010 Prof. Ch. Hanzen

Table des matières

1.	Objectifs.....	2
1.1.	Objectif général.....	2
1.2.	Objectifs spécifiques	2
2.	Introduction générale.....	3
2.1.	Historique de l'insémination artificielle (IA).....	3
2.2.	Importance de l'IA dans l'espèce bovine.....	3
2.3.	Apports de l'IA (.....	3
2.4.	Perspectives	4
3.	Dilution du sperme	4
3.1.	Les milieux de dilution.....	4
3.1.1.	Qualités des milieux de dilution	4
3.1.2.	Nature des milieux de dilution	4
3.2.	Le taux de dilution.....	5
4.	Conservation du sperme	5
4.1.	Conservation à court terme	5
4.2.	Conservation à long terme : la congélation du sperme de taureau.....	5
a.	Phase de refroidissement	5
b.	Conditionnement	5
5.	Technique de l'insémination artificielle	6
5.1.	La décongélation	6
5.2.	L'insémination proprement dite	7
5.2.1.	Espèce bovine	7
5.2.2.	Espèces ovine et caprine	7
a.	Particularités anatomiques et physiologiques	8
b.	Réalisation pratique de l'insémination	8
c.	Résultats potentiels de l'insémination et facteurs de variation de la fertilité	8
5.3.	L'IA : un facteur de risque sanitaire ?.....	9
6.	Le recours à la saillie : une méthode alternative ?.....	10
7.	Pour en savoir plus	11
8.	Tableaux	13

1. **Objectifs**

1.1. Objectif général

Les méthodes de prélèvement et d'analyse du sperme ont été envisagées dans le chapitre relatif à la propédeutique du tractus génital mâle. Après une brève présentation générale relative à l'importance de l'insémination artificielle (IA) en général et en reproduction bovine en particulier, sont abordées les manipulations (dilution, conservation) du sperme préalables à son utilisation dans le cadre de l'insémination artificielle (IA). Les techniques, matériel et conditions d'insémination sont ensuite passés en revue et commentées.

1.2. Objectifs spécifiques

Objectifs de connaissance

- Définir l'insémination artificielle
- Énoncer les principaux composants des milieux de dilution et/ou de conservation
- Décrire la méthode classique de conditionnement du sperme
- faire un schéma d'un pistolet d'insémination bovine
- énoncer chronologiquement chacune des étapes de réalisation d'une IA chez la vache
- citez quelques particularités physiologiques et zootechniques de l'IA chez les petits ruminants

Objectifs de compréhension

- Comparer avantages et inconvénients de l'insémination artificielle vs saillie naturelle
- Justifier la composition des milieux de dilution et/ou de conservation
- expliquer la méthode transrectale de l'insémination artificielle chez la vache
- expliquer la méthode transcervicale d'insémination artificielle chez les petits ruminants

Objectifs d'application

- en fonction de commémoratifs cliniques décider ou non de réaliser une insémination artificielle

2. Introduction générale

2.1. Historique de l'insémination artificielle (IA)

L'insémination artificielle (IA) consiste à déposer le sperme au moyen d'un instrument, au moment le plus opportun et à l'endroit le plus approprié du tractus génital femelle. La méthode offre donc un double avantage : celui d'une part de multiplier la capacité de reproduction des mâles et donc de contribuer à l'amélioration génétique et d'autre part celui de constituer un moyen préventif de lutte contre les maladies sexuellement transmissibles.

Déjà utilisée par les arabes au XIV^{ème} siècle, l'insémination ne fut réellement appliquée qu'en 1779 par le physiologiste italien Lauro Spallanzani qui injecta du sperme dans le vagin d'une chienne en chaleur. L'animal accoucha 62 jours plus tard de 3 chiots. La méthode fut ensuite reproduite un siècle plus tard par Albrecht, Millais et en France par ...Repiquet. C'est cependant au début du 20^{ème} siècle qu'Ivanov et ses collaborateurs développent la méthode en mettant au point le vagin artificiel. Les USA lancèrent l'insémination artificielle en 1938 soit quelques années après les danois. C'est cependant avec la mise au point par Poldge et Rowson en 1952 de la congélation du sperme que l'insémination artificielle prit réellement son essor .. Elle s'est à l'heure actuelle généralisée et concerne non seulement l'espèce bovine mais les espèces équine, ovine, caprine, porcine, les volailles et ...les abeilles.

2.2. Importance de l'IA dans l'espèce bovine

En 2000, les statistiques mondiales relatives à l'IA faisaient état d'une production totale de 232 millions de doses (11 millions de celles-ci étant utilisées en frais et le reste en congelé) au départ de 40.102 taureaux hébergés dans 602 centres d'IA. 5 % des doses produites sont utilisées en frais (ce qui a pour extrême avantage de réduire le nombre de spermatozoïdes par dose) et le reste en congelé. Ce type d'utilisation concerne surtout la Nouvelle Zélande (Tableau 5) Des données relatives à l'importance de l'IA en France sont données dans le tableau 7. L'IA concerne surtout le bétail laitier. On estime en effet que moins de 5 % du bétail viandeux mondial est inséminé En Belgique, 38 à 45 % du cheptel femelle bovin femelle a fait au cours de ces 30 dernières années l'objet d'une insémination artificielle réalisée par 133 à 164 inséminateurs (Tableau 1). Ce nombre d'inséminations dites premières représente 2/3 environ du nombre total d'inséminations effectuées. Par ailleurs, s'est en Belgique, l'insémination dite privée c'est-à-dire l'insémination réalisée par l'éleveur sur son cheptel a connu une expansion croissante passant de 11 % en 1995 à 16 % en l'an 2000. La majorité des inséminations concerne la race Blanc Bleu Belge. Les 50 autres % des inséminations se répartissant entre la race Pie-Noire/Pie Noire Holstein (une insémination première sur trois), la Pie Rouge (une insémination première sur cinq) et les autres races représentées en Belgique (Tableau 2). En l'an 2000, 58 % des inséminations premières étaient réalisées en Flandre (Tableau 3).

2.3. Apports de l'IA

La contribution du mâle au progrès génétique au travers de l'IA est réelle (Foote 1998 ibd). Elle résulte du produit entre d'une part le nombre de descendants obtenus et le degré de supériorité génétique du taureau. Le nombre de descendants dépend quant à lui de la production totale du sperme d'un taureau, du nombre de spermatozoïdes utilisés par IA et du pourcentage de vaches gestantes après une insémination. Le progrès est d'autant plus important qu'un nombre réduit de taureaux est utilisé sur un grand nombre de vaches. On se souviendra qu'en moyenne un taureau produit 100 à 150.000 doses de sperme par an.

