

7^{ème} Congrès mondial de génétique des animaux d'élevage

Le 7^e Congrès mondial de génétique des animaux d'élevage a eu lieu fin août à Montpellier. Parmi près de 1 000 articles soumis au cours de cette semaine, deux grands thèmes se détachent qui montrent :

- une avancée des technologies et recherches statistiques liées à la génétique et,
- la réponse à une attente sociale des consommateurs et des producteurs pour un élevage plus soucieux des caractères fonctionnels (reproduction, longévité) et comportementaux de l'animal, tant pour améliorer sont bien être que les marges économiques qui en découlent.

Ces thèmes sont souvent entrecroisés avec deux outils importants de la recherche en génétique : les Loci à

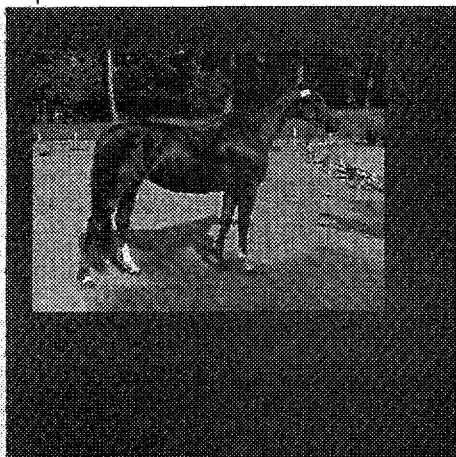
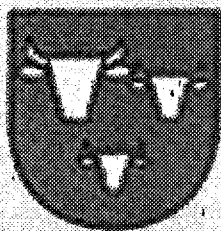
Caractère Quantitatif ou QTL et les termes de génétiques moléculaires que sont le gène candidat et le clonage positionnel (voir définitions plus après). Le QTL est un locus impliqué dans la variation de caractères quantitatifs. Il est repéré par des séquences proches de lui sur le chromosome et facilement repérables par examen biochimique. Le repérage des marqueurs permet ainsi le repérage quasi-systématique du QTL d'intérêt et sa sélection dans les populations.

LA RECHERCHE EN GÉNÉTIQUE "CHEVAL"

Le premier fait de ce congrès, peu surprenant mais inquiétant, est la faiblesse de la représentation des généticiens

équins (1/2 journée de présentation, une vingtaine d'articles) et leurs préoccupations souvent bien loin de ceux des autres productions. Ainsi, nous remarquons l'absence des études de lien entre le génotype et l'économie, de génétique du comportement, la présence discrète des caractères fonctionnels (un article sur la reproduction); le fait positif est l'avancée de la génétique moléculaire qui, cependant, compte encore un retard important face aux bovins et porcins dont les ressources financières facilitent l'avancée. Enfin, nous sommes surpris de voir que le groupe Interstallion, formé en 1998 sur le modèle de l'Interbull, chargé de réfléchir aux programmes de sélection et à l'harmonisation des indices génétiques ait peu avancé depuis l'année passée.

7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production



Diversité génétique / politique d'élevage

- la sauvegarde de la diversité génétique ne passe pas forcément par la conservation des races les plus en danger mais par les plus diverses génétiquement
- la consanguinité est un problème croissant chez les vaches holstein du à leur expansion internationale et leur sélection sévère
- l'internationalisation nécessite la connexion des élevages pour comparer correctement les valeurs génétiques

Chevaux :

- peu ou pas du tout de considération sur le comportement, l'alimentation, interactions économiques d'où un retard croissant par rapport aux autres espèces
- réflexion sur la coordination de l'évaluation des chevaux de sport en Europe
- croissance de la recherche moléculaire
- paramètres génétiques plus difficiles à trouver car effectifs moins grands que dans les études sur les autres espèces d'élevage
- la notation des scores radiologiques est peu à moyennement héritable et on n'observe pas de corrélation significative avec la performance

Evaluation des stud-books européens

Ainsi, la présentation générale de E.P.C KOENEN sur le testage et l'évaluation génétique des chevaux de sport au niveau international ressemble étrangement à celle faite au 52^{ème} congrès de l'EAAP (Fédération européenne de zootechnie) à Budapest en 2001; l'auteur synthétisait ici les résultats des questionnaires envoyés à 19 associations de race européennes afin d'établir les possibilités d'harmonisation des contrôles de performances pour faciliter l'échange de reproducteurs entre stud-books. Les objectifs de sélection semblent rester dans le flou tant les associations de race ont peine à perdre l'idée d'un "noble, bon et beau cheval" comme seul but. On observe ainsi que le modèle est favorisé par rapport aux allures, au comportement et aux aspects sanitaires; pour autant on ne démod pas des critères habituels de modèle tels "noble", "expressif", pour leur possible lien avec le prix de l'animal, sans penser à des critères de conformation, plus objectifs, comme pour d'autres espèces.

