

## Utilisation des gènes majeurs et des races locales. Suggestions pour l'aviculture des pays de la Méditerranée

Merat P.

*in*

Sauveur B. (ed.).  
L'aviculture en Méditerranée

Montpellier : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 7

1990

pages 15-27

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI901574>

To cite this article / Pour citer cet article

Merat P. **Utilisation des gènes majeurs et des races locales. Suggestions pour l'aviculture des pays de la Méditerranée.** In : Sauveur B. (ed.). *L'aviculture en Méditerranée*. Montpellier : CIHEAM, 1990. p. 15-27 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 7)



<http://www.ciheam.org/>  
<http://om.ciheam.org/>

# Utilisation des gènes majeurs et des races locales

## Suggestions pour l'aviculture des pays de la Méditerranée

Philippe MERAT

Laboratoire de Génétique Factorielle  
Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Jouy-en-Josas (France)

### I. – Introduction

*Y-a-t-il un besoin de génotypes adaptés à des conditions locales ?*

*La production avicole est importante dans les pays méditerranéens comme sources de protéines animales. Les conditions d'élevage de tout ou partie de l'aviculture de ces pays s'écartent-elles des normes réalisées en général dans l'industrie, ou serait-il économiquement justifié qu'elles s'en écartent ? Si oui, ces conditions entraînent-elles une baisse de productivité ? Dans ce cas, y a-t-il des génotypes mieux adaptés que d'autres, et les croisements de type commercial sont-ils les plus performants possibles ? Seule une réponse à ces questions peut justifier un effort spécial de recherche génétique, puis éventuellement de sélection.*

*En se limitant à un type intensif d'élevage, et éliminant ainsi les milieux trop extrêmes, les suboptimales d'environnement qui peuvent s'écarter du standard industriel pour des raisons économiques sont principalement :*

- des aléas climatiques (hausses de température plus ou moins fortes et prolongées) avec l'emploi de bâtiments légers économiques,*
- des rations à teneur plus basse en protéines et/ou en énergie, éventuellement à taux plus élevé en éléments peu ou non digestibles («fibres»), par incorporation d'aliments produits localement,*
- des problèmes sanitaires particuliers, en corrélation avec les autres spécificités de l'environnement.*

*Quant à la stratégie d'amélioration génétique pour obtenir des génotypes mieux adaptés à des conditions non optimales, elle n'a d'objet que lorsque ces génotypes ne coïncident pas exactement avec les souches commerciales existantes ; mais elle partira logiquement de ces dernières pour conserver leur haut niveau de production, en les modifiant au minimum. Dans cette optique, il peut être plus facile d'incorporer un ou quelques gènes connus dans une lignée plutôt que d'entreprendre une sélection coûteuse et laborieuse sur la thermotolérance par exemple. A l'inverse, partir de populations locales adaptées mais à faibles performances pour les rendre plus productives est aléatoire et a priori difficile et long ; par contre, une souche améliorée peut, compte tenu d'un possible hétérosis et avec une amélioration limitée de la première, mériter examen.*

*Nous illustrerons ces deux types d'approches par quelques exemples expérimentaux ; puis nous essaierons d'envisager plus largement les perspectives de recherche et d'amélioration génétique dans l'avenir.*

## II. – Exemples de facteurs adaptifs : Gènes majeurs ou souches locales

### 1. «Cou nu » et thermotolérance

Le gène «cou nu » réduit le plumage dans plusieurs régions du corps (de 30% au total) et augmente ainsi les déperditions caloriques vers le milieu ambiant et par suite le besoin énergétique et la consommation alimentaire. On comprend que, par voie de conséquence, il ait une influence favorable sur les performances de l'oiseau à température ambiante élevée. Ses effets dans ce sens ont été étudiés en détail et les résultats correspondants récemment passés en revue (Merat, 1986) (**Tableaux 1 et 2**).

Pour la production «chair» (**Tableau 1**), le gène «cou nu» est une assurance contre les «coups de chaleur», approchant ou dépassant 40°C. Au dessus de 25° et surtout de 30°, il apporte en outre un avantage pour la croissance pondérale. L'indice de consommation à ces températures est aussi légèrement meilleur pour les poulets «cou nu» que pour les autres, alors qu'à une température de 20°, et en dessous, l'efficacité alimentaire des premiers est nettement inférieure à celle des seconds. A ces atouts en conditions climatiques chaudes, s'ajoute un meilleur rendement à l'abattage (de 2% par suite de la réduction du plumage) et en viande (pectoraux plus développés), ces deux derniers avantages existant à toute température.

Pour la production d'œufs, une réduction de la mortalité en climat chaud a été vérifiée par Rauven *et al.* (1986). Par ailleurs, si le gène «cou nu» augmente le poids moyen des œufs quelle que soit la température, cette augmentation est plus marquée en ambiance chaude (jusqu'à 3-4 g pour le génotype Na Na), où d'autre part les pondeuses «cou nu» ont un indice de consommation, une ponte et une solidité des coquilles d'œufs légèrement meilleurs que les pondeuses à plumage normal d'origine comparable (Merat, 1986). En outre, et quoiqu'un effet sur la fertilité n'ait pas encore été démontré, cet effet n'est pas impossible dans certaines conditions car nous avons trouvé à toute température une production de sperme notablement plus élevée associée au gène «cou nu» (Hammade *et al.*, 1987). Par contre, indépendamment de la température également, le taux d'éclosion est de l'ordre de 10% inférieur pour les poussins «cou nu» par rapport à leurs homologues normaux. Cependant, en climat chaud, ce défaut est loin de compenser les autres avantages.

