

Communication non reprise  
dans l'ouvrage de Blasco (ed)  
Tendance nouvelle en  
modélisation pour l'environnement

Communication aux journées du PIR-EVS (*Tendances nouvelles en modélisation pour l'environnement*, Paris, 15-17 janvier 1996).

## Un modèle simplifié de gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens

J. M. Thiéry<sup>1</sup>, J.-M. d'Herbès<sup>2</sup> et C. Valentin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CEA/DSV/DEVN, Centre de Cadarache, 13108 Saint-Paul-lez-Durance, France

<sup>2</sup> ORSTOM, B.P. 11416, Niamey, Niger

*Mots-Clés* : Sahel, automate cellulaire, *brousse tigrée*, exploitation forestière, reboisement.

Des bandes de végétation, séparées régulièrement par des bandes de sol nu, ont été décrites dans des zones arides ou semi-arides. Ces structures contractées peuvent se constituer si la pluviométrie totale ne permet pas le maintien d'un couvert dense et continu et si un flux hydrique laminaire suffisant et uniforme compense le déficit en eau.

Des études récentes montrent que ces bandes de végétation suivent un modèle de succession, dans lequel les zones nues sont colonisées par un *front pionnier*. Des études locales dans le sud-ouest du Niger suggèrent que des transitions peuvent apparaître entre les différentes structures observées dans une même région écologique, selon les variations de la pluviométrie moyenne et des caractéristiques de surface.

Ces transitions ne pouvant pas être suivies sur le terrain sans des études à très long terme, un modèle simplifié a été développé pour simuler les diverses structures observées. Le modèle °TIGREE°, fondé sur des automates cellulaires, est dérivé du *jeu de la vie* et dépend seulement de deux hypothèses sur les *compétitions* et les *synergies* : l'établissement, la croissance et la survie d'une plante donnée sont influencés *négativement* par les plantes en amont et *positivement* par les plantes latérales ou en aval (Thiéry et al. 1995).

Les résultats montrent que presque toutes les structures sur le terrain peuvent être engendrées par ce modèle simplifié, en faisant varier seulement le *coefficient de compétition*, le *coefficient de synergie* et le nombre d'itérations.

Les brousses tigrées (sous leurs formes pure ou dégradée) sont actuellement l'une des principales sources de bois de chauffage dans de nombreuses régions sahéliennes, en particulier dans les environs de Niamey (Atelier du 20-24 novembre 1995). De nombreux projets ont pour objectif le reboisement des zones nues en ignorant le plus souvent si celles-

Droits ont pour objectif le reboisement des zones nues en ignorant le plus souvent si celles-



010013972

ci sont la marque d'une dégradation ou le résultat d'un équilibre édapho-climatique. Le modèle °TIGREE° est évidemment beaucoup trop simple pour décrire toute la complexité d'un écosystème forestier. Cependant, il semblait intéressant de voir comment il réagissait à certaines conditions extrêmes de gestion ou d'exploitation.

La Figure 1 représente la régénération d'un bosquet d'une brousse tigrée après une coupe rase partielle R', à partir de l'état initial R0 (voir la légende des Figures). On suppose implicitement que la coupe a été suivie d'un dessouchage et d'un damage suffisants pour éviter toute repousse spontanée, comme on le ferait pour construire une piste. On suppose aussi que la pente générale a été conservée pour maintenir un écoulement laminaire. La Figure 1 montre que le modèle prévoit une régénération progressive du bosquet partiellement coupé, du moins lorsque celui-ci est bien orienté sur une ligne de niveau. La même Figure présente des coupures et des fusions spontanées comme celles qui apparaissent au bas des vues R2, R3 et R4. Une coupure artificielle dans une région partiellement désordonnée pourrait donc, après régénération, modifier la connexité des bandes. Un autre effet attendu, que l'on peut percevoir sur les mêmes vues, est un épaissement et une dynamique plus rapide de la bande qui est située en aval de la coupe rase et qui bénéficie ainsi d'un surplus hydrique (impluvium plus large).