Le saut d'obstacles reste l'objectif majeur devant le dressage, le concours complet et l'attelage.

Il existe trois types de contrôles: les tests en station, les tests de performances sur le terrain et les résultats en compétition. Le premier, pratiqué en Allemagne, Suède, Hollande, Hongrie et Grande-Bretagne, a l'avantage de tester les chevaux dans les mêmes conditions; ainsi on obtient de fortes héritabilités (0,4 à 0,6) et corrélations génétiques (0,7 à 0,9) par rapport aux résultats en compétition. Cependant, il est fort coûteux et ne sert qu'à un faible nombre d'individus.

Les tests de performances se déroulant en général sur un jour avec possibilité de répétition (d'où son nom plus commun de test-day), sont utilisés sur les jeunes étalons en Belgique, Finlande, Norvège et France mais aussi chez les jeunes juments. Ils ont l'avantage de pouvoir tester un grand nombre d'animaux dans la journée: jusqu'à 60 % des juments du Hanovre peuvent être testées dans l'année. La précision des évaluations est ici moins bonne car le temps est trop court et le propriétaire a la possibilité de pré-entraîner son animal. Les héritabilités sont faibles à moyennes (0,1 à 0,3) et sont corrélées à 65 % avec les résultats en compétition.

Enfin les enregistrements des résultats en compétition offrent un grand nombre de données sur les classements, gains et scores pour un faible coût. Mais ces données sont généralement peu répétables et les héritabilités sont équivalentes à celles des tests de performances; de plus, les résultats sont plus tardifs que ceux vus précédemment.

Les schémas de sélection comprennent peu de caractères en dehors de la performance. L'évaluation du modèle est présente dans tous les pays. Seuls les jeunes étalons sont testés sur leur santé: maladies osseuses, cryptorchidie... La Suède est le seul pays à inclure des critères de santé dans les tests de performances et peut ainsi apprécier 35 % de ses chevaux de 4 ans. Les caractéristiques de comportement sont parfois observées lors des tests en station et la fertilité n'est pas un critère de sélection.

L'évaluation génétique porte principalement sur le CSO (7 pays), le dressage et la conformation (chacun 5 pays) et le concours complet (1 pays, la France). Les évaluations génétiques peuvent se fonder sur les résultats en compétition ou sur les tests de performance; ainsi on observe trois types d'évaluations:

Selon les modèles d'évaluation, des corrections sont faites pour l'âge et le sexe; plus rarement, nous rencontrons des corrections en fonction du lieu de résultat, du cavalier et de l'environnement du cheval.

L'auteur souligne la faible précision des objectifs des stud-books et notamment dans le choix de la discipline à améliorer; ainsi, sachant que les disciplines sont peu corrélées entre elles, la sélection sur une discipline entraîne très peu d'amélioration (voir une détérioration) sur une autre. E. Koenen suggère notamment de suivre les exemples bovins et porcins pour associer des poids aux critères de sélection en fonction de leur importance économique. La possibilité de connection entre les pays est plus faible que pour les bovins en raison d'un manque d'uniformité des critères et du peu d'échange de reproducteurs. Enfin, il remarque que le principal obstacle à un programme d'évaluation commun est le manque de recul (pas de corrélations

et héritabilités solides) des évaluations de certains pays.

Les écarts de sélection pouvaient d'ailleurs s'observer dans deux études qui concernaient les programmes d'évaluations des jeunes chevaux en Suède et en Hollande.

Un tiers des chevaux suédois de 4 ans sont, depuis 1973, évalués par un test de qualité du cheval de selle (RHQT), sur 1 jour, afin de déterminer leurs aptitudes au dressage et au CSO grâce à des épreuves de saut et d'allures sous la selle, de conformation et d'un examen sanitaire; en 1999, le stud-book a choisi d'y ajouter un test à 3 ans (YHT), en remplacement au concours de modèle traditionnel, pour les juger en conformation, aux allures en main et au saut en liberté.