Même si le bilan paraît positif au total pour certaines conditions d'environnement, un problème est que, pour qu'une lignée commerciale possède le gène Na en vue de croisements destinés à certaines aires géographiques, il faudrait introduire ce gène à partir de populations non commerciales. Ceci conduirait à une duplication de cette lignée parentale, accroissant le coût de sa maintenance, et, d'autre part, il y aurait à prévoir une baisse momentanée de performances dans la lignée où ce gène serait introduit, d'où quelques retards à rattraper par la sélection. Une autre solution serait peut-être d'introduire le gène Na dans une souche locale destinée à être croisée à une souche importée ? Nous reviendrons sur les diverses stratégies concevables. Par contre, il reste que pour réduire de façon importante l'extension ou le pouvoir isolant du plumage en vue d'adaptations climatiques, des gènes majeurs comme Na, ou encore peut-être comme F («frisé»), source de déperditions caloriques accrues lui aussi, paraissent la seule voie efficace. Un bilan intégrant les avantages selon les zones climatiques et les saisons dans ces zones, et l'extension des ères correspondantes, doit en préciser le réel attrait économique.

### 2. Nanisme lié au sexe, efficacité alimentaire et thermotolérance

Le gène *dw* lié au sexe, qui réduit la taille d'environ 30% chez les poules adultes, est utilisé dans des croisements commerciaux pour la production de poulet de chair. Il n'a pas d'effets défavorables sur l'éclosion ou la survie, ni sur la ponte, du moins dans les souches lourdes, et il ne diminue que modérément (5 à 10%) le poids des œufs. En conséquence, et du fait de son caractère récessif, il est incorporé dans des lignées maternelles de type «chair» destinées à être croisées à une lignée mâle de

type *Cornish* et de génotype normal ( $dw^+ Dw^+$ ). L'avantage d'un tel croisement est une économie de 20 à 25% sur la consommation alimentaire de la productrice, qui, au surplus, produit un nombre de poussins un peu plus élevé qu'une poule lourde «classique» comparable, avec très peu d'oeufs à deux jaunes ou sans coquille. La croissance des poulets issus de ce croisement est normale, avec toutefois un poids à l'abattage abaissé de 2 à 4%, à âge égal, pour les mâles seuls, sans effet décelable sur l'indice de consommation (Guillaume, 1976 ; Merat, 1984). Le bilan est positif si l'on considère l'ensemble du cycle d'élevage, coût de revient du poussin compris.

Cet avantage est général, mais du fait qu'il concerne l'économie de la production, il peut être particulièrement intéressant dans des zones où une partie importante de l'aliment est importée en élevage industriel.

Un autre aspect concerne un effet positif possible de gène  $dw$  sur la thermotolérance. D'une façon générale, des résultats expérimentaux concordants indiquent qu'à âge égal, une petite taille (indépendamment d'un gène particulier) permet une meilleure survie à des températures élevées (cf. revue par Hartmann et Merat, 1986 ; Meltzer, 1987). Les expériences publiées portent sur des populations variées, en phase de croissance, quelquefois en ponte. Il est vraisemblable que cet effet correspond en tout ou partie à un accroissement des pertes de chaleur vers le milieu ambiant par suite d'un rapport surface/volume plus élevé lorsque la taille décroît. Il y a donc une présomption en faveur de l'utilisation de reproductrices «nanifiées» lorsque des maxima élevés de température sont fréquents. Nous n'avons pas connaissance de données expérimentales publiées quant à l'effet à cet égard du gène  $dw$  dans une lignée «chair» du type «vedette», mais seulement dans des lignées de pondeuses type *Leghorn* ; Horst et Petersen (1979) et Rauven (1985) ont noté un avantage relatif du gène  $dw$  pour la ponte et une moindre mortalité adulte en climat chaud. On a donc des raisons de penser qu'à l'économie d'aliment apportée par l'emploi de reproductrices chair nanifiées s'ajoute, dans certains climats, une meilleure thermotolérance. Contrairement au gène «cou nu», les lignées commerciales existent déjà, et le problème reste plutôt un besoin de résultats de testage publiés.

Un raisonnement analogue peut s'appliquer à l'emploi éventuel du gène  $dw$  pour réaliser des «pondeuses nanifiées» : dans les situations où il apporterait un gain d'efficacité alimentaire, on peut penser (tenant compte des résultats de Horst et Petersen, 1979) qu'un avantage supplémentaire serait à considérer en zones chaudes. Cette formule présente davantage de difficultés que celle concernant la production «chair», à cause d'une réduction de nombre d'oeufs (5 à 15%) par le gène  $dw$  en souches «ponte», s'ajoutant à celle du poids moyen des oeufs, quoique l'indice de consommation, en moyenne, ne soit pas affecté défavorablement. Il se trouve d'autre part qu'en ambiance chaude, il y a une complémentarité avantageuse entre les gènes  $dw$  et  $Na$ , le second augmentant non seulement le poids des oeufs mais aussi la ponte et l'efficacité alimentaire de pondeuses «nanifiées» (Merat, 1986). Cette interaction des deux gènes mériterait, semble-t-il, d'être testée dans des conditions de type méditerranéen ou subtropical.

### **3. Souches locales ou expérimentales, hétérosis et réponse à des conditions suboptimales**

On manque de données précises, souvent, sur les performances de populations indigènes comparées à des croisements importés. Cependant, il y a un accord général sur le très grand décalage du niveau de production entre les deux, même compte tenu des conditions locales. Par contre, certains croisements de première génération entre population locale et souche importée sont supposés réunir, compte tenu d'un hétérosis possible, une productivité soutenant davantage une comparaison avec les animaux commerciaux et une partie au moins de l'adaptation des souches indigènes.

