

## **UNE RELATION STOCK-RECRUTEMENT GENERALISEE AJUSTEE A LA PRODUCTION OBSERVEE : IMPLICATIONS SUR LA DYNAMIQUE DU RECRUTEMENT**

**Olivier Maury<sup>a</sup>**

### **I- INTRODUCTION**

Le recrutement observé connaît une telle variabilité qu'il est dans la plupart des cas impossible d'y ajuster un modèle de relation stock-recrutement. En revanche, la production observée (Y) dépend de plusieurs cohortes et donc de plusieurs recrutements ; elle est donc en quelque sorte la combinaison d'un lissage du recrutement d'une part et de l'effet de la mortalité et de la croissance d'autre part. Ce lissage est tel qu'on peut ajuster une courbe aux points de production observés : c'est la courbe de production à l'équilibre  $Y_e$  des modèles globaux.

Une méthode de détermination de la relation stock-recrutement fondée sur la comparaison d'un modèle global et d'un modèle de rendements par recrue est proposée ici.

### **II- METHODE**

Les modèles globaux qui expriment la production équilibrée en fonction de la mortalité par pêche ( $Y_e(F)$ ) contiennent implicitement de façon heuristique les effets du recrutement et ceux de la mortalité et de la croissance (Gulland, 1977 ; Sissenwine et Shepherd, 1987). Le principe proposé est, à l'aide d'un modèle de rendements par recrues ( $Y/R(F)$ ), d'isoler les phénomènes de densité dépendance pris en compte dans les modèles globaux. En faisant l'hypothèse largement admise aujourd'hui que la densité dépendance s'exprime essentiellement au niveau des stades pré-recrutés, on peut écrire :

$$Y_e(F) = \frac{Y}{R}(F) \cdot R_e(F)$$

---

(a) ENSAR halieutique, 65 rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes cedex

soit :

$$Re(F) = \frac{Y_e(F)}{\frac{Y}{R}(F)}$$

Par analogie avec le rendement par recrue, on calcule par ailleurs la biomasse féconde par recrue en fonction de F. On en déduit la biomasse féconde équilibrée BFe correspondant au recrutement équilibré Re :

$$BFe(F) = \frac{BF}{R}(F) \cdot Re(F)$$

Connaissant le recrutement équilibré et la biomasse féconde équilibrée exprimés en fonction du même multiplicateur de la mortalité par pêche, on trace la courbe paramétrée du recrutement équilibré en fonction de la biomasse féconde équilibrée. Cette courbe correspond à la relation stock-recrutement implicitement contenue dans le modèle de production ajusté.

Considérons maintenant le recrutement comme résultant de l'effet d'une relation stock-recrutement intrinsèque à la population étudiée et d'un bruit environnemental permanent extrinsèque (biotique et abiotique). Le bruit environnemental est dans la plupart des cas important, voire déterminant dans l'évolution du recrutement ; la relation stock-recrutement demeure ainsi "invisible". Pour cette raison, l'évolution du recrutement et de la biomasse féconde vers un état d'équilibre Re et BFe demeure improbable en pratique et ne garde qu'un intérêt théorique. Néanmoins, par définition, le recrutement équilibré Re (F) parcourt la courbe de la relation stock-recrutement quand F varie (Moran, 1950 in Gulland, 1977) (fig. n° 1) ; la courbe de recrutement équilibré obtenue est donc aussi la courbe de la relation stock-recrutement (R/BF). La relation stock-recrutement ainsi déterminée ne fait donc plus référence à un quelconque équilibre avec la mortalité par pêche qui ne servait qu'à parcourir la courbe théorique de recrutement équilibré.