Les stratégies classiques de reboisement en milieu aride tendent à répartir les plants pour leur permettre de recueillir le maximum d'eau. Il est donc tentant de planter au milieu des bandes de ruissellement après avoir préparé le terrain. Cette stratégie n'est pas compatible avec les hypothèses du modèle et la Figure 2 montre que les plants intermédiaires sont éliminés en 2 itérations (environ 10 à 20 ans). Dans ce cas le modèle présente le défaut évident de ne pas tenir compte de la préparation du terrain. Ses résultats sont probablement valables pour une préparation minimale. La réalisation de diguettes en "demi-lunes" permettrait la survie des nouveaux plants au détriment des *zones pionnières* en aval. Cependant la pérennité de ces aménagements de petite hydraulique est faible. Le constat sur le terrain va le plus souvent dans le sens indiqué par le modèle, c'est à dire une très faible croissance et l'élimination progressive des plants introduits. De plus, même en cas de succès, la capture de l'eau par les ouvrages réalisés pénaliserait à coup sûr la productivité et la survie des individus de la bande située en aval.

La Figure 3 montre l'effet combiné de nouveaux plants dans les *zones de sédimentation* (en amont des *zones pionnières*) et de coupes importantes dans la *zone de dégradation*. Cela se traduit par un amincissement notable de la largeur des bandes (P' comparé à P0) mais la largeur normale est retrouvée au bout de quelques itérations (environ 20 ans). A ce point de vue le modèle est relativement optimiste, car il prévoit un retour à la normale même après des coupes sévères sans plantations nouvelles : dans ce cas, les durées de régénération

seront bien sûr plus longues. Cette technique d'aménagement des brousses tigrées est actuellement mise en oeuvre au Niger sous la forme suivante : selon les recommandations des auteurs, il est conseillé de répandre le petit bois non exploitable dans la *zone pionnière* et la *zone de sédimentation*, afin de faciliter l'implantation de nouveaux individus ligneux. Ceci constitue une technique sans risque, compatible avec les fluctuations climatiques à court et moyen terme.

La comparaison des prédictions précédentes avec les observations et les mesures de terrain devrait permettre d'analyser finement les hypothèses de base du modèle °TIGREE° et de construire un modèle plus réaliste sans trop augmenter le nombre de paramètres.