- Quelques facteurs d'adaptation de populations locales

#### a) Thermotolérance

Au préalable, l'observation des populations locales indique la nature de quelques facteurs adaptatifs. La race égyptienne *Fayoumi* est connue pour sa tolérance vis-à-vis de la chaleur. Ainsi, pour des pondeuses *Fayoumi* de même origine gardées en cages individuelles, les unes entre 15° et 21°C, les autres soumises à un cycle journalier de 27°C en période obscure, à 31°C en période éclairée, le nombre et le poids moyen des oeufs n'étaient pas affectés par la température (Merat et Bordas, 1982). A cet égard, la petite taille de cette race est certainement favorable ; on note aussi sa faible excrétion d'eau (Merat *et al.*, 1983) et le fait que les poussins *Fayoumi* résistent plus longtemps à une privation d'eau que ceux d'autres races (Ueno *et al.*, 1977). De même Arad et Marder (1982 a, b) comparant des poules locales et *Leghorn* à température élevée en laboratoire ou en conditions naturelles, ont observé pour les secondes une baisse de ponte et une mortalité plus importantes ; la variété locale montre à température élevée une capacité d'indigestion d'eau plus rapide (Arad, 1982), une baisse des échanges respiratoires et du métabolisme (Arad et Marder, 1982c). Les mêmes auteurs notent la petite taille des oeufs, l'épaisseur et la faible conductance vis-à-vis de la vapeur d'eau des coquilles de la race indigène et suggèrent que ces particularités aussi pourraient avoir une signification adaptative. Il en est de même dans la *Fayoumi*, dont la qualité des coquilles bien connue est un facteur favorable à la conservation des oeufs et à l'éclosion.

#### b) Résistance à des agents pathogènes

Cette race a d'autre part la réputation d'être relativement résistante à divers agents pathogènes : virus du sarcome de Rous (Prince, 1958) ou coccidiose (*E. Tenella*) par comparaison avec une lignée *Rhode-Island* (Hamet et Merat, 1982).

Le **Tableau 3** résume ce dernier résultat.

#### c) Adaptation à des rations «pauvres»

Par contre, la *Fayoumi* n'apparaît pas particulièrement économe d'aliment en présence d'une ration standard ; au stade de pondeuse, sa consommation à poids et à production équivalents est plus élevée que celle d'une lignée *Rhode-Island* et il en est de même de l'un des croisements réciproques entre ces deux races (Abd El Latif *et al.*, 1987). On peut suggérer un rapprochement avec les données de Abdou *et al.* (1982) montrant une présence plus fréquente à la mangeoire pour des pondeuses *Fayoumi* que pour des poules *Rhode-Island*. On peut se demander si cette tendance de la *Fayoumi* à «surconsommer» ne résulte pas d'une sélection naturelle pour utiliser des aliments «pauvres» ou peu appétents. L'activité élevée de la *Fayoumi* signalée par exemple par Kamar et Khalifa (1964) pourrait aussi aller dans le même sens. D'autre part, selon Abd El Rahman (1975), des poules *Fayoumi* supportent relativement bien une ration diluée avec de la sciure et de l'urée. Une observation préliminaire (Abd El Latif *et al.*, 1987) montre enfin une différence de réponse au type de ration entre des poules d'une lignée *Rhode-Island* sélectionnées pour une faible consommation alimentaire, des poules *Fayoumi* et les deux croisements réciproques entre ces lignées : la ponte et l'ingestion alimentaire en présence d'un aliment contenant 50% d'orge étaient nettement abaissées par rapport à l'aliment témoin pour les poules R.I.R et l'un des croisements, peu pour la *Fayoumi* et l'autre croisement.

#### • Performances de croisements F1 entre souches locales et importées

Les données publiées de performances de croisements de première génération entre des lignées locales et importées sont peu nombreuses. L'exemple suivant (**Tableau 4**, d'après Merat *et al.*, 1983) montre des résultats de ponte en conditions de testage en batteries en France pour des poules *Fayoumi*, R.I.R et leurs croisements réciproques. On constate un hétérosis important, notamment pour le croisement ( $\sigma$  *Fayoumi* ×  $\text{♀}$  R.I.R). La valeur absolue des performances en nombre et poids moyen des oeufs, quoiqu'inférieure à la moyenne des croisements commerciaux dans les mêmes conditions, est relativement bonne et l'adaptation de la race parentale *Fayoumi* à des conditions locales fait penser que ce croisement de

première génération pourrait être plus compétitif dans un climat plus chaud, en particulier pour le poids des oeufs, et peut-être avec un aliment moins «riche». On peut se poser une question analogue pour d'autres croisements de ce type, incluant des souches locales ou même expérimentales (**Tableau 4**).

Des données sur des hybrides de poules locales d'Irak et la race *New Hampshire* ont été obtenues (Al Rawi et Amer, 1973). De même, Arad et Marder (1982) observent que le nombre d'oeufs des F1 entre *Sinai Bedouin* et *Leghorn* est plus proche de la *Leghorn* meilleure pondeuse, mais leur taux de mortalité est moindre à température élevée.

- Adaptations de populations expérimentales ou sélection pour une adaptation

Des lignées ou croisements expérimentaux peuvent aussi différer pour leur adaptation, notamment à des rations particulières. Ainsi, divers croisements ou lignées de type «ponte» diffèrent pour leur réponse au taux protéique. Sharpe et Morris (1965) indiquent un taux de 12,5% de protéines totales comme suffisant pour des poules croisées (R.I.R x Sussex) alors qu'un taux de 16,5% était nécessaire à des hybrides *Leghorn* blanches pour atteindre leur ponte maximum. Des différences analogues sont obtenues par exemple par Krautman (1970), Liljedahl *et al.* (1973). Ces derniers auteurs observent entre types génétiques des différences de réponse limitées mais significatives à des variations de taux protéique au stade ponte, concernant tantôt le nombre des oeufs, tantôt leur poids moyen, tantôt l'efficacité alimentaire. Il s'agit dans ces exemples de lignées non sélectionnées par avance pour une réponse au type d'aliment. Plus rare est ce dernier cas : Kraft et Terzaghi (1970), à partir de populations commerciales ou de croisements entre celles-ci et des souches locales, ont obtenu en peu de générations une amélioration considérable de leur taux de survie et de leur croissance en présence de rations suboptimales, contenant une proportion importante de sorghos à teneur élevée en tanins, de tourteau de coton non traité ou d'algues : ce résultat suggère donc que l'on peut sélectionner des génotypes supportant un taux relativement élevé de sous-produits dans l'aliment.