L'intérêt de l'IA par rapport à d'autres systèmes de reproduction tels que la saillie naturelle ou les biotechnologies l'embryon n'est pas simple à démontrer. Il implique et notamment la comparaison entre IA et saillie naturelle des facteurs suivants : taux de gestation, le coût, risques associés à la saillie naturelle, profit et donc gain génétique obtenu. Le taux de gestation est a priori meilleur lors de saillie naturelle qu'après IA. On peut y voir l'effet d'une insémination au meilleur moment du fait d'une meilleure détection des chaleurs. Encore faut-il respecter un ratio optimal de un taureau pour 15 voire 25 vaches . De même est-il préférable d'utiliser un seul que plusieurs taureaux pour un groupe de vache, l'effet de dominance d'un taureau par rapport à un autre pouvant exercer des effets négatifs . Selon une étude néo-zélandaise, il semblerait que les coûts liés à l'utilisation de saillies naturelles seraient supérieurs à ceux liés à une période d'insémination artificielle (6 à 8 semaines) suivie d'une période de reproduction naturelle (Anon LIC Artificial breeding vs natural mating comparisons. In Proc.NZ Large Herds

Conférence Taupo 2001, Vol 32 p83 In Vishawanath 2003). Les risques liés à la saillie naturelle ne sont pas mineurs et consistent en une infertilité du taureau (15 à 40 % des taureaux seraient concernés , risque d'introduction de maladies vénériennes, manque de politique de sélection des taureaux, danger pour l'éleveur, dégâts causés aux barrières, lésions provoquées chez les vaches, boiteries . Au Canada, l'augmentation de la production laitière serait de 160 kg (soit 3,4 %) par an. La contribution génétique à cette augmentation serait de 50 % .

2.4. Perspectives

Les perspectives de l'IA sont réelles. Elles concernent l'utilisation de sperme frais en lieu et place de sperme congelé. Leurs avantages et désavantages ont été rappelés . Le sexage du sperme offre également des perspectives intéressantes (voir chapitre 27 Manipulations des gamètes) tout comme les biotechnologies de l'embryon et la transgénèse. Enfin, compte tenu des coûts liés au stockage dans l'azote liquide et le faible taux de récupération des spermatozoïdes ainsi conservés (50 %), il serait souhaitable que des procédés alternatifs de conservation soient envisagés .

3. Dilution du sperme

Chez les ruminants, l'étape préliminaire visant à séparer la fraction spermatique proprement dite de la fraction constituée des sécrétions des glandes annexes, n'est pas indispensable étant donné que la semence est constituée pour l'essentiel des sécrétions testiculaires.

Le conditionnement du sperme requiert quelques précautions telles que l'utilisation de récipients stériles, de produits chimiquement purs, d'eau distillée, l'absence de chocs thermiques et la mise du sperme à l'abri de l'air et de la lumière.

3.1. Les milieux de dilution

La dilution du sperme a pour but d'accroître le volume total de la masse spermatique, d'assurer un milieu favorable à la survie des spermatozoïdes in vitro et de réaliser à partir d'un seul éjaculat l'insémination d'un grand nombre de femelles.

3.1.1. Qualités des milieux de dilution

Les milieux de dilution doivent répondre à un certain nombre de conditions : Leur *pression osmotique* doit être isotonique avec le sperme pour l'espèce en cause et être capable de la maintenir pendant la durée de stockage. Ils doivent renfermer des substances colloïdales (jaune d'œuf, lipoprotéines, lécithines) susceptibles de protéger les spermatozoïdes. Les *substances tampons* permettent de maintenir un pH favorable aux spermatozoïdes (6.2 à 6.8). Leur présence est plus importante pour le sperme de taureau et de bélier que celui d'étalon et de verrat étant donné la concentration élevée en spermatozoïdes et donc la glycolyse élevée du sperme de ces deux espèces qui est responsable d'une diminution rapide du pH. Les *substances nutritives* sont sensées favoriser le métabolisme, la vitalité et la longévité des spermatozoïdes. Le milieu de dilution doit être dépourvu d'*agents infectieux* car ils sont préjudiciables à la survie des spermatozoïdes, à la fertilisation et au développement de l'embryon. Ce faisant, les spermatozoïdes se trouveront dans les meilleures conditions pour remplir leurs 4 fonctions préalables à la fécondation : a. activité métabolique productrice d'énergie, b. mobilité pour progresser dans les voies génitales femelles, c. enzymes de protection sur l'acrosome pour en faciliter la pénétration dans l'ovocyte, d. présence de protéines sur la membrane plasmique pour assurer leur survie optimale dans le tractus génital femelle et leur fixation sur la pellucide de l'ovocyte.

3.1.2. Nature des milieux de dilution

Il existe quelque soit l'espèce animale une grande variété de dilueurs. Ils se différencient par la nature voire la concentration d'utilisation de leurs composants. On peut ainsi distinguer les dilueurs à base de jaune d'œuf phosphaté (Milieu de Lardy et Philips) ou citrate (Milieu de Salisbury), à bases de sucres (glucose, fructose : milieux de Kampschmidt, de Chominat, de Dimitropoulos, de Foote), à base de glycolle et de glycérol (milieu de Roy), de CO₂ (milieu de Van Demark ou IVT : Illinois Variable Temperature) ou et plus classiquement maintenant à base de lait dont certains sont commercialisés (Laiciphos IMT).

Le *lait* peut être considéré comme un constituant de base apportant aux spermatozoïdes phosphates, citrates et sucres. Son pH est voisin de celui du sperme. Il est simple à préparer et peu cher. Le plus utilisé est préparé à partir de poudre de lait écrémé de vache additionné de cholestérol ou de lécithine, de sels, de glucose, d'acides aminés (glycolle, tryptophane, tyrosine) et d'antibiotiques (Laiciphos : IMV). Le *jaune d'œuf* est habituellement utilisé à

des concentrations comprises chez le taureau entre 5 et 15 %. Il protège le sperme grâce aux lécithines qu'il renferme de l'effet néfaste des brusques variations de température. Source de nutriments, il agit aussi favorablement vis à vis des variations de pH et de pression osmotique. Les *antibiotiques* s'opposent au développement des micro-organismes. Classiquement, la pénicilline et la streptomycine sont employées à la dose respectivement de 1000 UI et d'un mg par ml de dilueur. On se souviendra que certains antibiotiques peuvent être toxiques pour le spermatozoïde. Ainsi en est-il de l'oxytétracycline à la dose de 500 mcg/ml, de la chlorotétracycline à la dose de 50 mcg/ml. Dans l'espèce équine, la ticarcilline, l'amikacine la polymyxine et la gentamycine ont également été recommandées. L'emploi du *glycérol* (agent cryoprotecteur) n'est requis que si le sperme est destiné à être congelé. Le glycérol fixe une partie de l'eau du dilueur et ce faisant abaisse le point de congélation du milieu, diminue la quantité de glace à la congélation et à la décongélation et diminue la taille des cristaux. Il exerce par ailleurs un effet protecteur sur les membranes cellulaires et limite l'augmentation de la pression osmotique en réduisant la quantité d'eau qui se transforme en glace.