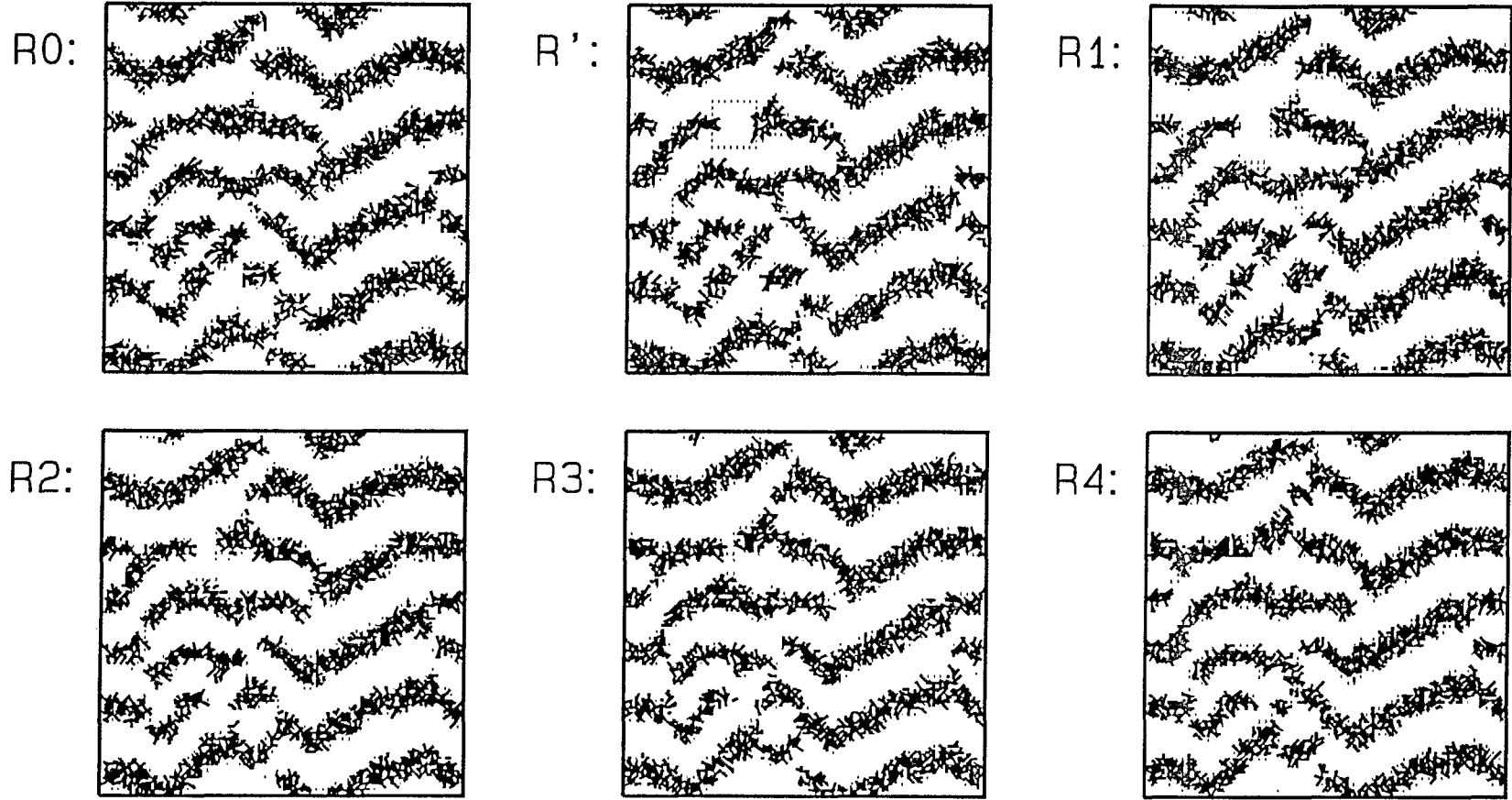
### LEGENDE DES FIGURES

Les 3 figures ci-jointes décrivent la réaction du modèle °TIGREE° après 3 traitements différents. Les structures initiales (R0, M0 et P0) correspondent au cas E20 de la Fig.3 (Thiéry et al. 1995) (les différences d'aspect sont dues au tirage aléatoire de la forme des arbres qui donne un rendu plus réaliste qu'une représentation par des formes géométriques). Dans ces figures comme dans l'article initial, on suppose une pente faible et homogène permettant un écoulement laminaire du haut vers le bas de chaque vue. Les bosquets ont alors tendance à s'aligner sur les lignes de niveau tout en changeant de forme. Les résultats des traitements sont représentés en R', M' et P' : R' pour une coupe rase d'une partie d'un bosquet (coupe encadrée par un carré), M' pour un reboisement au milieu de la *zone nue de ruissellement* et P' pour une plantation dans la *zone de sédimentation* et une coupe importante dans la *zone de dégradation*. Les vues R1-R4, M1-M4 et P1-P4 présentent le comportement du modèle, au cours des 4 premières itérations (durée estimée 20 à 40 ans).

