ODD Template

# Purpose and patterns

Le bassin arachidier fait face à une perte de fertilité des sols. L'amendement chimiques est indisponible sur la zone ou inaccessible d’un point de vue économique pour les agriculteurs. La fertilité des sols repose donc sur deux aspects: la présence de bétail sur le territoire pour maintenir une fumure à l'année, et les *Faedherbias albida* qui joue un rôle fondamental dans les cycles de cultures. En effet, ceux-ci ont la particularité de perdre leurs feuilles pendant la saison de culture et de fixer l’azote de l’aire dans les sols.

Le modèle cherche donc à évaluer et explorer des solutions de gestion du parc à Faidherbia amenant à leur densification ? Le modèle se focalise sur l’exploration d’initiatives dite communautaire, sont considérées.

# Entities, state variables, and scales

L’espace simulé, à travers lequel les agents interagissent, représente 100 hectares. Il est composé de 1000 entités spatiales (patches) ayant une taille de 10m2 (résolution). Il est exclusivement agricole puisque l’espace habité du village est condensé en un point.( Les zones qui ne sont pas cultivées, zone humide, parcours, sont rares et n’ont pas été représentées.)

Le pas de temps irréductible est le jour (tick). Les différents éléments du système (interactions etc.) prennent en compte la saisonnalité qui structure les activités agricoles. A chaque 364 jours, une nouvelle année commence et le rythme des saisons continue. On peut considérer une seconde unité temporelle : l’année, qui est constituée de saisons. Les simulations sont généralement faites sur 23 ans. En début de simulation, on considère que les 3 premières années servent à initialiser le modèle .

Les entités du modèle sont relativement nombreuses: certaines sont statiques (arbres, parcelles et village), d’autres en mouvement ( bergers, agriculteurs, coupeurs et surveillants). La description détaillée des agents et de leurs variables d’état est faite dans la figure X.

# Process overview and scheduling

Il est possible de décomposer le modèle en plusieurs sous-modèles:

Le modèle se décompose en sous modèles qui sont organisés et ordonnancés de la manière suivante.

A l’initialisation on génère l’environnement

* Génération des parcelles et des cultures
* Génération des arbres et leurs effets fertilisants
* Génération des agents humains: bergers, coupeurs, agriculteurs, surveillants
* Génération du village

Toutes les procédures suivantes sont répétées à chaque pas de temps:

La récolte et l’orientation des cultures

* Récolte et constitution des stocks
* Effet des machines sur les pousses non protégées
* Rotation des cultures

Croissance des arbres et leur reproduction

* Rejets
* Croissance des pousses
* Vieillissement et mort des arbres

Alimentation du bétail et utilisation fourragère des acacias

* Alimentation des troupeaux avec la paille
* Coupe des arbres
* Troupeaux dans la jachère et la coupe des pousses

Coupe des pousses par les coupeurs

* repérage des pousses
* la coupe des pousses

Engagement des agriculteurs

* Participation aux réunions
* Constatation de la réussite des voisins
* interaction sociale et motivation
* Protection des pousses

Surveillance

* surveillance et présence aux champs des agriculteurs (surveillance communautaire généralisée)
* surveillance communautaire délégués

# Design concepts

L’intérêt des modèles SMA est d’analyser l’émergence de certains comportements globaux. Dans ce modèle l’émergence est dite “faible” puisque les comportements globaux émergents n’ont pas d’effet c'est-à-dire, ne sont pas perçus en retour par les agents.

La densité du parc, le nombre d'arbres et leurs répartition spatiale, constitue le résultat émergent central du modèle. Des résultats émergents intermédiaires peuvent être identifiés: le nombre d’agriculteurs engagés en RNA, le nombre de coupes et de coupeurs attrapés… Enfin des résultats émergents, liés à celui des arbres, peuvent être évoqués: le stock de mil par exemple, l’âge du parc.

*Adaptation*.