### III. – Perspectives de recherche sur des facteurs adaptatifs

Partant des exemples précédents, on peut proposer quelques perspectives de recherches sur l'apport de gènes identifiés ou de populations locales vis-à-vis des aléas climatiques, de la ration et d'agents pathogènes.

#### 1. Adaptation climatique

Pour améliorer génétiquement la réponse d'une lignée à la chaleur, une analyse au moins sommaire des composantes physiologiques de cette réponse est nécessaire, en vue d'efforts limités à des points précis.

Parmi les facteurs affectant directement les échanges de chaleur (thermolyse et thermogénèse), des exemples ci-dessus ont illustré l'influence de la taille corporelle sur ces échanges et la réduction possible de celle-ci par un gène comme *dw*, ou par croisement avec une population locale. Pour la production de poulet de chair cependant, l'adaptation à la chaleur doit être obtenue *a priori* par d'autres moyens que par une réduction de taille au niveau du produit final. Une alternative peut pourtant consister à mettre moins l'accent sur le poids et davantage sur l'efficacité alimentaire, la viabilité, un faible engraissement. On ignore apparemment, d'autre part, si les génotypes les plus lourds en conditions tempérées ont la croissance la plus affectée ou non à température élevée. Pour la ponte, on peut réduire plus facilement la taille de l'animal, mais il y a des limites correspondant à un poids minimum pour les oeufs et éventuellement à une baisse de leur nombre pour les poules trop petites.

Le rôle de l'emplumement a déjà été souligné, ainsi que la possibilité de recourir, pour améliorer la thermotolérance, à des gènes majeurs qui l'influencent de façon prépondérante.

On pourrait penser accessoirement à des influences localisées sur la thermolyse, comme la taille de la crête sous l'influence, soit de polygènes, soit de gènes majeurs (comme la crête en pois qui la réduit). Une autre composante, dont l'importance est mal évaluée chez la poule, est la teneur corporelle en lipides. L'effet des lipides sous-cutanés est secondaire comme isolant thermique étant donné le rôle prépondérant du plumage, mais on peut penser à une vascularisation superficielle moindre des oiseaux plus gras, à une faiblesse cardiaque en cas de «stress» thermique ? Vu le manque d'informations sur ces points, une comparaison de lignées «maigres» ou «grasses» (Leclercq *et al.*, 1980) à des températures élevées pourrait indiquer s'il y a convergence entre l'intérêt actuel pour des poulets de chair non gras et la recherche d'une meilleure thermotolérance.

La production de chaleur quant à elle dépend du métabolisme basal de l'oiseau. Ainsi, le gène *dw*, associé à une hypothyroïdie, s'accompagne d'une réduction modérée du métabolisme et des échanges respiratoires (Guillaume, 1976) ; il est probable qu'outre la réduction de taille, ceci contribue à la différence de réponse de poules naines et normales à la chaleur.

La consommation alimentaire intervient dans la production de chaleur par l'activité des repas puis au cours de la digestion : une régulation à un niveau trop élevé peut être défavorable à la thermotolérance, une régulation plus basse risquant de diminuer les performances par apport insuffisant de nutriments. Les données manquent sur le plan expérimental ; pour la ponte, des lignées différant par l'ingestion alimentaire à production égale comme celles sélectionnées par Bordas et Merat (1984) seraient à comparer pour leur réponse à la température.

Une variabilité génétique peut affecter d'autre part des effets secondaires de la température. Parmi les effets indirects de la chaleur, la réduction de l'épaisseur et de la solidité des coquilles est connue, et à cet égard nous avons montré l'effet positif de gène «cou nu» ainsi que celui de races comme la *Fayoumi*, où l'analyse de la base physiologique de la qualité des coquilles reste à faire.

Un autre effet secondaire de températures élevées est l'accroissement possible des pertes de minéraux comme le phosphore et le potassium (Mc Cornick *et al.*, 1979 ; Gahrlich et Mc Cornick, 1981 ; Smith et Teeter, 1986), ou des modifications de l'équilibre acido-basique. Des populations adaptées peuvent renfermer dans ce sens des génotypes particuliers. On a identifié ainsi dans la race *Fayoumi* un mutant qui ralentit l'excrétion d'acide urique (Komiya *et al.*, 1977a et b ; Cole et Austic, 1980). On peut donc s'interroger sur le caractère adaptatif de cette mutation pour l'économie de ces éléments. Précisément, la chaleur tend à augmenter le taux d'acide urique plasmatique (Ward et Peterson, 1973 ; Kampa et Frascella, 1977). Dans des conditions extrêmes, il est possible que les pertes de potassium deviennent préjudiciables et qu'il soit avantageux de les réduire. Cet exemple, même s'il comporte encore une part de spéculation, suggère la recherche d'autres polymorphismes génétiques particuliers à des races locales tels des mutants biochimiques modifiant un besoin en certain métabolites, comme contribution à l'analyse de leur potentiel d'adaptation.

Le **Tableau 5** résume quelques aspects génétiques concernant les composantes physiologiques envisagées ci-dessus.

## 2. Adaptation à des rations suboptimales

Des différences génétiques en réponse à des rations à teneur suboptimale en divers éléments nutritifs existent, du fait de la variabilité de l'ingestion alimentaire et des besoins nutritionnels ; ce point a été passé en revue par Nesheim (1975).

