
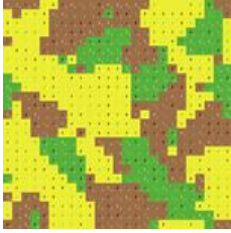


Fiche pédagogique Collectif MAPS 	Modèle Irius 	Mai 2014
		MAPS 1
		http://maps.hypotheses.org

Domaine d'application : Géographie, Réseaux d'influence

Spécificité pédagogique : Approche pédagogique et incrémentale permettant d'explorer par la simulation l'effet des réseaux d'influence sur la structure spatiale d'un paysage d'agents spatialisés minimaliste

Niveau du public visé : Intermédiaire

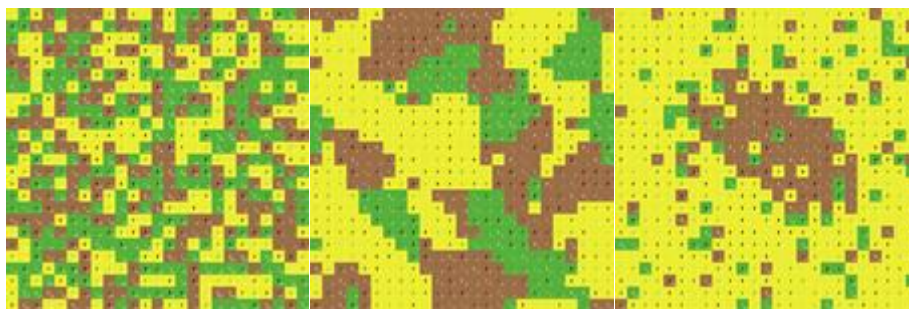
Nom du modèle correspondant : IRIUS

Version NetLogo nécessaire : Netlogo 5.0.5

Auteurs : Nicolas Becu (UMR PRODIG, Paris), Sébastien Caillault (UMR ESO, Angers), Thomas Houet (UMR GEODE, Toulouse), François Mialhe (UMR EVS, Lyon)

Publication : Caillault, S., Mialhe, F., Vannier, C., Delmotte, S., Kêdowidé, C., Amblard, F., Etienne, M., Becu, N., Gautreau, P., Houet, T., 2013. Influence of incentive networks on landscape changes: A simple agent-based simulation approach. *Environmental Modelling & Software* 45, 64-73.

Modèle Irius



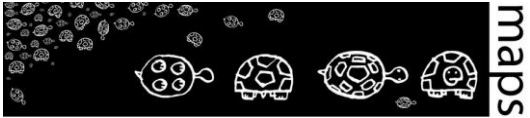
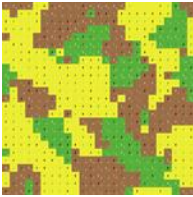
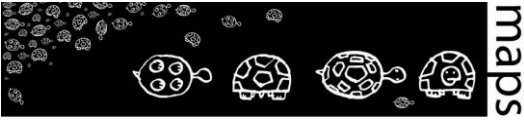
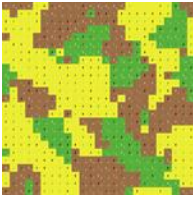
<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <hr/> <p>MAPS 1</p> <hr/> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	2
A. CONTEXTUALISATION DU MODELE	3
Objectif du modèle	3
À quoi correspondent les échelles globale, locale et intermédiaire des trois réseaux ?.....	3
Questions à explorer avec le modèle IRIUS	4
B. DEFINITION ET FONCTIONNEMENT DU MODELE.....	5
Éléments de base du modèle.....	5
C. EXPLORATION DU MODELE	8
Exercice 1. Tester l'influence des contraintes agronomiques -	8
Exercice 2 - Appréhender la variabilité des simulations	9
Exercice 3 - Tester l'effet des réseaux un à un	10
Exercice 4 - Tester l'effet des interactions entre les réseaux. Une approche comparative. 11	
Exercice 5 - Exploration de l'espace des paramètres (indicateurs spatiaux)	12
D. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	13
E. BIBLIOGRAPHIE.....	14

<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <p>MAPS 1</p> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