On observe, en comparant les deux tests:

- le manque de données pour le YHT,
- des héritabilités supérieures pour le YHT (les animaux ont été moins manipulés) comprises entre 0,2 et 0,4
- et, fait plus surprenant, des corrélations positives entre aptitudes au dressage et au CSO, ce qui contredit la majorité des études à ce sujet (l'objectif principal des chevaux suédois, le dressage, doit peser plus, alors que les tests de CSO peuvent être plus simples que dans des pays dont c'est l'objectif principal, d'où un recentrage vers un cheval "universel").

Ces résultats présentent des valeurs d'héritabilité et corrélation entre caractères bien plus hautes que celles généralement indiquées dans la littérature. Il est nécessaire d'observer plus de chevaux à 3 et 4 ans afin d'établir des conclusions solides.

L'étude comparative entre le premier test d'inspection des étalons du KWPN et leurs résultats en compétition montre des résultats plus encourageants. Les héritabilités des résultats à ces tests sont moyennes à élevées (soit supérieure à 0,2): on remarquera que l'héritabilité du trot est plus élevée que celles du pas et galop et que le caractère de saut (en liberté) le plus héritable pourrait être la puissance.

Les corrélations génétiques entre ces données du FSI sont

- supérieures à 0,7 entre les allures,

1. Intérêts des différents modes de sélection sur performance (d'après Koenen et Aldridge, 7 th WCGALP, 2002):

	Atouts	Contraintes
Tests en station	Mêmes conditions de milieu $0,4 < h^2 < 0,6$	peu d'individus testés très coûteux
Tests de performance, tests sur un jour	grand nombre d'animaux testés rapide	précision moyenne à faible: $0,1 < h^2 < 0,3$ moins corrélé aux résultats en compétition
Résultats en compétition	données facilement disponibles coûts faibles	plus longs à obtenir précision moyenne à faible: $0,1 < h^2 < 0,3$

- négatives entre le pas et le trot et, les caractéristiques de saut, et faiblement positive entre galop et saut,
- supérieure à 0,95 entre les différentes caractéristiques de saut ce qui pourrait indiquer un contrôle par un complexe de gènes communs.

Ces tests montrent une efficacité intéressante qui pourrait, à l'avenir, annuler le deuxième test, de 70 jours en station; en effet, les paramètres génétiques semblent moins précis que ceux du test de 70 jours mais la base de sélection utilisée est plus large; de plus, nous observons des corrélations génétiques entre les résultats du FSI et la carrière en compétition comprises entre 0,37 et 0,72 pour le dressage et, 0,81 et 0,92 pour le CSO. Enfin, l'auteur remarque une corrélation négative entre tests de dressage au FSI et carrière en CSO et, inversement, test de CSO lors du FSI et résultats en dressage, ce qui est en accord avec les données bibliographiques.

Le cheval de course

Deux interventions sur le cheval de course étaient présentées par B. Langlois, pour le Pur-sang, et A.E. Bugislaus pour le trotteur allemand.

La première est une étude originale destinée à prédire les chances de chaque cheval à se placer dans des courses de galop, sur le plat ou à l'obstacle, à partir des données généalogiques et des gains, avec plus de 15 années de recul. Ce travail original montre que, en France, il n'est pas possible de déterminer la probabilité pour un cheval de se placer en utilisant uniquement la généalogie. La meilleure façon de prédire si un cheval sera placé ou non placé, une année donnée, en plat ou en obstacle, est de connaître ses performances antérieures mais, l'inexactitude reste importante car, il est assez facile de prédire qu'un cheval sera non placé car il a été non placé auparavant, cas le plus fréquent; en revanche, lorsque l'on prédit que le cheval sera classé car il a été classé auparavant, on se trompe une fois sur six. C'est la proportion du nombre de chevaux classés faible qui est en partie responsable des erreurs.

Nous notons aussi un déséquilibre important entre les renseignements que peuvent apporter le père et la mère; ainsi, l'information apportée par la mère est significative alors que celle du

père n'indique rien sur les performances à venir; enfin, pour la première fois, on observe des corrélations négatives entre les résultats en plat et en obstacle.