Au niveau énergétique et protéique de la ration, l'opinion courante est que la variabilité génétique pour le rendement de la digestion est assez limitée (Nesheim, 1975) les variations prépondérantes affectant le besoin énergétique et l'indigestion alimentaire ; mais des différences comme celles citées plus haut entre lignées de pondeuses en réponse au taux protéique ont reçu peu d'interprétations. Une première approche très globale pourrait prendre en compte les répercussions de poids corporel d'une part, de la régulation de

l'appétit d'autre part, sur la réponse d'une pondeuse à un taux énergétique ou protéique suboptimal. Les poules de petite taille sont supposées avoir besoin d'une ration à teneur relativement plus élevée en protéines totales (Nesheim, 1975). Cela peut s'accorder avec le fait que la part de leur consommation utilisée pour la production d'oeufs est proportionnellement plus élevée que pour des poules de plus grande taille, la diminution du poids de la masse d'oeufs produite étant moins que proportionnelle à la diminution du poids de la pondeuse et de son niveau de consommation.

Une autre composante utile à considérer du point de vue génétique est l'écart de la consommation d'aliment en plus ou en moins de la valeur prévisible en fonction de poids corporel et de la ponte, établie sur la base moyenne de la population considérée. Cet écart calculable à partir d'une équation de régression, représente une fraction appréciable de la variabilité totale de la consommation alimentaire des pondeuses (Bordas et Merat, 1981). Il intègre la variabilité individuelle pour les besoins énergétiques liés aux échanges de chaleur, à une activité plus ou moins grande, le niveau du métabolisme, etc... La possibilité de modifier cette variable par sélection a été montrée (Bordas et Merat, 1984 ; Kolstad, 1984), et nous avons suggéré qu'une race comme la *Fayoumi* est de ce point de vue plutôt surconsommatrice. Des poules à besoin énergétique faible, sous-consommatrices, peuvent peut-être utiliser un aliment à bas taux énergétique, mais par contre leur ingestion totale de protéines risque d'être insuffisante pour une production maximum, alors qu'à l'inverse, des poules sur-consommatrices risquent de mieux supporter une ration à faible taux protéique. Un facteur limitant supplémentaire serait éventuellement la capacité d'ingérer une quantité suffisante d'aliment en un temps donné dans le cas d'une ration « pauvre » ; on a observé des différences entre souches lourdes et légères de ce point de vue chez le jeune (Masić *et al.*, 1974 ; Barbato *et al.*, 1980).

Par rapport à des sub-carences plus spécifiques, l'intérêt pratique d'une sélection est moins vraisemblable. Des exceptions peuvent concerner une matière première répandue, présentant un inconvénient limité à certains génotypes. Dans les pays tempérés, cette situation est celle du colza dont l'incorporation dans les rations pour pondeuses est cause d'une mauvaise odeur (passage de triméthylamine dans le jaune) pour les oeufs des individus porteurs d'un gène relativement facile à éliminer (Butler et Fenwick, 1984). Des analyses similaires relatives à d'autres matières premières pourraient mériter d'être entreprises.

### 3. Résistance à des agents pathogènes

L'apport de facteurs de résistance par des races locales reste en grande partie à inventorier, pour contribuer à évaluer l'avantage possible de l'incorporation de ces races dans des croisements. De ce même point de vue, des gènes identifiés sont à considérer ; certains confèrent une résistance à des agents pathogènes spécifiques (virus leucosiques, Payne, 1985) ; le complexe majeur d'histocompatibilité est associé à des différences de sensibilité au virus de Marek (Bumstead, 1985), mais aussi à des effets moins spécifiques sur la réponse immunitaire. L'intérêt porté à ces gènes est très général (voir Gavora et Spencer, 1978), quoique leur prise en compte n'ait pas encore débouché au stade de la pratique du fait de son coût et du caractère souvent non total de la résistance conférée par voie génétique. Par contraste, les vaccinations apportent une protection s'approchant de 100%. Cependant, elles aussi rencontrent des échecs. Parmi diverses causes, on peut penser à une baisse des réponses immunitaires à des températures élevées (Thaxton, 1978) ou sous l'effet d'autres agressions (voir par exemple Gross et Colmano, 1971 ; Gross, 1986). Ceci étant, pourrait-on chercher à augmenter génétiquement la réponse immunitaire à certaines vaccinations ? Cette voie a été suggérée implicitement par Van Der Zijp (1983) ; une expérience de sélection dans ce sens a été réalisée par Cahaner *et al.* (1986).

## IV. – Perspectives d'amélioration génétique

Bien entendu, le type de recherches évoqué ne conduit pas nécessairement à une application immédiate qui demande la réunion de nombreuses conditions. Il représente l'une de ces conditions, par une meilleure connaissance de la variabilité génétique disponible et de ses potentialités.

Une autre condition, prolongement de la recherche, est la possibilité de testage, dans des conditions locales, des lignées commerciales courantes, éventuellement aussi de leur croisement avec des populations indigènes ou même des lignées expérimentales. Hartmann (1973), Salichon (1983) insistent sur l'importance de ce testage sur place. Il pourra seul vérifier non seulement les différences entre divers types commerciaux, mais aussi s'il existe des «combinaisons génotype-environnement» distinctes des croisements commerciaux en élevage industriel standard et plus avantageuses pour le producteur ou pour le consommateur local. Précisément parce que certains génotypes à tester, non courants actuellement, représentent une potentialité à essayer, il nous semble nécessaire, en complément du testage *in situ*, de disposer d'un échelon de «testage prospectif» associé à la recherche mais s'approchant raisonnablement des conditions réelles (température avec fluctuations, rations avec ingrédients locaux disponibles...).

Si certaines formules testées paraissent intéressantes pour le producteur de certains pays, d'autres conditions sont requises pour qu'un sélectionneur les réalise. Le coût d'obtention de génotypes «adaptés» (introduction de gènes, duplication d'une lignée parentale, perte momentanée d'intensité de sélection) même s'il diminue grâce à des techniques de génie génétique, sera mis en balance avec le bénéfice obtenu par un marché élargi, cet élargissement dépendant des avantages du génotype modifié dans telle ou telle aire géographique. Il reste aussi à évaluer dans quelle mesure l'adaptation génétique à des conditions suboptimales ne s'oppose pas génétiquement à une production maximale : l'effet favorable d'une petite taille pour la thermotolérance est difficile à concilier avec des performances «chair» maximum ou, dans des cas limites, avec un poids d'oeufs suffisant. De même, une réduction du plumage, avantageuse à température élevée, fait baisser l'efficacité alimentaire en conditions tempérées ou saison froide. Un «appétit» élevé, plus généralement, peut valoriser une ration «pauvre» (si cela se justifie économiquement) mais détériorer l'indice de consommation avec une ration standard. Inversement, si l'objectif de sélection est souhaitable à la fois en conditions optimales et en milieu suboptimal (faible engraissement ?), cette information sera utile à l'obtention d'une meilleure adaptation à ce milieu.