A. Contextualisation du modèle

Objectif du modèle

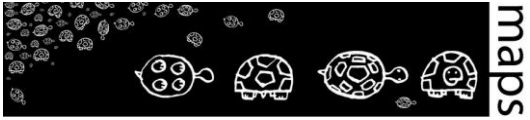
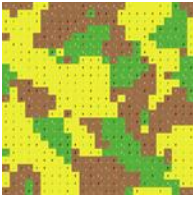
Les changements d'occupation du sol sont le résultat des pratiques effectuées en fonction des critères environnementaux. Ils résultent des activités et des interactions de divers acteurs agissant à différents niveaux et qui influencent constamment la structure et la composition du paysage (Valbuena *et al.* 2010). Dans le domaine agricole plus spécifiquement, l'évolution du paysage est soumise à des influences provenant de niveaux d'organisation allant de l'économie globale, des réglementations internationales, des caractéristiques pédo-climatiques d'une région, aux choix sociaux et pratiques individuelles de l'échelle locale (Veldkamp & al. 2001).

Le modèle IRIUS est un modèle théorique qui permet d'explorer l'effet croisé de trois réseaux (niveaux) d'influence – appartenant à des échelles distinctes (locale, globale et intermédiaire) sur les choix individuels de mise en culture des agriculteurs et donc, à l'échelle d'une région agricole, sur l'évolution de la mosaïque paysagère.

À quoi correspondent les échelles globale, locale et intermédiaire des trois réseaux ?

Pour illustrer l'échelle globale dont il est question dans ce modèle, il faut par exemple réfléchir au fait qu'actuellement l'augmentation du nombre de produits agricoles est intégrée dans des réseaux de distribution et que les processus qui aboutissent à un produit fini se produisent au sein d'une économie mondiale (Gereffi et Korzeniewicz 1994). Ce réseau mondial provoque des changements de production et les pratiques en réponse aux demandes sociales, environnementales et économiques des différentes parties prenantes à différentes échelles.

En parallèle, les facteurs locaux influent et déterminent la diffusion par contagion des innovations agricoles (Daudé 2004). À un niveau intermédiaire – régional ou national – des variables existent à l'image des syndicats qui peuvent également influencer la décision des agriculteurs sur leur utilisation des terres. Ces décisions agricoles sont alors le résultat des représentations internes et les croyances des agriculteurs qui peuvent évoluer avec l'information donnée et diffusée par d'autres agriculteurs, institutions, associations et autres réseaux

<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <hr/> <p>MAPS 1</p> <hr/> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

(Wauters *et al.* 2010). Ainsi, la plupart des changements de type d'utilisation des terres et du couvert végétal se produisent à l'échelle de la ferme où ces forces motrices se déroulent (Kristensen *et al.*, 2001 ; Baudry et Thenail 2004).

Ainsi, les trois réseaux dont l'influence croisée est étudiée dans IRIUS correspondent à : un réseau de gouvernance globale incitant les agriculteurs à adopter certains usages du sol, un réseau social intermédiaire dans lequel les agriculteurs partagent leurs pratiques et s'influencent les uns les autres et un réseau local où les agriculteurs cherchent à imiter ce que font les voisins.

Questions à explorer avec le modèle IRIUS

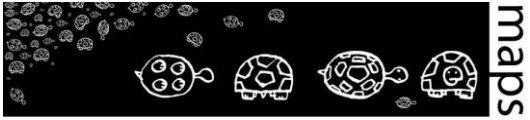
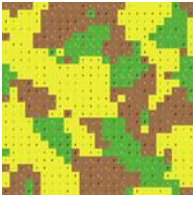
Chacun des trois types de réseaux, pris individuellement, possède une influence spécifique sur l'évolution de la mosaïque paysagère.

- Le réseau de voisinage tend à faire émerger des formes spatiales locales (rendant compte de phénomènes d'imitation et donc d'autocorrélation spatiale). De plus, avec le temps cet effet local se diffuse et provoque une homogénéisation progressive de la mosaïque paysagère.
- Le réseau socio-économique, tel qu'il est défini, s'inscrit dans l'espace de manière aléatoire, ce qui tend à constituer un paysage très morcelé.
- Le réseau global qui envoie une information unique tend à provoquer une uniformisation du paysage.

Questions : Lorsque l'on superpose les réseaux par deux ou les trois ensemble, l'un d'eux tend-il à exercer une influence dominante sur les autres ?