La deuxième intervention montre qu'il est intéressant de prendre en compte l'effet individuel de chaque course dans l'évaluation génétique des trotteurs pour éviter un biais présent lorsque l'on utilise un effet fixe pour des catégories de courses.

Les avancées en génétique moléculaire équine

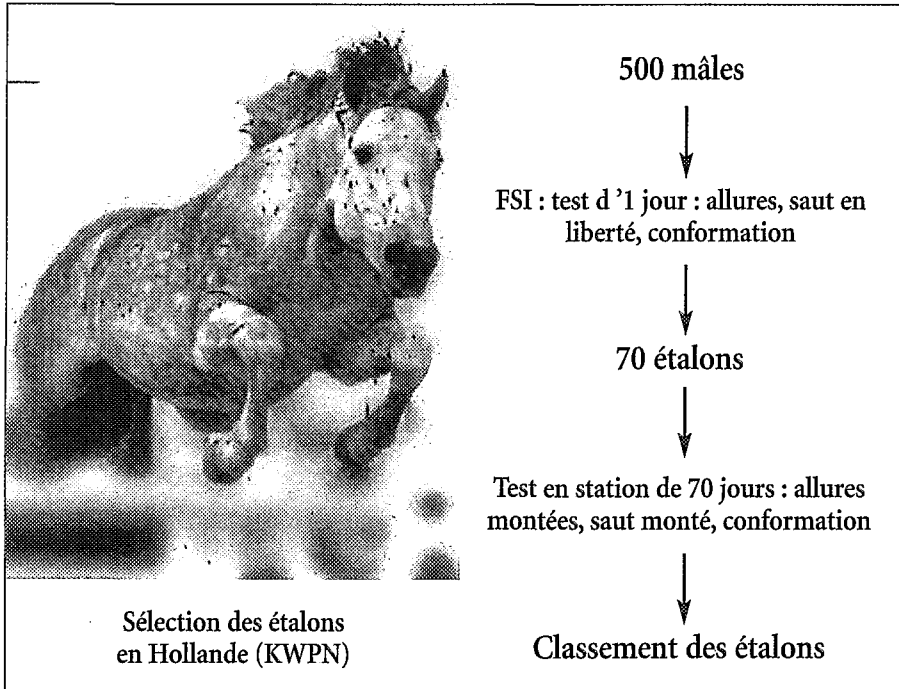
G. Guérin (INRA) reprend, de manière très pédagogique, les grandes lignes de la recherche sur la génétique moléculaire et les applications possibles ou déjà existantes pour le cheval. La génétique moléculaire est un complément puissant de la génétique quantitative qui est efficace lorsque le caractère est dirigé par beaucoup de gènes, à petits effets, mais pas dans le cas où le caractère est défini par un seul gène ou quelques gènes, dont un à effet majeur.

Les généticiens moléculaires utilisent principalement 2 techniques:

- Le clonage positionnel qui consiste à repérer les régions du génome puis les

2. Evaluation génétique sur performance selon les pays (d'après Koenen et Albridge, 7 th WCGALP, 2002):

Pays	Caractère	Type de renseignements utilisés
Belgique	CSO Conformation	Classement en compétition Classement en présentation
Danemark	CSO, dressage, conformation	Résultats des tests de 1 jour
France	Dressage, CCE, CSO	Gains en compétition Classement en compétition
Allemagne	Dressage, CSO Conformation	Classements en compétition Résultats des tests (perf. et station) scores
Irlande	CSO	Classements en compétition
Suède	Conformation, CSO, dressage	Résultats des tests de 1 jour
Hollande	Dressage, CSO Conformation	Meilleur niveau en compétition Résultats des tests (perf. et station) Scores



leur paramètres génétiques sont disponibles dans le compte-rendu des Journées de la Recherche Equine de 2001 et 2002 (éditions Haras Nationaux, médiathèque du cheval).

Enfin, les présentations orales sur le cheval se sont terminées par l'étude des variances et covariances de la durée de gestation de la jument avec les effets d'environnement provenant de la mère et de l'individu lui-même. Quatre modèles ont été développés pour analyser les 1943 enregistrements de gestation

La variance phénotypique de la durée de gestation est comprise entre 93 et 97 jours, pour une moyenne à 340 jours. Nous pouvons percevoir une héritabilité faible des effets maternels (2 à 7 %) mais ils permettent d'obtenir un modèle dont les résultats sont plus répétables (47 % contre 35 %). Il semble intéressant de prendre en compte l'effet maternel et d'environnement individuel permanent dans l'estimation de la durée de gestation pour obtenir des résultats plus héritables et répétables.