3.2. Le taux de dilution

Pour le *taureau*, son calcul est basé sur l'obtention de doses d'insémination renfermant une concentration en spermatozoïdes zootechniquement acceptable soit 10 à 12 millions de spermatozoïdes par paillette. Estimant à 40 % les pertes imputables aux processus de congélation-décongélation, il faut donc obtenir au terme de la dilution une concentration moyenne de 20 millions de spermatozoïdes par paillette de 0.25 ml. Cette valeur peut être revue à la baisse ou à la hausse en fonction de la qualité du sperme récolté. Soit la récolte de 10 ml de sperme renfermant 1 milliard de spermatozoïdes par ml. L'objectif étant d'avoir 20 millions de spermatozoïdes par paillette (0.25 ml, 2 mm de diamètre) soit 80 millions de spermatozoïdes par ml, le coefficient de dilution sera de 1 milliard / 80 millions soit 12.5. Pour 10 ml de sperme, le volume final sera donc de 125 ml soit l'utilisation de 115 ml de dilueur. En consultant le tableau 6 on constatera que le nombre de spermatozoïdes par insémination est compris selon les pays entre 10 et 35 millions de spermatozoïdes

4. Conservation du sperme

4.1. Conservation à court terme

L'utilisation directe du sperme dilué de **taureau** suppose une conservation à une température voisine de 5°C. Celle-ci doit cependant pour éviter les chocs thermiques, être atteinte progressivement au rythme moyen de refroidissement de 0.5°C par minute entre 37 et 22°C et de 1°C par minute entre 22 et 5°C. Bien diluée et convenablement refroidie, la semence peut conserver son pouvoir de fécondation pendant 2 à 3 jours.

4.2. Conservation à long terme : la congélation du sperme de taureau

La congélation requiert l'utilisation d'agents cryoprotecteurs. Leurs caractéristiques ont été décrites dans le chapitre consacré à la congélation des embryons. Classiquement, le glycérol est utilisé pour congeler le sperme. Il n'est pas inutile de préciser qu'étant donné les effets délétères potentiels des agents cryoprotecteurs sur le spermatozoïde, ils doivent être utilisés à une dilution optimale. Ainsi, à la concentration de 4%, le glycérol offre la plus grande mobilité massale des spermatozoïdes du verrat mais c'est après congélation dans une solution à 1 % que les lésions de leurs acrosomes sont les moins nombreuses.

Deux solutions de dilueurs (Laiciphos 10 %, jaune d'œuf 10 %, eau distillée) sont requises. Elles se distinguent par le fait que la seconde renferme du glycérol à une concentration de 14 %. Le dilueur A est maintenu à 32°C et le dilueur B à 4°C.

a. Phase de refroidissement

Le sperme est ajouté à la fraction A en deux temps. Dans un premier temps on mélange une quantité égale de sperme et de dilueur A. Ce mélange est après 2 à 3 minutes ajouté au reste du dilueur A. Ce milieu prédilué est alors amené progressivement à la température de 4°C (voir supra). Une fois cette température atteinte, le dilueur B est ajouté au dilueur A en 4 étapes de 15 minutes. Il est important en effet de laisser au glycérol le temps de pénétrer dans les spermatozoïdes, ce processus étant d'autant plus long qu'il s'effectue à basse température. L'équilibration prend donc deux heures environ et la dilution finale de glycérol sera de 7 %.

b. Conditionnement

Une fois refroidi, le sperme sera conditionné le plus souvent en *paillettes* voire en ampoules de verre ou de plastique ou en pellets. Classiquement trois types de paillette sont utilisés. Elles ont toutes une longueur de 133

mm. La paille grossière a un diamètre compris entre 3.8 et 4.2 mm et un volume de 1.2 ml. La paille moyenne a un diamètre compris entre 2.5 et 2.8 mm et un volume de 0.5 ml. La paille fine (la plus utilisée) a un diamètre compris entre 1.7 et 2.2 mm et un volume utile de 0.25 ml. Ces pailles sont constituées d'un cylindre de chlorure de polyvinyle dont une extrémité est obturée au moyen de deux étoupes de gaze entourant un bouchon de matière pulvérulente : l'alcool polyvinylique. Ce dispositif servira de piston lors de l'insémination. L'autre bout est libre et servira au remplissage de la paille. Les pailles sont de couleurs différentes pour en faciliter l'identification. Celle-ci se trouve complétée par l'impression sur le corps de la paille du nom du taureau, de son numéro d'identification, de la date de récolte et de l'identification du centre d'insémination.

Pour leur *remplissage*, une vingtaine de pailles sont fixées à un peigne relié à une pompe d'aspiration. Une fois remplies, une légère agitation des pailles permettra de ménager une place pour l'obturation et la bulle d'air nécessaire pour permettre la dilution du sperme lors de la congélation. Le bouchage s'effectue manuellement ou est plus souvent actuellement automatisée. Il est réalisé au moyen de poudre d'alcool polyvinylique qui une fois humide se transforme en gel ou par sertissage.

Une fois le sperme conditionné, les pailles sont plongées dans de l'eau à 4°C pour permettre l'action du glycérol (*phase de glycerolisation*) et des autres constituants du dilueur. Cette phase contribue également à rendre plus hermétique l'obturation de la paille.

Les pailles sont alors disposées sur une rampe de refroidissement en vue de leur *congélation*. Elles sont dans un premier temps disposées dans les vapeurs d'azote à quelques cm au-dessus du niveau d'azote liquide de la cuve. Le refroidissement est obtenu selon une courbe classique à savoir entre 4°C et -10°C un refroidissement de 4°C par minute et entre -10°C et -130°C un refroidissement de 40°C par minute. Biologiquement, la phase critique est celle comprise entre -10°C et -50°C. C'est entre ces températures en effet que se produisent les phénomènes de cristallisation extra puis intracellulaire et les mouvements d'ions qui en résultent.

Au bout de 7 à 9 minutes, la congélation est obtenue et les pailles sont plongées dans l'azote liquide à -196°C. Il est intéressant de noter que ce type de congélation n'altère en rien le caractère pathogène de germes tels que *Brucella abortus*, *Campylobacter foetus*, *Actinomyces pyogenes* ou *Listeria monocytogenes*.

Les pailles sont stockées dans des visotubes, cylindres hexagonaux de couleur variable pour en faciliter le repérage, eux-mêmes placés dans des gobelets plus gros appelés canisters rangés dans des tanks pouvant contenir plusieurs centaines de litres.

Le transport des pailles se fera dans des containers cryogéniques ou cuves d'azote dont il existe différents modèles de capacité et de propriétés thermiques différentes. Une vérification régulière du niveau d'azote de ces cuves s'impose. Par ailleurs, la température doit toujours y être inférieure à -120°C. Il est indispensable pour ce faire d'y maintenir un niveau minimal de 5 cm d'azote liquide. L'évaporation sera fonction de la fréquence d'ouverture de la cuve et du temps nécessaire au choix d'une paille (5 à 8 secondes).