## V. – Conclusion

Nous nous sommes limités à la considération des conditions modérément suboptimales, correspondant à des modifications limitées des conditions d'élevage dans un contexte de type industriel, et, de même, à des génotypes de type commercial (adaptés sur des points précis). Nous pensons avoir montré que des efforts de recherche et de testage sont d'abord nécessaires pour établir, quand l'objectif en vaut la peine, les moyens de réalisation restant ensuite à élaborer.

### Bibliographie

- ABD-EL-LATIF M., BORDAS, A., MERAT, P., 1987.- Genotype-diet interaction in Fayoumi and Rhode-Island red layers and their crosses.- In : *Génét. Sél. Evol.*, **19**, pp. 127-133.
- ABD-EL-RAHMAN M.M., 1975.- Influence of high fiber contents in poultry rations on egg production.- In : *Indian J. Anim. Sci.*, **45**, pp. 567-569.
- ABD-EL-LATIF M., ABOU-ASHOUR A.M., KANDEL A.B., 1972.- Some diurnal rhythm in the activity of the fowl.- In : *Alexandria J. Agric. Res.*, **20**, pp. 219-227.
- AL-RAWI B.A., AMER M.F., 1973.- Egg production from Iraqi hybrids.- In : *Iraqi J. Agric. Sci.*, **8**, pp. 1-7.
- ARAD Z., 1982.- Effect of water deprivation and heat exposure on body weight loss and drinking capacity in four breeds of fowl (*Gallus domesticus*).- In : *Comp. Biochem. Physiol.*, **73**, 2A, pp. 297-299.
- ARAD Z., MARDER, J., 1982, a.- Comparison of the productive performance of the Sinai Bedouin fowl, the White Leghorn and their crossbreeds ; study under laboratory conditions.- In : *Brit. Poult. Sci.*, **23**, pp. 329-332.

- ARAD Z., MARDER., 1982, b.- Differences in egg-shell quality among the Sinai Bedouin fowl, the commercial White Leghorn and their crossbreds.- In : *Brit. Poult. Sci.*, **23**, pp. 107-112..
- ARAD Z., MARDER J., 1982, c.- Effect of long-term heat acclimatization on the thermoregulatory mechanisms of the desert Sinai and the White Leghorn fowls (*Gallus domesticus*).- In : *Compar. Biochem. Physiol. A*, **72**, pp. 185-190.
- AUSTIC R.E., 1983.- Variation in the potassium needs of chickens selected genetically for variation in blood uric acid concentrations.- In : *Poult. Sci.*, **62**, pp. 365-370.
- BARBATO G.F., CHERRY J.A., SIEGEL P.B., VAN KREY H.P., 1980.- Quantitative analysis of the feeding behaviour of four populations of chickens.- In : *Physiol. and Behaviour*, **25**, pp. 885-891.
- BORDAS A., MERAT P., 1981.- Genetic variation and phenotypic correlations of food consumption of laying hens corrected for body weight and production.- In : *Brit. Poult. Sci.*, **22**, pp. 25-33.
- BORDAS A., MERAT P., 1984.- Correlated responses in a selection experiment on residual feed intake of adult Rhode-Island red cocks and hens.- In : *Annales Agriculturae Fenniae*, **23**, pp. 233-237.
- BUMSTEAD N., 1985.- Genetics of the major histocompatibility complex in chickens.- In : *Poultry genetics and Breeding*, Ed. W.G. Hill, J.M. Manson, D. Hewitt, pp. 25-35, et In : *British Poultry Science*, Longman, Harlow, U.K.
- BUTLER E.J., FENWICK G.R., 1984.- Trimethylamine and fishy taint in eggs.- In : *Wld's Poult. Sci. J.*, **40**, pp. 38-51.
- CAHANER A., PITKOVSKI J., HELLER E.D., PELEG B.A., 1986.- Divergent selection of meat-type chickens for high and low early antibody production to *Escherichia coli* and the Newcastle disease virus vaccines. 3rd Wld Congress of Genetics applied to livestock production, Lincoln, Nebraska, U.S.A., **XI**, pp. 648-653.
- COLE R.K., AUSTIC R.E., 1980.- Hereditary uricemia and articular gout in chickens.- In : *Poult. Sci.*, **59**, pp. 951-960.
- EVANS R.M., SCHULTZ R.W., MONGIN P., 1971.- Effects of a high protein, "carbohydrate free" diet on liver and kidney constituents and kidney function in chicks.- In : *Compr. Biochem. Physiol.*, **40 A**, pp. 1029-1041.
- GAHRLICH J.D., Mc CORMICK C.C., 1981.- Interrelationships between environmental temperature and nutritional status of chicks.- In : *Fed. Proc.*, **40**, pp. 73-76.
- GAVORA J.S., SPENCER J.L., 1978.- Breeding for genetic resistance to disease : specific or general ? - In : *Wld's Poult. Sci. J.*, **34**, pp. 137-148.
- GROSS W.B., 1986.- Effect of dose of antigen and social environment on antibody response of high and low antibody response chickens.- In : *Poult. Sci.*, **65**, pp. 687-692.
- GROSS W.B., COLMANO G., 1971.- Effect of infections agents on chickens selected for plasma corticosterone response to social stress.- In : *Poult. Sci.*, **50**, pp. 1213-1217.
- GUILLAUME J., 1976.- The dwarfing gene dw : its effects on anatomy, physiology, nutrition, management. Its application to poultry industry.- In : *Wld's Poult. Sci. J.*, **32**, pp. 285-304.