RÉSISTANCE AUX MALADIES, REPRODUCTION, COMPORTEMENT: DES CARACTÈRES D'IMPORTANCE CROISSANTE DANS LA SÉLECTION DES ANIMAUX D'ÉLEVAGE.

Résistance aux maladies: un lien important avec l'économie de l'élevage.

La résistance aux maladies est souvent citée comme le prochain grand objectif pour les généticiens. En effet, le coût des maladies dans l'élevage est estimé à 17 % du chiffre d'affaires en Europe et de 35 à 50 % dans les pays en voie de développement; de plus, les gouvernements tendent de plus en plus à restreindre l'utilisation des antibiotiques. Il faut bien différencier ici les termes de résistance (ne pas déclarer la maladie) et de tolérance (maladies acceptées comme obstacle à la vie productive). Les caractères de résistance sont moyennement ou peu héritables soit, une héritabilité souvent comprise entre 0 et 0,4. Trois axes de recherche se dessinent: la résistance au parasite, la sélection pour revenir à des systèmes plus extensifs et la recherche moléculaire.

gènes intervenant dans un caractère grâce à une carte génétique; ainsi, on peut retrouver un gène en connaissant les marqueurs proches de ce gène.

- L'approche "gène candidat" compare des caractères semblables chez des individus de différentes espèces; par exemple, on utilise des gènes connus sur la souris et on fait l'hypothèse qu'ils sont aussi en cause chez le cheval.

Les deux techniques sont utilisées chez le cheval car elle sont souvent complémentaires. L'objectif est d'identifier des gènes intéressants pour l'élevage tels ceux de résistance à des maladies, ceux impliqués dans les caractéristiques de reproduction,

Les premiers gènes d'intérêt chez le cheval ont été identifiés récemment et concernent

- deux maladies: l'hyperkaliémie paralysante périodique (HYPP) et l'immunodéficience sévère combinée,
- un caractère pléiotropique (gène qui a plusieurs effets): le syndrome léthal overo du poulain blanc,
- deux couleurs de robe: l'alezan et le noir.

Des détails sur ces résultats sont présentés dans l'exposé de G. Guérin aux Journées de la Recherche Equine de 2001 et 2002 (Les Haras Nationaux).

La recherche en génétique moléculaire voit ici ses premiers résultats mais nécessite d'importants soutiens financiers, une collaboration internationale déjà très active et surtout, une collecte

de données de terrain sur des caractères dont on soupçonne qu'ils sont héritables. La France est actuellement en retard sur ce point par rapport aux Etats-Unis mais possède, dans le SIRE, un outil performant à compléter par ce genre d'informations et utiliser.

Caractères fonctionnels

L'intervention de A. Ricard (Les Haras nationaux - INRA) retrace les résultats sur l'héritabilité des lésions ostéo-articulaires juvéniles chez le cheval de sport français; les données sont collectées à partir des mesures effectuées par l'équipe de J.-M. Denoix. Les anomalies radiographiques ont des fréquences, dans l'échantillon étudié de 1500 chevaux, comprises entre 1 et 13 % alors que les suspicions d'anomalies sont trouvées sur 2 à 26 % de l'échantillon. 37 % des chevaux analysés n'avaient pas d'anomalies et seulement 15 % ne pouvaient être suspectés.

On estime ici que l'héritabilité des malformations ostéo-articulaires est moyenne (entre 0,20 et 0,30) sachant que ce chiffre pourrait augmenter avec la gravité du cas; en comparant les études équivalentes dans d'autres stud-books, il semble que ces chiffres dépendent de la race; enfin, l'incidence des scores radiographiques sur la performance n'est toujours pas significative, excepté pour des scores importants. Des détails sur les scores radiographiques et

naux riches en renseignements par individu (grâce au pointage, à l'enregistrement de données cliniques telles le vêlage et les maladies), le monde du cheval ne possède pas cette logique de groupement des acteurs de la filière qui permet celui des informations. Mais, la génétique équine est aussi gênée par des considérations sociales qui bloquent l'avancée scientifique; de nombreuses résistances existent encore aujourd'hui face à la sélection génétique (les indices) qui est pourtant apparue avant celle des bovins - semblable et très performante - dans notre élevage.