Deux agents ont des comportements adaptatifs/changeants: les coupeurs et les agriculteurs. La réaction des coupeurs au fait qu’ils soient surpris par un protecteur de pousse, diffère selon le nombre de fois où ils ont été précédemment surpris. Les agriculteurs ont un score décrivant l’intérêt qu’ils portent à la protection des arbres. Ce score évolue constamment selon plusieurs règles: la rencontre avec un autre agriculteur engagé, la constatation de la réussite du système de protection d’un voisin, la participation à des réunions etc.

*Objectives*.

*Learning.*

*Prediction*.

*Sensing*.

*Interaction*.

L’interaction entre agent est direct

Les coupeurs sont en interaction directe avec les pousses puisqu’ils les tuent, pareil pour les bergers avec les arbres. Les agriculteurs ou surveillants interagissent également directement avec les coupeurs en les stoppant. Les agriculteur détruisent les jeunes pousse qui ne sont pas protégées

*Stochasticity*.

Beaucoup d’événements du modèle reposent sur un hasard partiel puisqu’ils sont probabilistes.

La probabilité est souvent utilisée en tant que fréquence C’est le cas pour les déplacements des agriculteurs dans leur champs et la probabilité que les agriculteurs discutent entre eux de la RNA.

Le hasard partiel est utilisé en tant qu’incertitude notamment celle sur le fait que les surveillants surprennent les coupeurs. Puisqu’ils ne passent pas l’intégralité de la journée dans un même champ, ils peuvent visiter un champ sans y surprendre le coupeur.

Enfin le hasard est utilisé pour créer de la variabilité dans les variables initiales. C’est le cas pour le nombre de tête des différents troupeaux, qui sont ainsi plus ou moins gros et pour l’âge initial de chaque arbre, qui sont alors plus ou moins vieux.

(hasard lors des rejets - position)

*Collectives*.

Des formes collectives émergent avec l’engagement des agriculteurs dans la protection des pousses. Plus le groupe d'engagés est vaste, plus le ralliement est probable et plus sa pérennité du groupe est assurée.

*Observation*.

# Initialization

Il s’agit de décrire ici l’état initial du modèle.

* village: 1
* arbres: 535 soit une densité de 5.35 arbres/ha
* parcelles en culture: entre 90 et 100 en fonction de la génération
* agriculteurs: en nombre équivalent à celui des parcelles. 9 d’entre eux sont déjà engagés dans la protection des pousses
* Coupeurs: le nombre de coupeurs peut être modulé. On a fait tourner nos simulation avec 10 coupeurs
* bergers: 5
* surveillants: le nombre de surveillants peut être modulé.

# Input data

# Submodels

**INITIALISATION**

**Génération des parcelles et des cultures**

Les parcelles sont générées une à une. Un agent est généré de façon aléatoire dans l'espace. Il va colorer une zone autour de lui, plus ou moins grande en fonction du nombre de parcelles que l'on veut. La parcelle représente donc cette zone, qui est liée à l'agent générateur "field" par un identifiant (id-parcelle). Si un field apparaît sur un patch déjà coloré, il se déplace vers un patch non coloré puis va pouvoir coloré la zone alentour. Les fields apparaissent tant qu'il n'y a plus de patches non colorés (noirs). Le problème de l'hétérogénéité de la surface des parcelles se pose puisque certaines sont partiellement recouvertes lors de la génération. Cependant l’hétérogénéité des surfaces de cultures entre concessions existe bel et bien.

A chaque parcelle créée est assigné une culture, encore une fois par l'intermédiaire des agents "fields". Les types de cultures sont assignés un à un. D'abord est déterminée la zone de jachère, puis les champs de mil et enfin les champs d'arachide. A chaque fois qu'un patch est mis en culture, il n'est plus concerné par la procédure (en-culture), ce qui permet de contrôler la part de la surface totale que présente chaque culture (jachère 20%, mil 80% de l'espace cultivé et arachide 20%). Pour la jachère l'espace des champs de brousse a été divisé en trois. Elle est en rotation sur ces zones durant un cycle de trois ans. Une proportion des patches restant équivalente à celle de mil dans les champs passent en mil. Le reste est défini comme de l'arachide.

