

# Les végétations structurées en zones semi-arides: MODELE MATHEMATIQUE

-ULB, Lab. Botanique Syst. et Phytosoc., Bruxelles: Barbier N., Deblauwe V., Lejoly J.  
-ULB, Dépt. Chimie - Physique, Bruxelles: Lejeune O., Lefever R.  
-ULB, Lab. Génétique Evolutive et Ecologie Végétale, Bruxelles: Hardy O.

Département de Biologie des Organismes

-ENGREF/UMR AMAP, Montpellier: Coutron P.  
-PARIS VI/INRA/CNRS, Lab. Biogéochimie Isotopique, Paris: Bariac T.  
-Projet ECOPAS/UE/Parc W, Burkina Faso, Bénin, Niger.

La longueur d'onde des motifs spatiaux est au maximum de l'ordre de l'hectomètre. Sur cette échelle spatiale, la distribution des pluies est homogène et ne peut donc être la cause directe du phénomène. Les différences de sol entre zones nues et zones boisées concernent essentiellement le contenu organique, qui est une conséquence plutôt qu'une cause de la présence de végétation. Par ailleurs, les motifs spatiaux existent sur des terrains totalement inhabités de sorte qu'une origine anthropique est aussi exclue. Ces observations suggèrent que la formation de motifs spatiaux réguliers est intrinsèque à la dynamique de la végétation qui est régie par les interactions entre plantes. La modélisation mathématique est l'outil qui permet de déterminer les caractéristiques des plantes et de leurs interactions qui sont capables d'engendrer de tels motifs spatiaux.

$$\frac{\partial}{\partial t} r(\vec{s}, t) = r r(\vec{s}, t) e^{\int \int d\vec{s}' f(\|\vec{s}-\vec{s}'\|) r(\vec{s}+\vec{s}', t)} \left( 1 - \frac{r(\vec{s}, t)}{K} \right) - m r(\vec{s}, t)$$

