

# Evaluer la densité des ligneux par la méthode des dénombrements ? Une difficulté

Ph. Daget <sup>1</sup>

## Mots-clés

Pâturages - Mesure - Méthode - Echantillonnage - Végétation - Densité - Recensement - Plante ligneuse - Zone tropicale.

## Résumé

La densité des ligneux dans les savanes est parfois estimée par des dénombrements dans des aires échantillons. Les auteurs montrent que cette approche n'est pas sans risque de biais liés à l'hétérogénéité de leur répartition.

## ■ INTRODUCTION

La première de ces notes relative à la densité (3) a mis en évidence l'origine de la distorsion observée entre la densité calculée à partir des formules de Clark et Evans (1) et la densité vraie correspondant au dénombrement réel des pieds sur un hectare. Aussi certains observateurs ont-ils été conduits à penser que la seule approche possible de la densité était le dénombrement exact des individus présents sur un hectare (5). Mais c'est là une approche qui devient excessivement laborieuse dès que le nombre d'individus est abondant ; de plus, elle n'est pas sans risque de biais.

## ■ APPROCHE THEORIQUE

Lorsque les individus sont répartis uniformément dans l'espace, leur nombre par unité de surface (par quadrat) suit une loi de Poisson (4), dite souvent loi de l'hématimètre, dans les situations de ce type. Plus le quadrat est grand, plus la loi de Poisson correspondante est proche d'une loi normale.

La loi de Poisson se caractérise par un coefficient de variation égal à 1, avec :

$$CV = \frac{VAR}{MOY}$$

En d'autres termes, la variance de cette loi est égale à sa moyenne ; compte tenu du nombre  $k$  d'échantillons, l'indice de dispersion caractéristique de la distribution (2) s'écrit :

$$I = \frac{(k - 1) VAR}{MOY}$$

où  $k$  est le nombre d'unités d'échantillonnage, donc ici de placeaux. Cet indice prend la valeur  $k - 1$  dans le cas de la loi de Poisson — lorsque la répartition des individus est uniforme —, une valeur inférieure dans les cas de répartition presque régulière (on parle alors de « surdispersion ») et supérieure quand il y a répartition agrégée (c'est une « sous-dispersion »). Il existe un test standard pour vérifier si les  $k$  valeurs correspondent à une distribution agrégée ou non (2) ; il est fondé sur la statistique  $d$  :

$$d = \frac{\sum (n_i - m)^2}{m} \quad \text{ou} \quad d = \frac{I}{k - 1}$$

« La loi de  $\chi^2$  à  $k - 1$  degrés de liberté constitue une bonne approximation pour la loi de  $d$  sous hypothèse nulle. » (6)

La mise en œuvre de ce test est très simple (2). Supposons que l'inventaire de 5 placeaux ait donné les valeurs 12, 18, 25 et 32 individus, la moyenne est 18,4 ; on calcule :

$$d = \frac{\sum (n_i - m)^2}{m} = \frac{6,4^2 + 0,4^2 + 6,6^2 + 13,2^2 + 13,6^2}{18,4}$$

$$d = \frac{449,2}{18,4} = 24,4$$

Aux seuils de 5 et 1 p. 100, avec 4 degrés de liberté, les valeurs limites du  $\chi^2$  sont respectivement 11,1 et 15,1 ;  $d$  étant supérieur à la plus forte de ces limites, il est hautement significatif. En d'autres termes, il y a moins d'une chance sur 100 que les cinq valeurs observées soient la traduction d'une répartition homogène des individus ligneux de la station ; cette hypothèse doit donc être rejetée en faveur de celle d'une distribution agrégative.

Cependant, en raison des risques de première et de seconde espèce, avoir trouvé une différence significative sur un échantillon signifie qu'il est improbable que la répartition des individus soit homogène, mais c'est malgré tout possible ; avoir trouvé une différence

1. Cirad-emvt/Cnrs, Campus international de Baillarguet, TA 30/F, 34398 Montpellier Cedex 5, France ; E-mail : philippe.daget@cirad.fr

non significative indique qu'il est vraisemblable que la répartition des individus soit homogène, mais il est possible qu'elle ne le soit pas. Les statisticiens ont mis au point des méthodes pour se prémunir contre ces deux risques, mais elles seraient d'une mise en place trop lourde dans la pratique quotidienne du terrain.

Lorsque pour  $k = 5$  la valeur de  $d$  est inférieure à 0,5, l'hypothèse de la répartition uniforme doit être rejetée et la répartition des individus considérée comme presque régulière ; le calcul de la densité ne pose alors aucun problème.

Pour calculer la densité exprimée en nombre d'individus par hectare, une règle empirique en quatre points peut être suivie :

- l'inventaire de 10 placeaux de 100 m<sup>2</sup> chacun est effectué ;
- les résultats sont répartis en 2 lots de 5 placeaux qui sont traités selon la manière décrite ;
- si les 2 lots donnent le même résultat (rejet ou non), ce résultat est retenu comme définitif ;
- si les résultats sont différents, un troisième lot de 5 placeaux vient trancher.