**Génération des arbres et leurs effets fertilisants**

La génération des arbres se fait un individu après l'autre jusqu'à ce que *n* arbres soient apparus. La valeur *n* est fixée selon la densité d'arbre à Diohine. Puisque cette densité est de 5.35 arbres par hectare et que l'espace simulé est de 100 hectares, 535 arbres sont générés. La répartition des arbres est semi-aléatoire. Elle est contrainte par une condition d'espacement minimum des individus. Quand un arbre est généré, une zone à proximité, équivalente à un rayon de 2 patches autour de l'agent est définie. Plus aucun arbre ne pourra apparaître dans cette zone. Enfin les arbres apparaissent avec un certain âge. L'âge des arbres initiaux varie de 60 à 100 ans. L'âge moyen du parc initial est consciemment élevé pour pouvoir renvoyer à la situation réelle.

Les arbres définissent une zone d'influence autour d'eux. Les patches de cette zone sont ceux qui bénéficient de l'effet fertilisant du kad. La zone est de 2 patches de rayon, soit 20m pour les patchs en mil, et d'un patch de rayon pour ceux en arachide.C'est valeur ont été calibré grâce à la littérature (O.Roupsard)

**Génération des agents humains: bergers, coupeurs, agriculteurs, surveillants**

Les bergers ne représentent que les bergers qui ne partent pas en transhumance. Le nombre de bergers a été calibré par le terrain. 19 bergers restent au village pendant la saison des pluies. On a divisé le nombre de bergers par celui des quartiers de Diohine, ce qui nous donne environ 5 bergers. Les bergers sont liés à un troupeau dont le nombre de tête est variable et déterminé de façon aléatoire. Puisque les gros troupeaux partent en transhumance, les tailles de troupeau sont relativement faibles. Le nombre de têtes est compris entre 12 et 25.

Le nombre de coupeurs est un élément qui reste à préciser. Puisque le sujet est conflictuel, il est difficile d'avoir une idée du nombre de coupeurs sévissant à Diohine. Il peut être choisi dans l’interface.

Pour chaque champ, un agriculteur est créé. Ils sont liés entre eux. Les agriculteurs apparaissent avec un score de RNA de 50. Certains agriculteurs sont directement engagés. Ils ont donc un score de 100. Le nombre d’engagés initiaux peut être choisi.

Le nombre de surveillants est un paramètre à faire varier. Il varie entre 0 et 20 puisqu'il a semblé qu'au-delà de cette valeur, les surveillants allaient être trop nombreux.

**Génération du village**

Le village apparaît toujours au même endroit. Autour de lui, dans un rayon de 40 patches, on retrouve les champs de case, au-delà, les champs de brousse. Ce rayon est trop petit puisque l'on considère les champs intermédiaires comme des champs de ce cas. Or les champs de brousse se trouvent généralement à plus de Xkm du village. Cependant cela n'a pas une grande importance, puisque les déplacements des agents ne se font pas de façon linéaire mais par “téléportation”

**GO**

Toutes les procédures suivantes sont répétées à chaque pas de temps:

**La récolte et l’orientation des cultures**

Ces trois procédures s’activent au premier jour de la saison sèche. Un compteur a été mis en place pour monitorer les jours de l’année.

* **Récolte et constitution des stocks**

Des rendements de mil, de paille et de graine, et des rendements d’arachide, de paille et de fruit, sont assignés pour chaque patches. Ils sont particulièrement importants sous les arbres. Ils baissent si la rotation n’a pas été faite. Les stocks de mil, d’arachide et de paille d’arachide ainsi constitués sont des variables globales représentant les volumes de production du village. Les volumes de paille de mil sont quant à eux individualisés. Chaque berger se constitue un stock selon le nombre d’hectare qu’il possède. Ce stock de fourrage est plus ou moins important en fonction de leur tendance à laisser de la paille dans les champs, pour la fertilité (paille laissée), ou de tout ramasser.