- HAMET N., MERAT P., 1982.- Etude des particularités de la poule Fayoumi. II. Résistance à la coccidiose (*Eimeria Tenella*) de poussins Fayoumi, Rhode-Island et de leur croisement.- In : *Ann. Génét. Sél. Anim.*, **14**, pp. 453-462.
- HAMMADE H., PETITJEAN M., DOUAIRE M., MALLARD, J., MERAT P., 1987.- Effet du gène Na (cou nu) chez des coqs élevés à deux températures. II. Caractéristiques du sperme et reproduction.- In : *Génét. Sél. Evol.*, **19**, pp. 89-108.
- HARTMANN W., 1973.- Random sample tests, usefulness and possible application in developing countries.- In : *Arch. Geflügelk*, **37**, pp. 197-203.
- HARTMANN W., MERAT P., 1986.- Recent research on the breeding of egg production stocks. 7<sup>e</sup> conférence avicole européenne, Paris, 1, pp. 49-59.
- HORST, P., PETERSEN J., 1979.- Der Effekt des Dwarf-Genes auf das Akklimatizations vermögen von Legehennen an hohe Umwelt temperaturen.- In : *Archiv. F. Geflügelk.*, **43**, pp. 242-245.
- KAMAR G.A., KHALIFA M.A.S., 1964.- The effect of environmental conditions on body temperature of fowls.- In : *Brit. Poultry Sci.*, **5**, pp. 235-244.
- KAMPA I.S., FRASCELLA D.W., 1977.- Blood uric acid levels during hyperthermic stress.- In : *Life Sci.*, **20**, pp. 1373-1376.
- KOLSTAD N., 1984.- Selection experiments in poultry in Scandinavia.- In : *Rev. Acta Agriculturae Fenniae*, **23**, pp. 188-195.
- KOMIYAMA T., UENO T., MIYAZONO Y., 1977, a.- Breed differences in the articular gout incidence induced by feeding high protein diet.- In : *Jap. Poultry Sci.*, **14**, pp. 10-14.
- KOMIYAMA T., UENO T., MIYAZONO Y., 1977, b.- Selection for a gout line and a non-gout line.- In : *Jap. Poultry Sci.*, **14**, pp. 15-18.
- KRAFT S., TERZAGHI A., 1970.- Genetica Nutricional en la Adaptacion de estirpes de Aves para Regiones en Desarrollo. C.R. *XIVe Congrès mondial d'aviculture*, Madrid, 1, pp. 78-82.
- KRAUTMANN B.A., 1970.- Genetic variations in response to marginal diets. C.R. *XIVe Congrès mondial d'aviculture*, Madrid, 1, 83-87.
- LECLERCQ B., BOYER J.P., BLUM J.C., 1980.- Selecting broilers for low or high abdominal fat : initial observations.- In : *Brit. Poultry Sci.*, **21**, pp. 107-113.
- LITJEDAHL L.E., WILHELMSON M., CARLGREN A.B., 1973.- Genotype-Nutrition interactions in white Leghorn strains.- In : *Acta Agriculturae Scandinavica*, **23**, pp. 127-138.
- MARDER B., 1973.- Temperature regulation in the Bedouin fowl (*Gallus domesticus*).- In : *Physiol. Zool.*, **46**, pp. 208-217.
- MASIĆ B., WOOD-GUSH D.M.G., DUNCAN I.J.H., Mc CROQUODALE C., SAVORY C.J., 1974.- A comparison of the feeding behaviour of young broiler and layer males.- In : *Brit. Poultry Sci.*, **15**, pp. 499-505.
- Mc CORMICK C.C., GAHRLICH J.D., EDE S.F.W., 1979.- Fasting and diet affect the tolerance of young chickens exposed to acute heat stress.- In : *J. Nutr.*, **109**, pp. 1797-1809.