5. Technique de l'insémination artificielle

5.1. La décongélation

Le réchauffement du sperme de **taureau** doit être aussi rapide que possible. Classiquement, la paille sera tout d'abord secouée pour en faire tomber le reste d'azote liquide puis plongée et agitée dans de l'eau à 34-37°C (décongélation *in vitro*). La décongélation s'observe au bout d'une trentaine de secondes. Pendant ce temps, il est conseillé de frotter le pistolet d'insémination pour le *réchauffer*. Cependant, si la température ambiante est inférieure à 20°C, il est préférable de maintenir la paille dans l'eau de réchauffement jusqu'à son utilisation pour éviter tout choc thermique au sperme. L'intervalle décongélation-insémination peut être prolongé jusqu'à 60 minutes, si la paille peut être maintenue à une température de 35°C.

Certains auteurs ont préconisé la décongélation dite *in vivo* c'est à dire dans le col utérin lors de l'insémination. Il semble bien en fait qu'en raison des 60 secondes en moyenne qui s'écoulent entre la charge de la paille et l'insémination proprement dite, la décongélation s'opère en fait à la température du pistolet. En l'absence d'eau tiède, on peut également décongeler la paille à la bouche.

Une fois décongelée secouée et essuyée (l'exposition du sperme à une goutte d'eau peut induire des lésions cellulaires irréversibles), la paille est introduite dans le pistolet d'insémination par son extrémité comportant le double bouchon (rôle de piston). L'autre extrémité sera coupée perpendiculairement pour assurer un maximum

d'*étanchéité* avec le bouchon de la gaine d'insémination. Idéalement, l'insémination de l'animal doit être réalisée dans les 15 minutes suivant la sortie de la paillette de l'azote liquide. Le pistolet et la gaine d'insémination seront éventuellement recouverts d'une gaine protectrice en plastique qui sera perforée lors de l'introduction du pistolet dans le col utérin.

5.2. L'insémination proprement dite

5.2.1. Espèce bovine

Le matériel se compose d'un pistolet d'insémination d'une longueur de 40 à 45 cm et d'un diamètre de 5 à 6mm comportant un corps externe et un mandrin interne. Il se complète d'une gaine en matière plastique externe fixée au pistolet d'insémination au moyen d'une petite rondelle.

Deux méthodes d'insémination peuvent être utilisées chez les bovins.

La première ou *voie vaginale* repose sur l'emploi d'un spéculum et d'une source lumineuse permettant le dépôt du sperme dans la partie postérieure du canal cervical. Elle est pratiquement abandonnée voire réservée à des cas individuels. La seconde ou *voie rectale* est classiquement utilisée parce que plus rapide et plus hygiénique mais aussi parce qu'elle offre la possibilité d'un examen préalable du tractus génital visant à confirmer l'état oestral de l'animal (présence de follicule, tonicité des cornes...) mais aussi favorable à la libération d'ocytocine et donc à la remontée des spermatozoïdes à la jonction utéro-tubaire. Le col est saisi manuellement au travers de la paroi rectale. Sa tension vers l'avant permet d'éviter la formation de replis vaginaux, susceptibles d'entraver la progression du pistolet d'insémination dans la cavité vaginale. L'introduction de l'extrémité du pistolet d'insémination dans le col peut être facilitée en plaçant le pouce dans l'ouverture postérieure du col tout en maintenant ce dernier au moyen de l'index et du majeur. La traversée du col sera facilitée en imprimant à ce dernier des mouvements latéraux et verticaux.. Une fois le col franchi, le pistolet sera aisément le cas échéant guidé vers l'une ou l'autre corne. Classiquement, le dépôt de la semence se fait au niveau du corps utérin. Les auteurs ne sont pas unanimes pour reconnaître le bénéfice d'une insémination dans une voire les deux cornes utérines. Quelque soit l'endroit anatomique d'insémination, il en résulte un reflux de sperme vers la cavité vaginale, celui-ci étant moindre si l'insémination a été réalisée au niveau du corps ou des cornes utérines que si elle a été faite au niveau du col .

Classiquement dans l'espèce bovine, l'insémination artificielle est réalisée 12 heures environ après le début des chaleurs. Elle obéit ce faisant à la règle classique AM/PM, PM/AM : chaleurs le matin, insémination le soir, chaleurs le soir, insémination le matin. Des modalités plus spécifiques peuvent être adoptées si l'insémination fait suite à un traitement hormonal. Elles ont été détaillées dans le chapitre relatif à l'anoestrus.

En Belgique, l'insémination artificielle est régie par un arrêté ministériel (Art.50 du 7 novembre 1986). Il précise les conditions de l'insémination artificielle privée à savoir que le détenteur de bétail bovin peut détenir dans son exploitation du sperme acheté en vue de le mettre en oeuvre lui-même sur son cheptel, ou de la faire mettre en oeuvre par un insémineur de l'association provinciale d'éleveurs de bétail bovin compétente, aux conditions suivantes :

1. le sperme est fourni par l'association provinciale d'éleveurs de bétail compétente
2. Le détenteur de bétail bovin prend toutes les mesures en vue de la bonne conservation du sperme
3. Le sperme ne peut même gratuitement être cédé à des tiers.
4. L'emploi de sperme acheté doit pouvoir être justifié par la tenue d'un relevé journalier des doses utilisées, le numéro de herd-book du taureau et l'identité de la vache inséminée. Une copie de ce relevé est transmise mensuellement à l'association provinciale d'éleveur de bétail bovin compétente.
5. Le contrôle du contenu du conteneur par un fonctionnaire habilité à cette fin doit être accepté.

5.2.2. Espèces ovine et caprine

En Europe, l'insémination artificielle ovine et caprine est essentiellement développée en France pays où elle a subi une progression constante depuis 1971. En 1995, 773.000 brebis (10 % de la population) et 57.000 chèvres (6 % de la population) ont été inséminées à partir de doses produites dans respectivement 16 et 2 centres. Cette méthode de reproduction a notamment permis d'augmenter la production laitière moyenne des troupeaux caprins de 80 kgs de lait par an (800 kgs vs 720 kgs).

a. Particularités anatomiques et physiologiques

L'insémination artificielle présente chez les petits ruminants quelques particularités anatomiques. Chez la brebis, l'endocol dessine de nombreux replis qui rendent le canal cervical très sinueux et empêche comme chez les bovins une insémination intra-utérine. Chez la chèvre par contre, le col s'entrouvrant légèrement pendant les chaleurs, il est possible de le franchir dans 10 à 30 % des cas. L'insémination par laparoscopie constitue une méthode alternative mais elle est peu employée.