Lorsque l'on superpose les réseaux ensemble, obtient-on un type de paysage différent de ceux obtenus par chacun des réseaux pris individuellement ?

Lorsque l'on superpose les deux mêmes types de réseaux plusieurs fois, obtient-on à chaque fois le même type de paysage ?

<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <p>MAPS 1</p> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

B. Définition et fonctionnement du modèle

Le modèle IRIUS représente un mode de fonctionnement du monde agricole et de son influence sur le paysage extrêmement minimaliste. Il ne représente qu'une partie de la relation agriculture-paysage ; à savoir les choix de culture. L'hypothèse générale du modèle IRIUS est que la mosaïque paysagère évolue en fonction des choix de culture qui sont eux-mêmes dépendants d'une part de contraintes culturelles et d'autre part d'informations que les agriculteurs reçoivent de réseaux aux organisations spatiales différentes. Une deuxième hypothèse est posée et considère que les contraintes culturelles atténuent la vitesse et l'ampleur de l'influence spécifique des réseaux sur l'évolution de la mosaïque paysagère. En d'autres termes, le mode de fonctionnement agricole tendrait à temporiser les changements brusques liés aux multiples incitations que reçoivent les agriculteurs.

Sur la base de ces hypothèses, le modèle IRIUS est construit comme suit.

Éléments de base du modèle

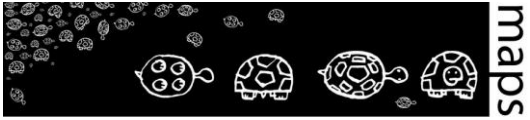
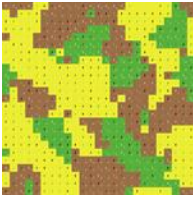
Le modèle est constitué d'une grille d'une dimension 25x25 cellules. Chaque cellule représente une ferme et son agriculteur. Une ferme cultive un type de culture (occupation du sol) à chaque pas de temps (année). Il existe trois types de culture : culture 1 (jaune), culture 2 (vert) et culture 3 (marron). Les fermes débutent la simulation avec une culture choisie aléatoirement parmi les trois. Le paysage est donc initialement totalement morcelé (on parle aussi de paysage fragmenté). Puis, au fur et à mesure de l'avancement de la simulation, les agriculteurs vont pouvoir changer de culture ou pas.

Paramètres de changement du paysage

La décision de changer de culture repose sur deux éléments :

Les contraintes culturelles

Dans le modèle IRIUS, ces contraintes se résument à un seul paramètre lié aux successions culturelles. Il s'agit de la durée (nombre de pas de temps) maximale durant laquelle l'agriculteur est obligé de changer de culture. Ce paramètre est égal à 5. Il représente le fait que dans la réalité, au bout d'environ 5 ans, les contraintes agronomiques liées au fait de continuer à

<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <hr/> <p>MAPS 1</p> <hr/> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

cultiver la même culture sur une même parcelle sont tellement élevées (appauvrissement du sol en certains nutriments, repousse systématique de mauvaises herbes spécifiques à la culture, etc.) qu'il faut renouveler le système et donc changer de culture. Dans le modèle, l'agriculteur pourra alors décider de changer de culture ou pas avant ces 5 pas de temps, mais par contre s'il atteint ces 5 pas de temps, il sera obligé de changer de culture.


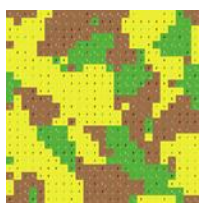
L'influence des réseaux

À chaque pas de temps, les agriculteurs reçoivent des incitations de la part des différents réseaux qu'ils compilent dans une « liste de recommandations ». Ensuite, une nouvelle liste est créée à partir de la durée pendant laquelle l'occupation du sol est restée en place, listant les possibilités de transitions possibles (liste des possibilités). Par exemple, un agriculteur ayant implanté 5 fois la même culture 2 verra la liste des possibilités composée de cultures 1 et 3. La figure 1 résume la mise en œuvre des sous-modèles décrits ci-après.