- MERAT P., 1984.- The sex-linked dwarf gene in the broiler chicken industry.- In : *Wld's Poult. Sci. J.*, **40**, pp. 10-18.
- MERAT P., 1986.- Potential usefulness of the Na (Naked Neck) gene in poultry production.- In : *Wld's Poult. Sci. J.*, **42**, pp. 124-142.
- MERAT P., BORDAS A., 1982.- Etude des particularités de la poule Fayoumi. I. Performances de ponte en cages individuelles à deux températures.- In : *Ann. Génét. Sél. Anim.*, **14**, pp. 241-244.
- MERAT P., BORDAS A., L'HOSPITALIER R., PROTAIS J., BOUGON M., 1983.- Etude des particularités de la poule Fayoumi. III. Ponte, caractéristiques des oeufs, efficacité alimentaire et paramètres physiologiques de poules Fayoumi, Rhode-Island et F1 en batteries.- In : *Génét. Sél. Evol.*, **15**, pp. 147-166.
- MELTZER A., 1987.- Acclimatization to ambient temperature and its nutritional consequences.- In : *Wld's Poult. Sci. J.*, **43**, pp. 33-44.
- NESHEIM M.C., 1975.- Genetic variation in nutritional requirements of poultry. Symposium Univ. of Maryland, 1974. Nat. Acad. Sci. Washington.
- PAYNE L.S., 1985.- Genetics of the cell receptors for avian retroviruses.- In : *Poultry genetics and breedings*, Ed. W.G. Hill, Manson J.M., Hewirt, D., pp. 1-16. British Poultry Science, Longman, Harlow, U.K.
- PRINCE A.R., 1958.- Quantitative studies on Rous Sarcoma virus.- In : *J. Nat. Cancer Inst.*, **20**, pp. 843-850.
- RAUEN H.W., 1985.- Auswirkungen des Gens für Befiederungsreduktion und Nackthalsigkeit (Na-gen) auf das produktive Adaptationsvermögen von Legehennen an hohe Umgebungstemperaturen.- Thèse, Univ. Berlin, 155 p.
- RAUEN H.W., HORST P., VALLE ZARATE A., 1986.- Bedeutung des gens für Befiederungsreduktion und Nackthalsigkeit (Na) für das Produktive Adaptationsvermögen von Legehennen unter hoher Temperatur Dauerbelastung.- In : *Arch. Geflügelk.*, **50**, pp. 235-245.
- SALICHON Y., 1983.- En 10 ans, l'aviculture africaine a connu une évolution rapide, mais aurait pu mieux faire.- In : *Afrique Agriculture*, **98**, pp. 29-37.
- SHARPE E., MORRIS T.R., 1965.- The protein requirement of two strains of laying pullets.- In : *Brit. Poult. Sci.*, **6**, pp. 7-13.
- SMITH M.S., TEETER R.G., 1986.- High ambient temperature stress effects on acid-base balance and potassium requirements of broilers.- In : *Poult. Sci.*, **65**, suppl. 1, 194 (abstr.).
- THAXTON P., 1978.- Influence of temperature on the immune response of birds.- In : *Poult. Sci.*, **57**, pp. 1430-1440.
- UENO T., MIYAZONO Y., KOMIYAMA T., 1972.- Breed differences in the pattern of physiological response in chickens to feed and/or water deprivation.- In : *Bull. Nat. Inst. Anim. Industry*, **32**, pp. 29-37.
- VAN DER ZIJP A.J., 1983.- Breeding for immune responsiveness and disease resistance.- In : *Wld's Poult. Sci. J.*, **39**, pp. 29-37.
- WARD M.A., PETERSON R.A., 1973.- The effect of heat exposure on plasma uric acid, lactate dehydrogenase, chloride, total protein and zinc of the broiler.- In : *Poult. Sci.*, **52**, pp. 1671-1679.

**Tableau 1 : Avantage de Na na<sup>+</sup> (cou nu hétérozygote) pour la production du poulet de chair à une température constante élevée (synthèse de plusieurs expériences - températures de 29 à 31°C (d'après Merat, 1986)**

Caractère	Avantage de Na na <sup>+</sup> (% de na <sup>+</sup> na <sup>+</sup> )
Poids des carcasses éviscérées	+ 4,6 à + 11,6
Poids de viande comestible	+ 5,9 à + 12,9
Indice de consommation (consommation/gain de poids)	- 1,1 à - 5,6
Mortalité (stress de chaleur, plus de 40°C)	(plus de 30 % de différence)

**Tableau 2 : Effets associés au gène «cou nu» sur des caractères de ponte à température élevée. Génotypes Na Na et Na na<sup>+</sup> (cou nu) exprimés en % de la moyenne du génotype na<sup>+</sup> na<sup>+</sup> prise égale à 100 (d'après Merat, 1986)**

Caractère	Lot expérimental					
	Lignée taille normale (Dw <sup>+</sup> ) à 31°C		Lignée naine (dw) à 31°C		Lignée naine (dw) à 25°C	
	Na Na	Na Na <sup>+</sup>	Na Na	Na Na <sup>+</sup>	Na Na	Na Na <sup>+</sup>
Masse totale d'oeufs pondus/28 jours	110,5	104,9	112,9	111,6	100,3	106,9
Poids moyen des oeufs	109,2	106,2	107,1	102,3	101,8	102,7
Indice de consommation (g aliment/g oeuf)	99,7	100,8	88,2	93,1	101,7	98,6
% oeufs cassés	83,8	94,8	-	-	-	-

**Tableau 3 : Résistance à la coccidiose (*E. Tenella*) de poussins Fayoumi, Rhode-Island et de leur croisement (d'après Hamet et Merat, 1982)**

Variable	<u>R.I.R.</u>	<u>Fayoumi</u>	<u>R.I.R.</u> × <u>Fayoumi</u>	<u>Fayoumi</u> × <u>R.I.R.</u>
Mortalité (%)	31,6	0,0	11,5	9,7
Note de lésions caecales (survivants et morts)	3,0	1,9	2,2	2,4

(Inoculation : 200 000 ookystes à 13 jours)

**Tableau 4 : Performances de ponte d'un croisement F1**  
 (♂ Fayoumi × ♀ R.I.R.) (conditions tempérées, batteries de ponte)  
 (D'après Merat *et al.*, 1983)

Variable	1er essai	2ème essai
Nombre d'oeufs (en 48 semaines, sur poules en poulailler)	230	239
Poids moyen des oeufs (g)	49,5	49,1
Efficacité alimentaire (g aliment/g oeuf)	3,27	3,01
% Mortalité	6,9	8,4

**Tableau 5 : Perspectives d'amélioration génétique pour des composantes physiologiques de la thermotolérance**

Composante	Variabilité génétique disponible	Problèmes posés par les températures élevées		Stratégie de sélection possible
		Caractères concernés	Problèmes*	
Poids corporel	Variation intra-lignées ; populations locales ; gènes dw	Taux de survie	PC : corrélation défavorable avec poids élevé	PC : plus d'importance accordée à : survie, efficacité alimentaire
Emplumement	Gènes majeurs (Na, F)	Survie, croissance, poids de l'oeuf, solidité des coquilles	PC et PO : gène(s) favorable(s) absent(s) des lignées commerciales	Incorporation de gènes (Na, dw) ?
Taux de lipides corporels	Variation intra-lignées	(à préciser : plus d'informations nécessaires)	Corrélations défavorables avec engraissement ?	PC : sélection en faveur de poulets «maigres» ?
Niveau du métabolisme, de l'appétit, autres adaptations physiologiques	Populations locales	Survie, ponte	PO : certains caractères adaptatifs absents des lignées commerciales	PO : essais de F1 ?

\* PC : Production chair

PO : Production d'oeufs