Les espèces caprine et ovine sont essentiellement des espèces à activité sexuelle saisonnière le plus souvent élevées en troupeaux de grande taille et donc réparties en lots. L'insémination artificielle ne s'y pratique qu'une fois induites et synchronisées les chaleurs au moyen d'un progestagène (l'acétate de fluorogestone employé chez la chèvre et la brebis), d'une prostaglandine (employée uniquement chez la chèvre) et d'une gonadotrophine, la PMSG (le lecteur consultera avec profit le chapitre relatif à l'anoestrus chez les petits ruminants).

b. Réalisation pratique de l'insémination

L'insémination suppose un minimum de contention individuelle manuelle ou au moyen de cornadis ou d'une salle de traite. Tout stress sera évité aux animaux. Un local d'attente sera prévu. La contention en position verticale de l'animal est de nature à faciliter l'intervention. Dans l'espèce caprine, un examen échographique préalable a été conseillé de manière à écarter les animaux présentant une pseudo-gestation.

Chez la *brebis*, la semence est conservée non congelée et conditionnée en paillettes de 0.2 ml renfermant 400 millions de spermatozoïdes. La durée de conservation à + 15°C n'excède jamais 10 heures. L'insémination est réalisée en une seule intervention 55 heures après le retrait de l'éponge pour les adultes et 52 heures après pour les agnelles. Chez la *chèvre*, les semences sont également conditionnées en paillettes de 0.2 ml contenant 100 millions de spermatozoïdes. Une seule insémination est réalisée 43 heures environ après le retrait de l'éponge pour les chèvres alpines et 45 heures plus tard pour les chèvres Saanen. Plus rarement, l'insémination est effectuée sur œstrus observé 24 heures après son début.

Une fois sortie du réservoir d'azote liquide, la paillette congelée est plongée dans de l'eau à 37°C pendant 15 secondes puis essuyée et introduite dans le pistolet d'insémination préalablement réchauffé. L'extrémité de la paillette est coupée et recouverte d'une gaine protectrice puis bloquée avec un anneau. La paillette de semence fraîche est plongée dans de l'eau à 4°C (chèvre) ou à 15°C (brebis).

L'arrière-train de l'animal est soulevé et la vulve au besoin nettoyée. Le spéculum est introduit et le col de couleur rose ou rouge repéré sur le plancher du vagin. L'extrémité du pistolet est guidée vers le col dans lequel il est introduit le plus loin possible par des mouvements de rotation. Le sperme est expulsé et le pistolet retiré. Le spéculum est désinfecté entre les animaux. La réussite de l'insémination tient davantage au choix du moment par rapport à l'ovulation qu'à une manipulation particulière du col.

L'insémination intra-utérine par endoscopie est surtout utilisée chez les ovins. Elle offre le double avantage d'augmenter la fertilité lors d'utilisation de sperme congelé et d'utiliser beaucoup moins de spermatozoïdes (environ 10 fois moins que pour une insémination exocervicale). Pour ce faire, une mise à jeun préalable de 12 heures est nécessaire. L'animal est placé en décubitus dorsal et ses 4 membres immobilisés. Après anesthésie locale, deux ouvertures sont pratiquées dans la paroi de l'abdomen au moyen d'un trocard. Le sperme est déposé (volume d'une demi-paillette) au moyen d'un pistolet spécial appelé transcap au sommet de chaque corne utérine. La technique est lourde et ne permet d'inséminer moyennant un entraînement spécial que 25 brebis à l'heure.

c. Résultats potentiels de l'insémination et facteurs de variation de la fertilité

Dans l'espèce ovine, la fertilité est meilleure chez les agnelles que chez les animaux adultes (70 % vs 57 à 64 % selon la saison et la spéculatation). Sans l'espèce caprine, la fertilité moyenne est de 64 %.

Divers facteurs sont de nature à influencer les résultats potentiels. En semence fraîche, le taux de fertilité est supérieur pour les béliers âgés de deux ans et plus. Il existe par ailleurs des différences entre inséminateurs. Chez la chèvre Saanen, la fertilité est régulièrement inférieure à celle observée dans la race alpine. Semblables différences n'ont pas été observées dans l'espèce ovine. Chez les petits ruminants, la répétition des traitements de synchronisation et surtout l'utilisation répétée de PMSG est de nature à provoquer la formation d'anticorps et d'être à l'origine d'une diminution de la fertilité. Une thèse a récemment été consacrée à ce sujet (PV Drion, Service de Physiologie de la Reproduction FMV). Chez de tels animaux, il a été recommandé de pratiquer l'insémination respectivement 30 (chèvre) et 36 heures (brebis) après le retrait de l'éponge et de n'inséminer que les femelles réellement en chaleurs âgées de moins de 5 ans. Toute variation importante des apports en énergie et protéines seront évités pendant la période embryonnaire.

(Pour toute information complémentaire plus spécifique, il est possible de s'adresser au CIA et de sélection ovine

Rue du Strouvia 18, 5340 Faulx les Tombes 081 58 28 94)

5.3. L'IA : un facteur de risque sanitaire ?

Article : Disease risks to animal health from artificial insemination with bovine semen. Eaglesome MD, Garcia MM. Rev.Sci.tech.Off.Int.Epiz., 1997,16,215-225.

L'insémination artificielle constitue un moyen essentiel de réduction du risque de transmission des maladies dites vénériennes. Les germes susceptibles d'être transmis par le sperme et donc indirectement par l'insémination artificielle sont répartis en trois catégories (Tableau 4) ; La première rassemble ceux dont le risque est majeur et largement reconnu. La seconde ceux pour lesquels dans l'état des connaissances on peut dire que le risque est faible. La troisième comprend les germes ceux pour lesquels on ne dispose que d'informations parcellaires, non unanimement rapportées en ce qui concerne la possibilité d'un risque et l'autre pour lesquels on ne dispose d'aucune information circonstanciée. Nous nous limiterons à développer 6 facteurs infectieux parmi les principaux : l'IBR/IPV, le BVD, la brucellose, la leptospirose, la campylobactériose et la trichomoniose.