- Le réseau "global" tend à favoriser l'occupation du sol minoritaire à l'échelle de la mosaïque du paysage dans son ensemble, dans le but de tendre vers plus de diversité paysagère (Deke 2008). Les proportions d'occupation des sols sont calculées à chaque pas de temps. Ce type de réseau recommande ensuite aux agriculteurs d'implanter la culture minoritaire. Si deux occupations du sol sont égales et minoritaires, il ne fournit aucune recommandation.

- Le réseau local (de voisinage) vise à reproduire un comportement observé chez les agriculteurs et consistant à reproduire les pratiques dominantes des agriculteurs voisins (Deffuant, 2002; Kaufmann *et al.* 2009). Pour chaque exploitation agricole, les proportions des occupations du sol présentes dans le voisinage direct (les huit cellules voisines de la cellule/exploitation considérée) sont calculées. Dans le cas où deux occupations du sol sont égales et dominantes, alors aucune recommandation n'est délivrée.

Le réseau social (socio-économique) promeut une pratique collective similaire, illustrée ici à travers l'adoption de l'occupation dominante mise en œuvre par ses membres. Plusieurs réseaux sociaux cohabitent à l'échelle du paysage, les agriculteurs étant rattachés à l'un de ces réseaux de façon aléatoire et équiprobable (même nombre d'agriculteurs par réseau). Cela reproduit par exemple l'impact de la diffusion d'une innovation technologique (Saltiel *et al.*, 1994) ou bien l'adhésion à un syndicat agricole. Pour chaque groupe d'agriculteurs, la proportion d'occupation des sols est calculée et celle qui est dominante, est recommandée. Si, pour un groupe, deux occupations du sol sont égales et dominantes, alors ce réseau n'émet pas de recommandation.

<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <p>MAPS 1</p> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

- La décision de l'agriculteur est décrite en détail dans la figure 1 et fonctionne telle que : Si la liste de recommandation contient une occupation du sol dominante, qui est également présente dans la liste des possibilités, alors l'agriculteur adopte ce type d'occupation du sol. Si la liste de recommandations ne contient aucune recommandation ou bien qu'aucune occupation du sol recommandée ne domine, une de celles présentent dans la liste des possibilités est choisie aléatoirement.

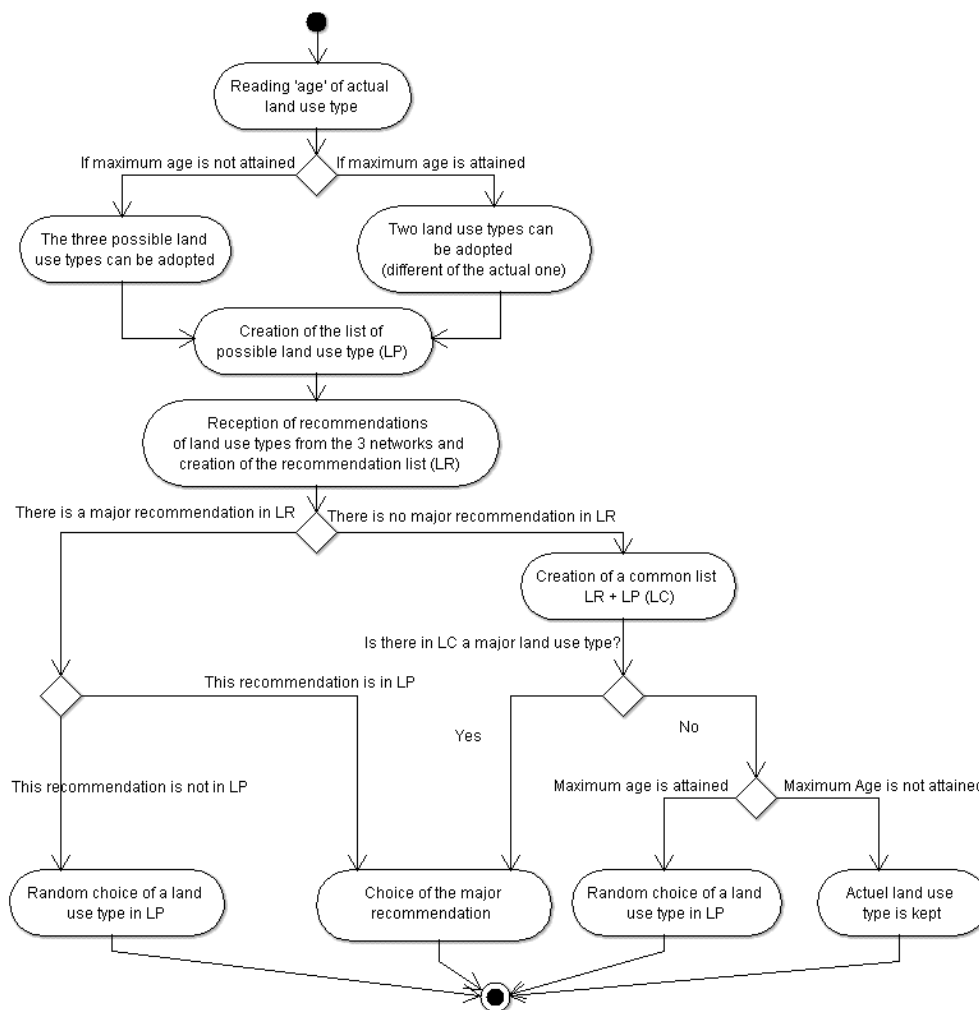
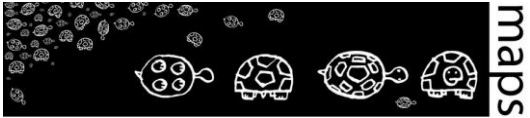
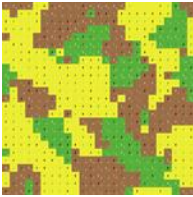