Si l'homogénéité est retenue, la densité est immédiatement donnée par :

$$D = 100 \frac{\text{MOY1} + \text{MOY2}}{2}$$

Si elle ne l'est pas, deux voies peuvent être suivies. La première, la plus simple, consiste à retenir la médiane des valeurs utilisées :

$$D = 100 \text{ MED}$$

L'autre est de calculer les fréquences des différents effectifs à partir de la fonction binomiale négative de mêmes paramètres ; c'est une affaire de spécialistes...

## ■ MISE EN PRATIQUE

Dans une végétation arborée, on a dénombré les individus dans 2 séries de 5 placeaux ayant chacun 10 m de côté. Les effectifs trouvés sont, respectivement :

Série 1 :	20	6	24	18	14
Série 2 :	25	17	23	14	22

Les résultats sont les suivants :

Moyenne	16,4	20,2
Variance	187,2	82,8
$\chi^2$	11,41	4,099
Coefficient de variation	2,85	1,024
Signification	*	ns

Il y a une divergence entre les niveaux de signification des deux séries ; une troisième vient trancher :

Série 2 :	25	17	23	14	22
Série 3 :	19	18	14	25	24

## Summary

**Daget Ph.** Evaluation of the density of the ligneous by the count-plot analysis? A difficulty

The density of ligneous in savannah is sometimes estimated by counting in some sample areas. The authors show that this approach has a risk of bias linked to the heterogeneity of the stem distribution in the space.

**Key words:** Pastures - Measurement - Methods - Sampling - Vegetation - Density - Census - Woody plants - Tropical zones.

D'où une moyenne de 20, un coefficient de variation de 1,025 et un  $\chi^2$  de 4,1, non significatif.

Dans ces conditions, la médiane des trois valeurs — soit 20 — constitue la meilleure estimation du nombre d'individus par placeau; s'il y a 20 individus sur 100 m<sup>2</sup>, la densité est de 2 000 individus/ha<sup>-1</sup>.

## ■ CONCLUSION

La méthode présentée ici permet d'obtenir rapidement une réponse sur l'homogénéité de la répartition spatiale des ligneux (ou des individus d'une espèce particulière) dans une station, par de simples comptages en nombre réduit. Dans le cas où l'homogénéité pourrait être admise, elle donnerait la densité. Dans les autres cas, la notion de densité perd sa signification car elle est alors variable dans l'espace et le temps de manière parfois prévisible (brousse tigrée), parfois imprévisible.

Les tests proposés sont très simples et peuvent être effectués sur le terrain à l'aide d'une calculette de poche ou d'une règle à calcul (appareil presque oublié mais qui ne tombe jamais en panne puisque sans pile !). Il serait possible d'obtenir plus de précision dans les résultats par des tests exacts (2), mais le gain obtenu ne semble pas proportionné à la lourdeur des opérations.

En ce qui concerne les limites de la méthode, elles résultent clairement des formules utilisées. En effet, pour 5 effectifs, les valeurs minimales qui peuvent être trouvées sont :

1 0 0 0

d'où une moyenne minimale de 0,2 par placeau ; la suite dépend de la taille des placeaux. S'ils ont 100 m<sup>2</sup> comme dans l'exemple précédent, la densité minimale analysable est de 20 individus/ha<sup>-1</sup>. S'il faut traiter des densités plus faibles, il faudra envisager des placeaux plus grands, ou plus nombreux.

## BIBLIOGRAPHIE

1. CLARK P. EVANS F., 1954. Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. *Ecol.*, **35**: 445-455.
2. COX D., LEWIS P., 1969. L'analyse statistique des séries d'événements. Paris, France, Dunod, 272 p.
3. DAGET Ph., ICKOWICZ A., MBAYE M., 1999. Evaluer la densité des ligneux par la méthode des distances ? Un problème. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **52** : 263-266
4. GIRAULT M., 1965. Processus aléatoires. Paris, France, Dunod, 152 p. (Coll. Probabilités, statistiques et recherche opérationnelle)
5. PIELOU E., 1980. Biogeography. New York, NY, USA, John Wiley, 351 p.
6. RAO C., CHAKRAVATI I., 1956. Some sample tests of significance for a Poisson distribution. *Biometrics*, **12**: 264-282.

Reçu le 13.7.99, accepté le 24.2.00

## Resumen

**Daget Ph.** ¿Evaluar la densidad de los leñosos mediante el método de conteo? Una dificultad.

La densidad de los leñosos en las sabanas se estima a veces por conteo en las áreas de muestra. Los autores muestran que este enfoque no deja de presentar un riesgo de sesgo ligado a la heterogeneidad de la repartición.

**Palabras clave:** Pastizales - Medición - Métodos - Muestreo - Vegetación - Densidad - Conteo - Plantas leñosas - Tropical zones.