Le **Bovine herpesvirus-12** (BHV-1) est un pathogène fréquemment rencontré dans le sperme. Responsable d'infections génitales, d'avortements chez la femelle, il induit chez le mâle une balanoposthite. Le virus se multiplie chez les animaux infectés ou en phase d'infection latente au niveau de la muqueuse pénienne et préputiale et contamine le sperme au cours de l'éjaculation. Cette multiplication et dissémination se rencontre chez des animaux séropositifs et n'est pas empêchée par la vaccination. Parmi d'autres mesures à prendre, il conviendrait de n'utiliser dans les centres que des taureaux seronegatifs (double prélèvement de sang à 21 jours d'intervalle). En cas de séropositivité confirmée par séroneutralisation ou test Elisa), ou de statut sérologique inconnu, une recherche de virus (cultures cellulaires ou Polymerase Chain Reaction test) sera entreprise sur deux paillettes au moins provenant d'un éjaculat. Plus lourd d'application le « Cornell sperm Test » implique la détection d'anticorps sur des veaux ou des brebis injectés au moyen de pool d'éjaculats

Le **virus de la maladie des muqueuses** comporte une souche cytopathogène et une souche non cytopathogène indifférenciables sérologiquement. La souche non cytopathogène peut infecter le fœtus et induire la formation de veaux infectés permanents. L'infection d'un animal par une souche non cytopathogène peut induire des signes cliniques (maladie des muqueuses) mais augmente le plus souvent sa sensibilité à d'autres infections comme l'IBR, la Pasteurellose ou la Salmonellose., effet imputé à l'effet immunosuppresseur du virus. Le virus du BVD est excrété dans le sperme lors de maladies. Il est également présent dans le sperme chez les infectés permanents. Il peut être transmis lors de saillies naturelles ou par insémination artificielle. De nombreux tests sérologiques (fixation du complément, Elisa, tests de séroneutralisation) ou d'identification du virus ont été décrits. Un double prélèvement de sang à 30 jours d'intervalle (recherche du virus) permet d'identifier les taureaux infectés permanents.

La **brucellose** se traduit le plus souvent par des avortements. Cette zoonose concernerait encore 5 % du cheptel bovin mondial. L'identification de la structure lipopolysaccharidique de la paroi de *Brucella abortus* a rendu possible la mise au point d'un test Elisa permettant de distinguer les animaux vaccinés des animaux infectés. Divers tests anciens (séroneutralisation, agglutination) ou plus récents (PCR, amplification du DNA) sont d'application. Une confirmation supplémentaire peut être apportée par la recherche de l'organisme dans le sperme ou d'agglutinines dans le plasma séminal.

La **leptospirose** est provoquée par un spirochète (*L.interrogans*) dont on connaît plus de 200 sérovars dont le plus connu est hardjo. Elle se traduit par des signes aigus (septicémie, hépatite, néphrite) subaigus (néphrite, agalactie) ou chroniques (avortements, infertilité). Le sérovar hardjo se retrouve dans les vésicules séminales, les testicules et donc le sperme des taureaux infectés. L'agglutination microscopique est le test sérologique de référence (mise en contact du serum avec une culture de leptospires et identification de l'agglutination sur fond noir. C'est une technique délicate. La réaction est considérée comme positive si plus de 50 % des leptospires sont agglutinés. L'ENV Nantes dispose de l'expérience nécessaire). Il n'est cependant pas possible à l'heure actuelle de distinguer les animaux infectés des vaccinés. La vaccination des taureaux de centre n'est donc pas envisageable. Par ailleurs, l'isolement de leptospires dans le sperme est extrêmement difficile. La méthode PCR a permis d'identifier dans l'urine des concentrations extrêmement basses en Leptospire (5 à 10 leptospires / ml). Les leptospires survivent dans le sperme réfrigéré renfermant ou non des antibiotiques ou congelé sans antibiotique.

La **campylobactériose ou vibriose** est imputable à *Campylobacter fetus venerealis*. Cette bactérie est surtout présente chez les taureaux de plus de 5 ans dont les cryptes épithéliales du prépuce ou du pénis sont plus profondes et permettent au germe d'y survivre plus aisément. La maladie se transmet par l'insémination artificielle mais surtout naturelle ; Elle se traduit par des infections du tractus génital. La persistance de l'infection serait due à des réarrangements du génôme. L'identification du germe est difficile compte tenu des conditions microaérobiques de son développement. elle requiert par ailleurs un milieu de transport spécifique. La méthode

PCR est très sensible et permet d'identifier dans le sperme aussi peu que 3 *Campylobacter* par ml. Les taureaux mis en quarantaine seront dans les régions à risque testés à trois reprises ; Par la suite, une évaluation bisannuelle est conseillée. Le traitement local et général au moyen de DHS (si encore possible) des animaux infectés ou la vaccination ont été proposées comme méthodes d'éradication.

La **trichomoniose** est provoquée par un protozoaire, *Tritrichomonas foetus*. L'infertilité, l'avortement et le pyomètre caractérisent la femelle infectée. Le mâle est un porteur asymptomatique. Le germe est identifié sur le pénis et les replis préputiaux. Sa prévalence serait encore élevée en Amérique du Nord dans les troupeaux extensifs. Le germe résiste à la congélation. Sa transmission par l'insémination artificielle n'a pas été rapportée. L'identification du germe dans le liquide de lavage du prépuce ou de curetage de la muqueuse est déterminante. Certains kits renferment un milieu de culture et de transport. L'échantillon sera examiné à plusieurs reprises pendant trois semaines. Des tests de sonde à DNA ou de PCR peuvent également être utilisés pour identifier le germe. Les tests ELISA peuvent identifier les anticorps dans le plasma séminal ou le liquide de lavage préputial. Les taureaux dans les zones à risque feront l'objet de trois prélèvements pour identifier le germe par culture et examen direct. Des tests bisannuels seront d'application par la suite. Le germe résiste dans le sperme frais ou congelé même s'il renferme des antibiotiques.

6. Le recours à la saillie : une méthode alternative ?

Quatre facteurs conditionnent la fertilité d'un troupeau recourant à l'insémination artificielle : le pourcentage de vaches détectées en chaleurs et inséminées, le niveau de fertilité général du troupeau, la fertilité du sperme utilisé et l'expérience de l'inséminateur. Ces facteurs ont été mis en équation par Bartlett (American Breeders Service. AI management manual. Grace WR, de Forest, Wisconsin 1986, 91). Au nombre de ceux-ci la détection des chaleurs revêt un impact majeur. Aussi, les éleveurs ont-ils de plus en plus recours à la saillie naturelle. En 1984, 50 % des troupeaux laitiers de Floride utilisaient exclusivement l'IA, 38 % l'IA et la saillie naturelle (SN) et 12 % la SN (réf 3). Une enquête menée dans 329 fermes laitières de Pennsylvanie montra que 11,2 des génisses étaient inséminées une seule fois, l'éleveur utilisant ensuite la SN, 8,5 % étaient inséminées deux fois puis étaient reproduites par SN et enfin 20,7 % des génisses n'étaient reproduites que par saillie naturelle (Stevenson J Is artificial insemination on the decline ? Hoards dairyman 1999, 108). En 1995, une enquête du National Association of Animal Breeders révéla que 20 % seulement des exploitations laitières utilisaient exclusivement l'IA. En général, les éleveurs utilisant la SN n'élevaient pas leurs génisses de remplacement, le gain génétique étant assuré par leur achat dans d'autres fermes (Heinrichs AJ et al. J Dairy Sci 1987, 70, 896-902).

Le recours à la SN peut constituer une méthode alternative de reproduction. Encore faut-il en maîtriser le bénéfice potentiel mais aussi savoir procéder de manière optimale à la sélection des taureaux utilisés et au suivi de leurs performances de reproduction.