Figure 1. Diagramme d'activité de la décision de changement d'occupation du sol faite par chacun des agriculteurs.

<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <hr/> <p>MAPS 1</p> <hr/> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

Indicateurs pour suivre l'évolution du paysage

L'évaluation de l'influence des réseaux sur les dynamiques paysagères (Gustafson, 1998) est réalisée à travers l'évolution d'indices de fragmentation et d'hétérogénéité du paysage (O'Neill *et al.* 1988; Burel and Baudry, 2003). Le patron paysager est considéré ici à travers le prisme de l'évolution combinée de ces deux indicateurs. Une valeur moyenne de fragmentation et d'hétérogénéité est calculée pour chaque scénario à partir des 40 simulations réalisées pour les tests de sensibilité. Pour évaluer et caractériser l'influence respective et combinée des réseaux sur le paysage, des valeurs standardisées de ces indicateurs sont utilisées. Cela permet de rendre les scénarios comparables entre eux. Un autre indicateur (l'occurrence moyenne pour chaque type d'occupation des sols) est calculé pour contrôler l'aptitude du modèle à simuler les changements d'occupation des sols.

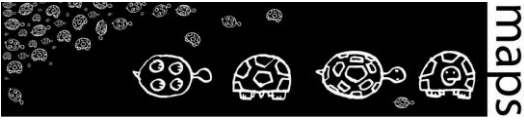
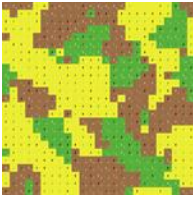
Nous allons à présent voir comment on peut utiliser le modèle IRIUS pour explorer l'influence croisée des trois types de réseau sur la structure, la composition et la fragmentation du paysage.

C. Exploration du modèle

Le modèle IRIUS est un modèle de simulation, ce qui signifie que la simulation débute par une situation initiale (bouton *Setup*), puis qu'on lance la simulation (bouton *Go*). À chaque fois que l'utilisateur veut relancer une simulation, il faut cliquer sur *Setup*, puis sur *Go*. Lorsque le bouton *Go* est activé (il apparaît en noir), le temps avance automatiquement (*ticks* ou « pas de temps ») et la mosaïque paysagère évolue en fonction des règles du modèle (voir Partie B) et du réglage des paramètres du modèle. Par défaut une simulation dure 100 pas de temps.

Pour comprendre le modèle et l'influence des interactions avec l'environnement et les réseaux sociaux, il est possible d'effectuer une série de manipulations.

Exercice 1. Tester l'influence des contraintes agronomiques -

<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <hr/> <p>MAPS 1</p> <hr/> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

Objectif : Illustrer le fonctionnement dynamique d'un système multi-agents.

Cet exercice permet de discuter de cette interaction « primordiale » entre les agents et leur environnement. Dans le cas du modèle IRIUS, l'environnement peut être rapproché de la baisse de fertilité des sols et des pratiques que les agriculteurs mettent en œuvre sur leur territoire.