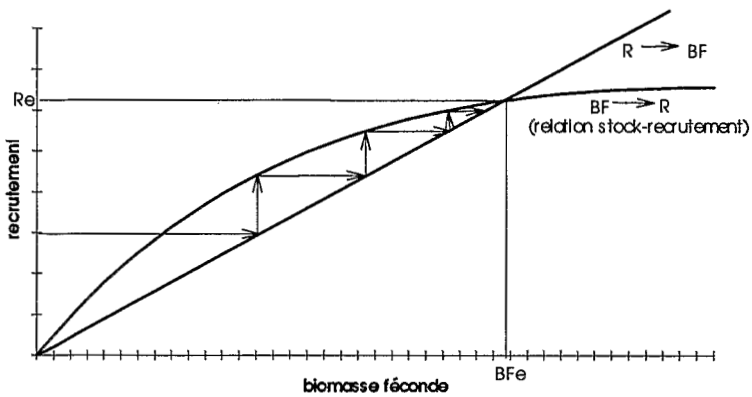


Figure n° 1. Relation théorique entre la relation stock-recrutement et le recrutement équilibré

On peut dès lors considérer la courbe obtenue comme une relation stock-recrutement ajustée non au recrutement observé, mais à la production observée. La méthode précédemment exposée est appliquée à des données réelles provenant de différents groupes de travail du CIEM chargés d'évaluer les stocks par l'analyse des cohortes.

### III- RESULTATS

#### A- Relation stock-recrutement obtenue dans le cas général

Un exemple est présenté ici à titre d'illustration : le lieu noir de la zone CIEM VIa (ouest écosses) évalué en 1991.

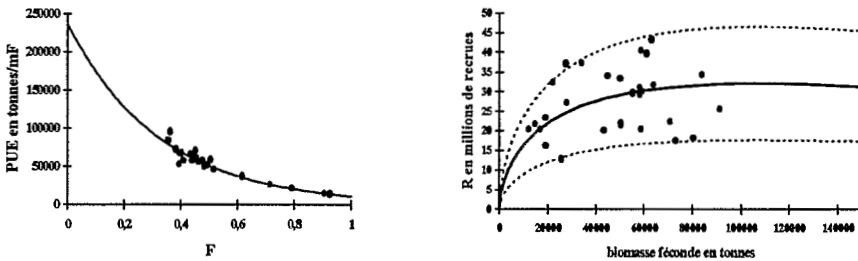


Figure n° 2. Application aux données réelles du lieu noir du stock ouest-Ecosse VIa : à gauche, l'ajustement du modèle global sur les PUE et à droite la relation stock-recrutement obtenue (courbes) et le recrutement observé (points).

L'intérêt de la méthode est de permettre l'ajustement d'une relation stock-recrutement "intrinsèque" à des données de recrutement apparemment erratiques exprimant simultanément une tendance "intrinsèque" et des perturbations environnementales "extrinsèques". La figure n°2 illustre bien l'allure satisfaisante de la relation stock-recrutement obtenue malgré l'impossibilité d'ajuster a priori une courbe au recrutement observé.

### B- Déformation de la courbe pour certaines valeurs des paramètres

Pour des valeurs réalistes des paramètres, la relation stock-recrutement obtenue se déforme jusqu'à former une boucle. A une même biomasse féconde correspondent alors deux valeurs de recrutement équilibré possibles.

Une relation stock-recrutement en forme de boucle permet d'envisager des évolutions complexes du recrutement comportant une composante non déterministe à deux modalités. Celui-ci pourrait en effet passer d'une situation de fluctuations extrinsèques autour d'une situation intrinsèque "haute" à une situation de fluctuations autour d'une situation intrinsèque "basse" (fig. n°3).

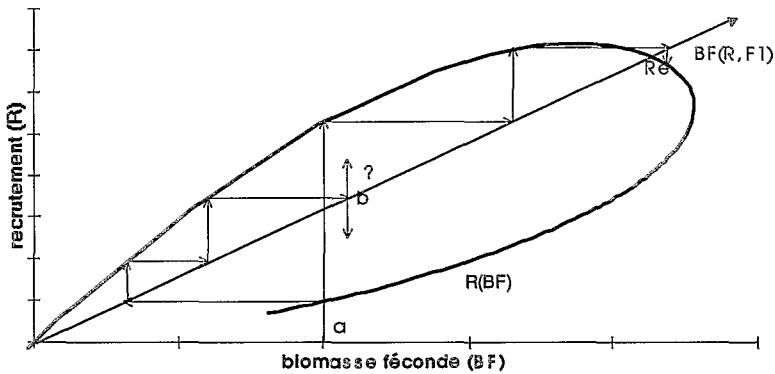


Figure n°3. Evolution théorique possible du recrutement dans le cas d'une relation en forme de boucle.