### REFERENCES

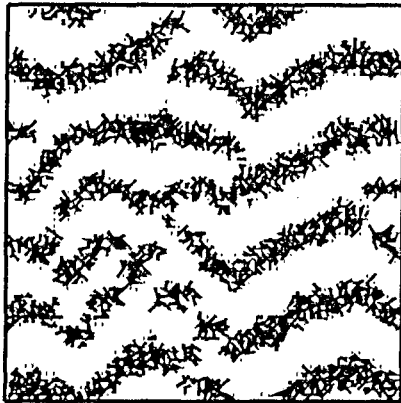
J. M. Thiéry, J.-M. d'Herbès and C. Valentin (1995). A model simulating the genesis of banded vegetation patterns in Niger. *J. Ecology* **83**, 497-507 (et références de cet article).

Atelier "*Fonctionnement et Gestion des Ecosystèmes Forestiers Contractés Sahéliens*". Niamey (Niger), 20-24 novembre 1995.

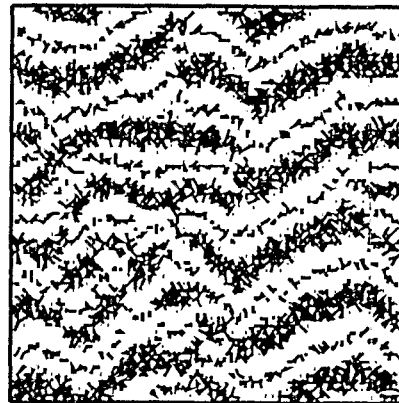


*Fig. 1: Régénération d'une coupe rase*

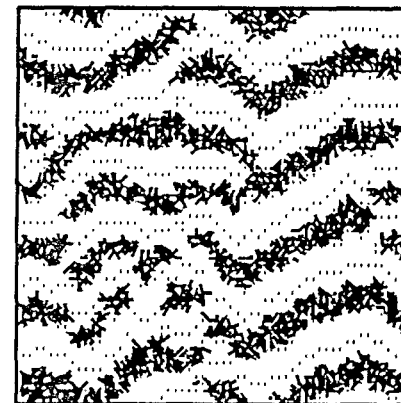
M0:



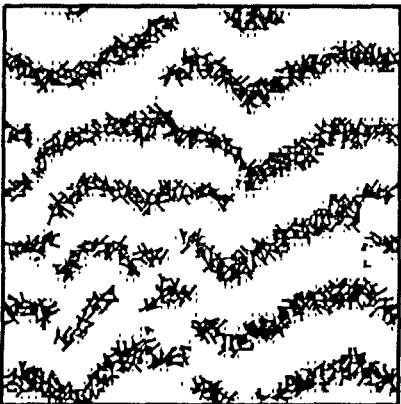
M':



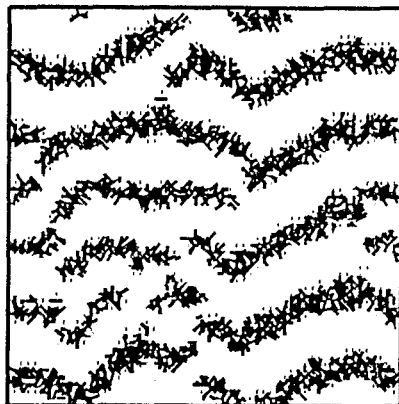
M1:



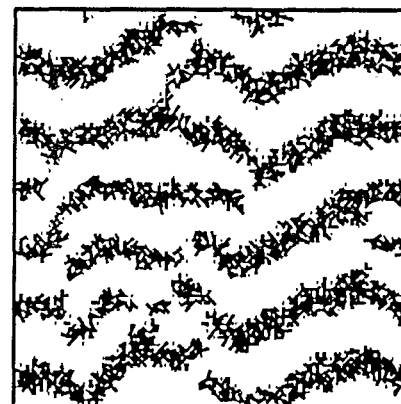
M2:



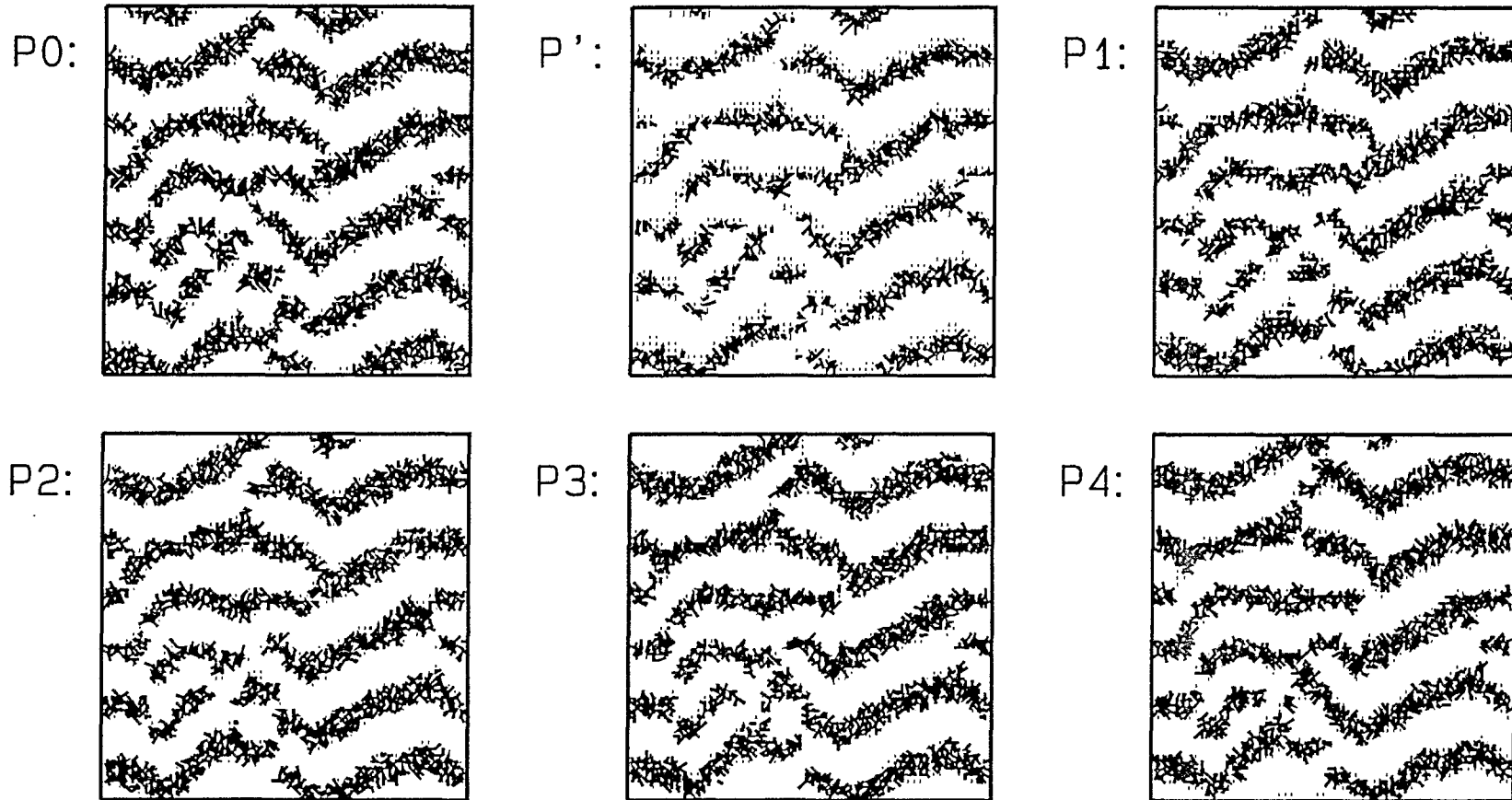
M3:



M4:



*Fig.2: Reboisement au milieu de la zone nue*



*Fig.3: Plantations et coupes de bois*