Réglage des paramètres : *Global_network On ; Social_network On ; Local_network On.*

Manipulation : Lancer une fois la simulation avec le paramètre *agronomic_constraints?* sur *On*, et une nouvelle fois avec le paramètre *agronomic_constraints?* sur *Off*.

Qu'observez-vous ?

Réponse : Sans contraintes agronomiques, soit les agriculteurs cultivent la même culture tout le temps, soit ils permutent leurs cultures selon un rythme relativement stable. Cette manipulation permet de montrer comment passer d'un système exclusivement basé sur les communications entre agents à un système où les décisions des agents interagissent avec l'environnement.

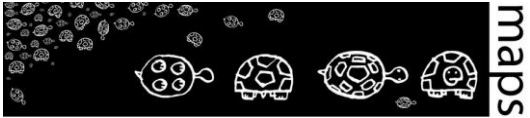
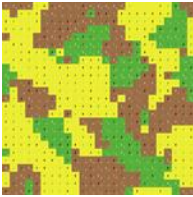
Exercice 2 - Appréhender la variabilité des simulations

Objectif : Illustrer la stochasticité présente dans un modèle dynamique.

Réglage des paramètres : *agronomic_constraints? On, Global_network On, Social_network On, Local_network On.*

Manipulation : Lancer 10 fois la simulation et faites une impression écran de la mosaïque paysagère obtenue à la fin de la simulation (100 pas de temps) à l'aide d'un clic droit sur la vue du « monde ».

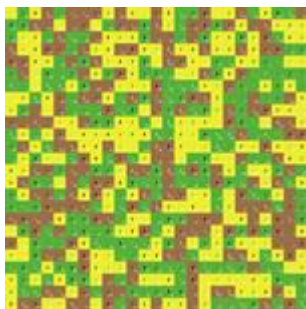
Qu'observez-vous ?

<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <hr/> <p>MAPS 1</p> <hr/> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

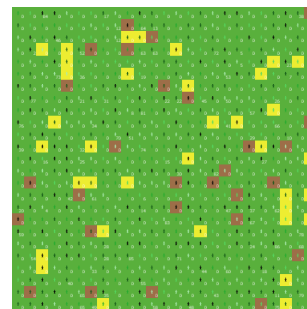
Réponse : Les sorties ne sont pas toutes identiques malgré des paramètres identiques à l'initialisation.

Cet exercice doit inviter les étudiants à réfléchir sur les processus stochastiques présents dans ce modèle.

Dans certains cas le paysage obtenu est très hétérogène (cas 1) et dans d'autres il est très homogène (cas 2).



Cas 1



Cas 2

Exercice 3 - Tester l'effet des réseaux un à un

Objectif : Présenter les effets de réseaux de natures différentes sur la mosaïque paysagère.


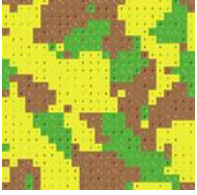
Réglage des paramètres : Le but est de faire varier ces paramètres. Durant ces manipulations vous garderez toujours le paramètre `agricultural_constraints?` sur *On*.

Manipulations : Exécuter ces trois scénarios (a, b, c)

- a) `Global_network On`; `Social_network Off`; `Local_network Off`
- b) `Global_network Off`; `Social_network On`; `Local_network Off`
- c) `Global_network Off`; `Social_network Off`; `Local_network On`

Réponse : Il est possible d'observer pour :

a) le réseau global est très simple, il agit sur l'ensemble des agents en les forçant à utiliser la culture minoritaire en fonction de l'état de la mosaïque à l'itération précédente. C'est pourquoi il y a un effet « flash » puisque les cultures « changent de manière cyclique » dans leur

<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <hr/> <p>MAPS 1</p> <hr/> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

globalité pour répondre à l'impulsion de proposer une culture minoritaire et même absente dans ce cas d'un seul réseau activé.

b) lorsque le réseau social est activé, les résultats sont plus aléatoires à première vue. Les agents interagissent avec leur réseau (5 agents) qui est disposé de manière aléatoire dans l'espace. Cette disposition à l'initialisation (dispersion plus ou moins grande) va alors influencer la dynamique de la mosaïque paysagère.

c) lorsque seul le réseau de voisinage est activé, on voit apparaître des effets de propagation par effet de voisinage entre des grandes étendues d'une même culture. Dans certains cas, l'une de ces grandes étendues grossit tellement qu'elle finit par occuper tout le paysage. Dans d'autres, la simulation aboutit à un équilibre entre plusieurs grandes étendues de cultures homogènes.