## IV- DISCUSSION

La relation stock-recrutement peut être définie comme représentant l'espérance du recrutement en fonction de la biomasse féconde. Le recrutement observé doit alors être considéré comme résultant de la combinaison de l'espérance intrinsèque et des facteurs extrinsèques. La méthode proposée est fondée sur l'ajustement d'un modèle global associé à la connaissance d'une courbe

de rendement par recrue. Le modèle global exprimant en quelques sortes une espérance de la production conditionnelle à des efforts passés, la relation stock-recrutement obtenue correspond également à une espérance conditionnelle du recrutement.

En faisant implicitement l'hypothèse que les phénomènes compensatoires de densité-dépendance ne concernent que les phases pré-recrutées, différents auteurs ont proposé d'associer une relation stock-recrutement à un modèle de rendements par recrue structuré par âge pour estimer un modèle de production (Beverton et Holt, 1957 ; Cushing, 1971 ; Garrod et Jones, 1974 ; Shepherd, 1982). Sans faire cette hypothèse, Kimura (1988) procède de même en utilisant un modèle d'analyse de réduction du stock (Kimura *et al.*, 1982 et 1984 *in* Kimura, 1988). Le principe de la méthode proposée ici est, au contraire, d'identifier dans un modèle global les effets du recrutement en les isolant des effets de la croissance et de la mortalité par comparaison avec un modèle de rendement par recrue.

La relation stock-recrutement telle qu'elle est définie ici est une **relation stock-recrutement généralisée**. Elle permet en effet d'obtenir différentes familles de courbes dont certaines sont très proches des modèles usuellement utilisés en halieutique (Ricker, 1954 ; Beverton et Holt, 1957 ; Shepherd, 1982 ; Deriso, 1980) et d'autres, comme la famille des boucles, plus surprenantes et de formes très diverses.

Naturellement, les relations ajustées sont à manier avec prudence en gardant à l'esprit d'une part les hypothèses d'ajustement du modèle global et notamment la constance du diagramme d'exploitation sur la période d'ajustement du modèle global, et d'autre part les problèmes de sensibilité du modèle de rendement par recrue.

Face à l'imprévisibilité du recrutement, une étude qualitative de son évolution (i.e. une étude de son espérance) pourrait être facilitée par la connaissance de la relation stock-recrutement généralisée. D'un point de vue quantitatif, l'évolution du recrutement pourrait théoriquement être prédite grâce à la connaissance des principaux déterminants "extrinsèques" (environnementaux) dont l'effet vient modifier la relation stock-recrutement.

**BIBLIOGRAPHIE**

- BEVERTON (R. J. H.) et HOLT (S. J.), 1957 - *On the dynamics of exploited fish populations* ; Fishery Invest., Lond., Ser. 2, 19: 533p.
- CUSHING (D.H.), 1971 - The dependence of recruitment on parent stock. *J. Fish Res. Bd Can.*, 30: 1965-76.
- DERISO (R.B.), 1980 - Harvesting Strategies and Parameter Estimation for an Age-Structured Model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 268-282.
- GARROD (D. J.) et JONES (B. W.), 1974 - Stock and recruitment relationship in the northeast Arctic cod stock and the implications for management of the stock, *J. Cons. int. Explor. Mer*, 36(1): 35-41.
- GULLAND (J. A.), 1977 - The stability of fish stocks, *J. Cons. int. Explor. Mer*, 37(3): 199-204.
- KIMURA (D. K.), 1988 - Stock-recruitment curves as used in the stock-reduction analysis model, *J. Cons. int. Explor. Mer*, 44: 253-258.
- RICKER (W. E.), 1954 - Stock and Recruitment, *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 11 (5).
- SHEPHERD (J. G.), 1982 - A versatile new stock-recruitment relationship for fisheries, and the construction of sustainable yield curves, *J. Cons. int. Explor. Mer*, 40(1): 67-75.
- SISSENWINE (M. P.) et SHEPHERD (J. G.), 1987 - An Alternative Perspective on Recruitment Overfishing and Biological Reference Points, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44: 913-918.