Ces résistances, confinent nos chercheurs dans un objectif: faire d'abord accepter le BLUP, pour avancer plus

loin ensuite. La filière cheval acceptera-t-elle que cet animal dont les performances restent mystérieuses du point de vue génétique soit mis à nu? Car, en fait, le BLUP n'est qu'un modèle statistique complexe qui représente bien la réalité des performances mais ne la cerne peut-être pas du tout.

Espérons-le car, que d'ouvertures cela procurerait:

- connaissance de la fertilité et de sa transmission, pour sélectionner efficacement les animaux les plus fertiles

- connaissance du comportement et de sa transmissibilité pour améliorer la soumission à l'homme mais aussi la "rage de vaincre" qui est tant soulignée par les cavaliers des grands champions

- connaissance de la valeur économique des caractères sélectionnés (conformation, allures, saut) pour déterminer lesquels peuvent améliorer réellement la rentabilité de l'élevage

- connaissance des interactions entre le milieu et le génotype pour favoriser la performance grâce à des génotypes adaptés aux spécificités de nos divers élevages: telle lignée peut avoir ses performances favorisée grâce à un élevage plus ou moins extensif, un entraînement ou une équitation plus ou moins durs...

V. DELAPORTE

ETRANGER

Les actions à l'international

Dès la mise en place de l'établissement public, celui-ci a voulu traduire sa volonté d'intervenir comme acteur de développement au service de la filière, notamment par la définition d'une véritable et nécessaire politique internationale.

Les atouts des Haras nationaux sont nombreux:

- Très bonne image de marque à l'étranger due à un savoir-faire reconnu, depuis de nombreuses années.
- Une connaissance de la filière dans sa globalité.
- Des cadres à la technicité déjà connue et reconnue à l'étranger (juges, chercheurs, formateurs)
- Une très bon maillage du terrain avec des moyens mobilisables
- Un capital génétique (notamment en matière de chevaux de sports) qui fait encore référence.
- Le fichier central des équidés qui peut-être mobilisé.
- Le prestige de certains sites et des événements qui s'y déroulent (Haras du Pin, Pompadour, Le Lion d'Angers, etc...)

Ces actions à l'international sont de plus en plus un moyen de formation et de

motivation des cadres de l'établissement leur permettant une vision un peu plus large de la filière.

L'environnement dans lequel les Haras nationaux sont amenés à intervenir (interprofession qui se met en place, UNIC en cours de restructuration), suppose avec des actions bien définies, une politique claire, parfaitement en symbiose avec les interventions des autres acteurs de la filière. En tout état de cause, cet environnement justifie un positionnement à l'international transparent, avec des objectifs complémentaires des actions des autres intervenants.

Les Haras nationaux ont un rôle d'écoute, de coordination, d'information et d'entraînement très important à jouer à ce niveau là. Le choix des priorités suppose une connaissance des secteurs concernés, qui justifiera la mise en place de référentiels dans le cadre d'une veille économique. Dans l'immédiat, ces priorités peuvent être définies en relation avec les postes d'expansion économique concernés et les attachés agricoles d'ambassades.

Ces priorités seront déterminées:

- Par analyse des demandes institution-

nelles qui nous parviennent en relation avec les PEE

- En concertation avec l'interprofession et l'UNIC.

Cette politique, au service de la filière, s'appuyant sur notre image, peut s'articuler autour des 4 grands thèmes suivants:

- Partenaires de la profession pour les actions de promotion internationale
- Relations institutionnelles à l'étranger concernant le cheval
- Référence technique au service de l'international.
- Pôle d'informations et de données.

Partenariats avec la profession pour des actions de promotion en se mettant au service de la filière

La coordination des actions de promotion et la définition des priorités, paraissent plus que jamais nécessaire. La définition des priorités doit se faire en relation avec les différents organismes concernés (SOPEXA, ACTIM, DPEI, ADPETA, UNIC) en permettant la mise en commun des moyens de chacun. En tout état de cause, les choix définitifs devront être définis par la profession avant d'être soumis au conseil d'administration.