* Effet des machines sur les pousses non protégées

Les pousses sont détruites par les machines si elles ne sont pas signalées (signalé FALSE). Elles sont protégées par la jachère et sont sauvées à partir d'un certain âge (pousse-sauvée ~ 2 ans)

* **Rotation des cultures**

Le changement d’assolement suit la logique suivante : Toutes les parcelles passent en mil. Un tiers des parcelles des champs de brousse (éloignées du village) deviennent la jachère. Certains champs de mil deviennent champ d’arachide (selon les pourcentages de répartition des cultures).

**Croissance des arbres et leur reproduction**

* **Rejets**

Les arbres non étêtés font des rejets (nb-rejets). Les rejets peuvent s’éloigner de l’arbre jusqu’à 10 patches. Les pousses ainsi créées ne sont pas protégées.

* **Croissance des pousses et des arbres**

Les pousses deviennent arbres à partir d'un certain nb de jour (devient-kadd). La croissance est accélérée de 300% par les techniques de régénération naturelle assistée (RNA).

Les arbres retrouvent leurs branches et leurs feuilles à partir d'un certain jour, défini collectivement en atelier.

* **Vieillissement et mort des arbres**

Les arbres meurent à partir d’un certain âge (age-max-tree). Si l’arbre a été coupé à de nombreuses reprises, il peut mourir avant cet âge maximum. La réduction de l’espérance de vie des arbres en fonction des coupes successives a fait débat en atelier.

**Alimentation du bétail et utilisation fourragère des acacias**

Les procédures liées à l’alimentation du bétail s’enclenche vers mars (day-of-year > 249).

* **Alimentation des troupeaux avec la paille**

Quand l'herbe vient à manquer, le berger commence à nourrir son troupeau avec son stock de paille de mil. La consommation quotidienne dépend du nombre de vache (tête) par troupeau, mais il serait peut-être préférable de définir des tailles de troupeaux (discrétisation de la variable tête).

* **Coupe des arbres**

Quand le stock de fourrage est écoulé, les bergers commencent à couper des arbres. Une fois par semaine le berger choisit un arbre adulte et le coupe. La coupe de l’arbre permet aussi d’accroitre le stock de bois du village (exprimé en charrette de bois).

* **Troupeaux dans la jachère et la coupe des pousses**

A partir de la saison des cultures, les bergers (et les troupeaux) vont dans la jachère. Les vaches n’ont plus à être nourri. Cependant, si il n’y a pas d’agriculteurs engagés dans la RNA à proximité, les bêtes peuvent se nourrir des pousses de faidherbia.

**Coupe des pousses par les coupeurs**

* **Repérage des pousses et la coupe des pousses**

Les coupeurs se déplacent chaque jour sur un patch. S’il y a une pousse au stade d’arbrisseaux, il la coupe. S’il y a, à proximité, un agriculteur engagé dans la RNA, le coupeur est attrapé. Il va prendre peur et s’arrêter de couper pendant une certaine période (duree-peur-crit). S’il a été attrapé trop de fois, il s’arrête totalement de couper.

Engagement des agricultures

* Participation aux réunions

Les réunions sont plus ou moins fréquentes (fréquence-réu). C’est un paramètre à modifier lors de l’exploration. Les agriculteurs participants aux réunions ne sont pas encore engagés dans la RNA. La participation a une réunion fait augmenter le score d’engagement de 50.

* Constatation de la réussite des voisins

Si un agriculteur va dans son champ eet constate la pousse d’un nouvel arbre à proximité (in-radius 20), son score d’engagement augmente de 75 points.

* interaction sociale et motivation

Si

* Protection des pousses

Surveillance

* surveillance et présence aux champs des agriculteurs (surveillance communautaire généralisée)
* surveillance communautaire délégués