Le calcul de l'intérêt économique du recours à la SN se doit de prendre en compte, le coût d'élevage ou d'achat du taureau, les frais inhérents à l'IA, la réduction des frais liés à la détection des chaleurs mais aussi selon certains la réduction de production laitière observée chez les primipares, cette perte pouvant être largement compensée par l'augmentation de la production laitière du troupeau résultant d'une meilleure fertilité issue d'une amélioration indirecte de la qualité de détection des Selection, use and management of natural service bulls. In Van Horn and Wilcox CJ eds Large Dairy Herd Management. Champaign AM Dairy Sci Assoc 1992, 209).

L'effet dit de biostimulation résultant de la présence d'un mâle au sein d'un troupeau est bien connu, particulièrement chez les petits ruminants. Dans l'espèce bovine il ne peut être négligé surtout en phase précoce du postpartum, période pendant la quelle, la folliculogenèse passe d'un état statique à un état dynamique (Pelissier CL Theriogenology 1976, 6 575-603).

Quelque soit son niveau génétique, le choix du taureau demeure essentiel. Aussi l'évaluation de sa capacité de reproduction et y compris celle de détecter les chaleurs doit être soigneusement évaluée (BSE : breeding Soundness Evaluation : Chenoweth PJ A new bull breeding soundness evaluation form. Proc Am Meeting Soc Theriogenology, 1992 : 63). Cet examen doit être annuellement effectué. La valeur génétique des taureaux utilisés devrait être équivalente à celle des taureaux utilisés en IA sous peine de voir la production laitière se réduire au fil des ans, la perte pouvant être de 300 kgs de lait par lactation et par génération.

Le recours à la SN pose le problème de la quantification de la fertilité du troupeau, les données étant plus difficile à collecter que dans le cas de l'IA. Certaines méthodes ont été proposées. Elles ont fait l'objet d'un développement plus complet dans le cadre du chapitre 28 relatif à la gestion de la reproduction bovine.

Le recours à la SN, n'exclut en rien la mise en place d'un suivi des vaches au cours du postpartum en vue de

détecter aussi rapidement que possible et donc de les traiter des pathologies comme les infections utérines ou encore l'anoestrus.

7. Pour en savoir plus ...

Brice et al. L'insémination artificielle chez les petits ruminants. *Le Point Vétérinaire*, 1997,28,185:1641-1647.

Goffaux M. Techniques de congélation de la semence de taureau. Part 1 . *Elevage et Insémination*, 1990,240,3-14.

Goffaux M. Techniques de congélation de la semence de taureau. Part 2 : congélation, décongélation et conservation. *Elevage et Insémination*, 1991,241,3-18.

Impact de l'IA sur l'économie d'un élevage :

<http://www.inra.fr/Internet/Produits/PA/an1998/num981/mallard/jm981.htm>

Matériel d'insémination artificielle : <http://www.imv-technologies.com/indexbis.cfm>

Réglementations OIE en matière d'insémination : http://www.oie.int/fr/normes/mcode/F_00123.htm

L'IA chez les éléphants

http://64.109.54.135/natural_history/aiwork.asp

http://www.zoovienna.at/e_besam.html

<http://www.si.edu/opa/researchreports/00102/elephant.htm>

- L'IA chez les grands carnivores sauvages

<http://www.5tigers.org/adventures/handbook/d3a.htm>

http://news.nationalgeographic.com/news/2002/06/0612_020612_TVlion.html

Howard, J.G. et al. (1997): Sensitivity to exogenous gonadatropins for ovulation induction and laparoscopic artificial insemination in the cheetah and clouded leopard. *Biol. Reprod.* 56(4): 1059-1068.

Howard, J.G. et al. (1996): Successful ovulation induction and laparoscopic intrauterine artificial insemination in the clouded leopard. *Zoo Biology*: 15: 55-69.

Reece, B., B. Dresser, G. Reed, P. Russel, L. Kramer, K. Pindell and P. Berringer., 1981, An interspecies embryo transfer from Bengal tiger (*Panthera tigris*) to African lion (*Panthera leo*). , *Am. Assn. Zool. Parks & Aquar. Ann. Proc.* (pp.165-7)

Reed, G., B. Dresser, B. Reece, L.Kramer, P. Russell, K. Pindell and P. Berringer., 1981, Superovulation and artificial insemination of Bengal tigers (*Panthera tigris*) and an interspecies embryo transfer to the African lion (*Panthera leo*). , *Am. Assn. Zoo Vet. Ann. Proc*

Donoghue, A. M.; Johnston, L. A., Armstrong, A.L.; Tilson, R. L.; Wolff, P. L.; Petrini, K. R.; Simmons, L. G.; Gross, T. , and Wildt, D. E., 1990, In vitro fertilization and embryo development in vitro and in vivo in the tiger (*Panthera tigris*). , *Biol. of Reproduction*: (43:733-44)

Donoghue, A. M.; Johnston, L. A., Seal, U.S.; Armstrong, D. L.; Tilson, R. L.; Wolf, P.; Petrini, K.; Simmons, L. G.; Gross, T. , and Wildt, D. E., 1990, Successful in vitro fertilization and embryo transfer in the tiger (*Panthera tigris*). , *AAZPA (Am. Assoc. Zool. Parks Aquariums) Annu. Conf. Proc.* (p. 503-7)

Dresser, B., L. Kramer, P. Russel, G.Reed and B. Reece., 1981, Superovulation and artificial insemination in Bengal tigers (*Panthera tigris felis*), African lions (*Panthera leo*) and a Persian leopard (*Panthera pardus saxicolor*). , *Am. Assn. Zool. Parks & Aquar. Ann. Proc.* (pp.149-51)

Dresser, B. L., C. S.Sehlhorst, G. Keller, L. W. Kramer and B. Reece. , R. L. Tilson and U. S. Seal, 1987, Artificial insemination and embryo transfer in the felidae. Noyes Publications, *In: Tigers of the World: The Biology, Biopolitics, Management and Conservation of an Endangered Species*, eds: (pp.287-95), Park Ridge, NJ.

Haensel, R., and J. Haensel., 1972, Observations and experiences in artificial tiger-breeding. In German., *Zool. Gart. N. F.* (41:97-113)

Johnston, L. A.; Donoghue, A. M.; O'Brian, S.J. , and Wildt, D. E., 1991c., Rescue and maturation in vitro of follicular oocytes collected from nondomestic felid species. , *Biology of Reproduction*: (45:898-906)

Miller, A. M., 1990, In vitro fertilization of tiger oocytes. , *Tiger Beat*: (3(1):10)

Miller, A. M.; Johnston, L. A., Seal, U.S.; Armstrong, D. L.; Simmons, L. G.; Gross, T.; Tilson, R. L.; Wolf, P.; Petrini, K. , and Wildt, D. E., 1990, Hormonal induction of ovarian activity and in vitro fertilization in the tiger (*Panthera tigris*). , *Proceedings Soc. Stud. Reprod. Biol. Reprod.*: (Suppl. 1, 42:128)

L'IA chez les oiseaux

http://www.falconersweb.com/captive_breeding_2/page3.html

<http://homepage.powerup.com.au/~calderj/Nigeltonkinai.html>

Harrison, G. J., and D. Wasmund. 1983. Preliminary studies of electro-stimulation to facilitate manual semen collection in psittacines. *Proc. Ann. Meet. Assoc. Avian Vet.* 1983:207-213.