Evolution

Croissance

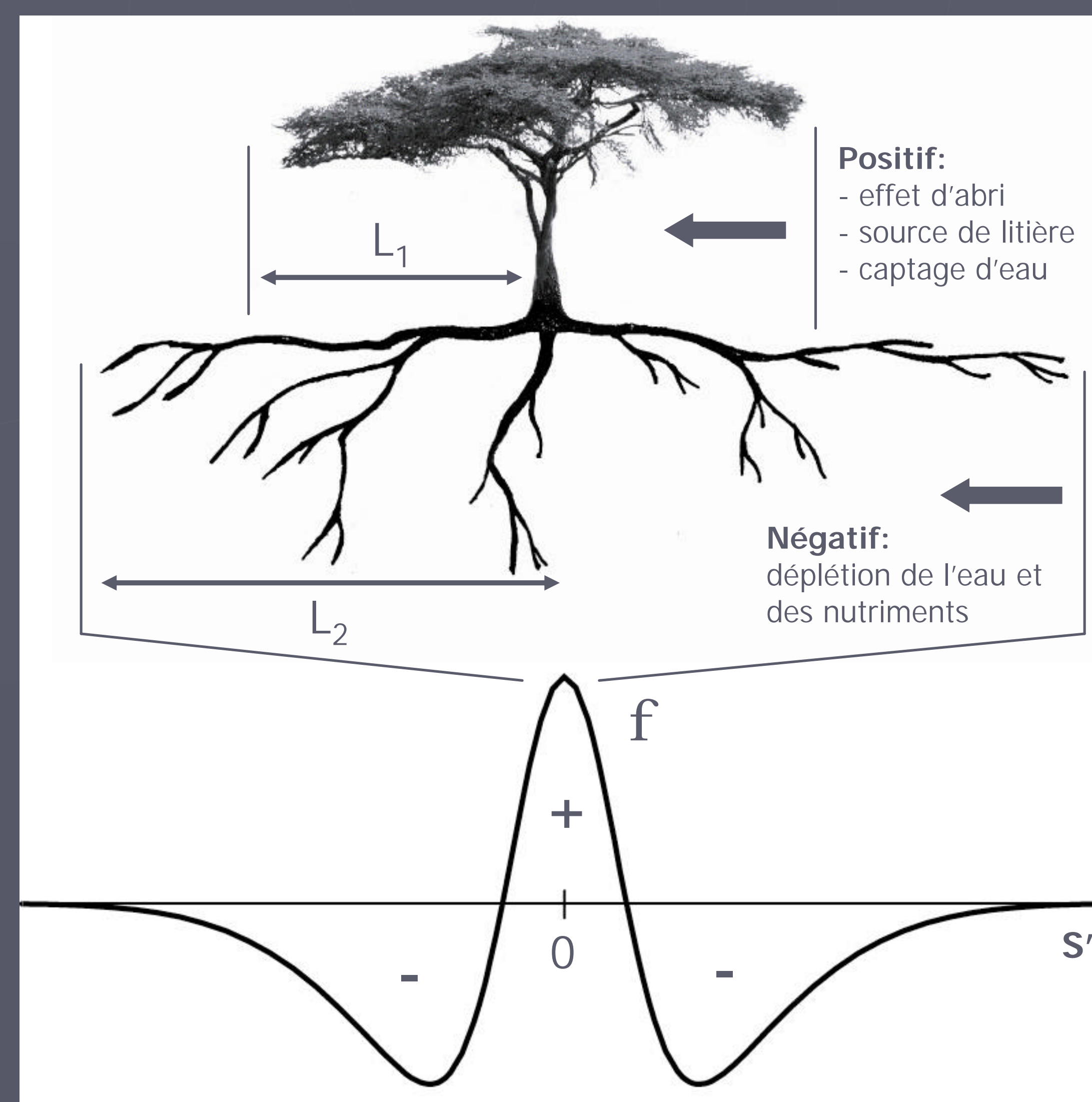
Mort

Production

Interaction

Saturation

L'évolution au cours du temps,  $t$ , de la densité de biomasse végétale,  $\rho$ , en un point,  $(sx, sy)$ , est régie par la différence entre un terme de croissance et un terme de mort déterminé par l'espérance de vie  $1/m$ . A basse densité, la croissance est proportionnelle à la biomasse. La constante de proportionnalité,  $r$ , est le taux de production. Cette croissance ne peut continuer indéfiniment; il existe une densité maximum,  $K$ , qui correspond à un remplissage compact de l'espace par des plantes adultes. Par ailleurs, à haute densité, les interactions entre plantes ne sont plus négligeables. Leur croissance est influencée positivement, facilitation, et négativement, compétition, par leurs voisins. Dans les milieux arides, la portée de facilitation,  $L_1$ , est déterminée par le rayon de l'appareil aérien. Cette partie de la plante augmente la disponibilité des ressources dans son voisinage. La portée de compétition,  $L_2$ , est liée au rayon du système racinaire qui diminue la disponibilité des ressources dans son voisinage. La portée de compétition est beaucoup plus grande que celle de facilitation, jusqu'à 10 fois plus grande. La balance spatiale entre les effets positifs et négatifs en fonction de la distance séparant les plantes en interaction,  $s'$ , est décrite par un potentiel d'interaction,  $\phi$ . A courte distance, la facilitation l'emporte sur la compétition; à longue distance, c'est la compétition qui l'emporte. A très longue distance, les effets deviennent nuls.



Une description continue dans le temps et l'espace est justifiée parce que le temps de formation des motifs spatiaux est beaucoup plus grand que le temps de production de la matière végétale et que la longueur d'onde des motifs spatiaux est beaucoup plus grande que la taille des plantes.  
Une variable d'état unique correspond à la réalité car les motifs spatiaux réguliers de la végétation sont formés par une espèce dominante qui impose sa distribution spatiale aux autres.

Distributions stationnaires stables de la densité de biomasse végétale obtenues par intégration numérique de l'équation cinétique pour des valeurs croissantes du quotient de paramètres  $q=m/r$  qui mesure le degré d'aridité. La végétation apparaît en noir.