L'IA chez les primates

<http://www.primate.wisc.edu/pin/topics/genetics2.html>

Douglass, E. M. (1981) First gorilla born using artificial insemination. *International Zoo News* 28(1), No. 170, 9-

15.

L'IA chez les marsupiaux

<http://www.koala.net/ed/protect/conserve.htm>

<http://www.marsupialcrc.com.au/webhome/GGOAL2.htm>

http://www.newcastle.edu.au/discipline/biology/marsupialcrc/high_99.html

L'IA chez les reptiles et les amphibiens:

Induced spawnings, artificial insemination, and other genetic manipulations, in Armstrong and Malacinski (editors). Developmental Biology of the Axolotl. Oxford, 1989. pp. 228-235.

8. Tableaux

Tableau 1 : Données générales relatives à l'insémination artificielle en Belgique (Source : Ministère de l'Agriculture, service de l'Élevage)

	N IA total X 1000 (1)	N IA éleveur X 1000	%	N IA 1ères X 1000 (2)	% du cheptel inséminé (3)	N inséminateurs	N insémin / inséminateur
1970	821	-	-	525	40	142	3419
1980	900	-	-	558	39	137	4078
1990	1066	-	-	686	45	164	4201
1995	897	114	11	590	42	146	3717
1996	818	107	11	553	40	136	3689
1997	791	-	-	544	39	133	3680
1998	791	126	14	534	39	135	3536
1999	762	131	15	519	38	135	3433
2000	734	137	16	503	38	133	3339

Non compris les inséminations privées

Ne sont pas en Wallonie comptabilisées les inséminations privées

Calculé par le rapport entre le nombre d'inséminations premières (y compris en Flandre les inséminations privées) et le nombre total de vaches et de génisses de plus de deux ans ajouté de 25 % du nombre de génisses de 1 à 2 ans

Tableau 2 : Evolution du nombre d'inséminations premières (x 1000) par race (%) (Source : Ministère de l'Agriculture, service de l'Élevage)

	BBB	PR	PN/H	BR	Autres	Total
1995	276 (47)	123 (21)	161 (27)	25 (4)	4 (1)	590 (100)
1996	249 (45)	119 (21)	162 (29)	15 (3)	8 (2)	553 (100)
1997	244 (45)	118 (22)	165 (30)	11 (2)	6 (1)	544 (100°)
1998	248 (46)	109 (20)	162 (30)	10 (2)	5 (2)	534 5100)
1999	253 (49)	95 (18)	156 (30)	8 (2)	7 (1)	519 (100)
2000	250 (50)	86 (17)	152 (30)	7 (1)	8 (1)	503 (100)

() pourcentages

BR race Blanc Rouge

Autres cad Rouge, Jersey, Limousin, Charolais, Blonde d'Aquitaine et autres

Tableau 3 : Comparaison du nombre d'inséminations premières (x1000) par région et par race en l'an 2000 (Source : Ministère de l'Agriculture, service de l'Élevage)

	BBB	PR	PN/H	BR	Autres	Total
Flandre	110	66	104	7	3	290 (58 %)
Wallonie	140	20	48	-	5	213b (42 %)
Total	250	86	152	7	8	503
Total (%)	50	17	30	1	2	100

Tableau 4 : Risque de transmission de facteurs infectieux par le sperme

1	Risque modéré à élevé	
	Brucellose	+
	BVD	+
	Campylobactériose	+
	Fièvre aphteuse	+
	Haemophilose	+
	IBR	+
	Mycoplasmosse	+
	Pseudomonas, E.Coli	+
	Rinderpest	+
	Stomatite vésiculeuse	NR
	Trichomonase	+
	Tuberculose	+
2	Risque de transmission faible	
	Bluetongue	+
	Leucose enzootique	+
	Bovine ephemeral fever	NR
	Akabane virus	+
	Leptospirose	+
3	Peu d'informations disponibles	
a	Epizootic haemorrhagic disease	+
	Bovine immunodeficiency-like virus	+
	Paratuberculosis	+
	Pleuropneumonie contagieuse	+
b	Lumpy skin disease	+
	Rift valley fever	NR
	Q fever	+
	Rage	NR
	Haemorrhagic septicaemia	NR
	Bovine malignant catarrhal fever	NR
	BSE	NR
	Listeriose	+
	Anaplasmose	NR
	Babesiose	NR
	Chlamydieuse	+
	Champignons	+

Tableau 5 : Production de sperme chez les bovins et les buffles (D'après Thibier et Wagner 2000)

Régions	N centres de collectes	N centres de stockage	N taureaux	N doses congelées	N doses fraîches
Afrique	18	161	646	55.204	1.484.850
Amérique du Nord	69	73	9627	0	43.270.500
Amérique du Sud	71	138	530	0	5.917.269
Extrême orient	188	644	9228	8.874.920	63.938.027
Moyen orient	17	124	268	16.794	2.559.640
Europe	239	455	19.803	2.694.903	115.176.785
Total	602	1595	40.102	11.641.821	232.347.071

Tableau 6 : Statistiques nationales relatives à l'IA (d'après Foote 1998).

Pays	N d'IA	% sperme congelé	N spz (en millions)
Autriche	915.490	100	25
Australie	1.600.000	100	20
Belgique	581.000	100	12 à 15
Brésil	2.861.852	100	40
Canada	1.500.000	100	15
Danemark	787.848	100	15
France	4.800.000	90	20
Allemagne	5.577.981	98	10 à 20
Israël	150.000	100	20
Pays-bas	1.659.496	100	selon les taureaux
Nouvelle Zelande	3.800.000	37	1 à 2
USA	10.466.000	100	10 à 30

Tableau 7 : importance de l'IA en France (2005)

Races	Nbre IA 1ères	% par rapport au total	Evolution 2001-2004	Taureaux mis en testage
Holstein	2.220.958	52.1%	-9,5%	1096
Charolais	498.966	11.7%	+0.0%	630
Montbéliarde	461.204	10.8%	-3,4%	77
Normande	405.902	9.5%	-11,3%	165
Limousine	252.368	5.9%	-4,4%	143
Blonde d'Aquitaine	160.506	3.8%	-5,4%	24
Blanc-Bleu Belge	80.290	1.9%	+ 73,8%	10
INRA 95	60.534	1.4%	+ 12,6%	
Autres races	159.309	2.9%	+ 5%	47
Total	4.300.037	100		