Exercice 4 - Tester l'effet des interactions entre les réseaux. Une approche comparative

Objectif : Présenter l'effet de la superposition de deux réseaux sur la mosaïque paysagère. Le but est de comprendre comment deux réseaux aux effets différents se combinent. Dans le cas n°1, on teste la superposition des réseaux global et local. Dans le cas n°2 on teste la superposition des réseaux global et social

Cas n°1 - Réglage des paramètres : *agronomic_constraints? On, Social_network Off*

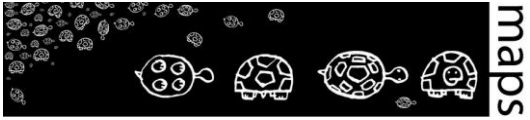
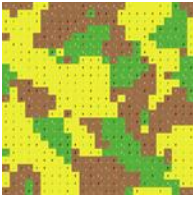
Manipulations : Exécutez et comparez ces scénarios

Uniquement le Global -> *Global_network On* et *Local_network Off*

Uniquement le Local -> *Global_network Off* et *Local_network On*

Les deux en même temps -> *Global_network On* et *Local_network On*

Réponse : L'effet du réseau global (effet « flash ») se superpose à l'effet de diffusion par voisinage du réseau local. On obtient une mosaïque constituée de grands espaces homogènes (comme lorsqu'il n'y a que le réseau Local) mais qui est déstructurée (effet « flash ») tous les 5 à 7 pas de temps environ. Les effets des deux réseaux s'additionnent donc.

<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <p>MAPS 1</p> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

Toutefois, lorsque les deux réseaux sont activés, la mosaïque ne tend jamais vers un paysage totalement homogène (la proportion de chacune des occupations du sol ne dépasse jamais 60%) ; alors que s'il n'y a que le réseau Local, le paysage peut devenir quasiment homogène.

Cas n°2 - Réglage des paramètres : agronomic_constraints? *On*, Local_network *Off*

Manipulations : Exécutez et comparez ces scénarios

Uniquement le Global -> Global_network *On* et Social_network *Off*

Uniquement le Social-> Global_network *Off* et Social_network *On*

Les deux en même temps -> Global_network *On* et Social_network *On*

Réponse : Dans ce cas, et au regard de la réponse du cas n°1, les deux réseaux ne se combinent pas tout au long de la simulation. En effet, après plus d'une dizaine de pas de temps (env. 50), où seules les cultures changent mais pas la structure (*pattern*), la mosaïque paysagère se transforme petit à petit et devient alors complètement dominée par les effets du réseau global avec l'apparition de l'effet « flash » caractéristique. Autrement dit, les effets du réseau social s'estompent progressivement face à ceux du réseau global.

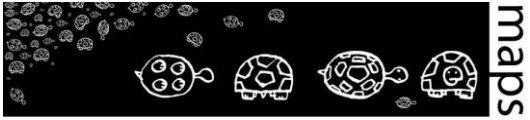
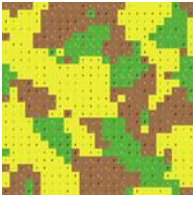
Ce scénario démontre alors que la superposition des réseaux n'aboutit pas nécessairement à une « addition prévisible » des réseaux et dévoile que ces interactions entre réseaux sont fortement dépendantes de la nature même de ces réseaux (configuration spatiale).

Exercice 5 - Exploration de l'espace des paramètres (indicateurs spatiaux)

Le modèle IRIUS illustre également l'utilisation d'indicateurs quantitatifs exprimant l'organisation du paysage.

L'indicateur de Shannon exprime la diversité des classes d'occupation du sol (I-Shannon). Plus cet indicateur est élevé, plus la diversité des classes d'occupation du sol est importante.

L'indicateur de fragmentation, exprime quant à lui, la structuration spatiale de la mosaïque paysagère. En effet, il permet de calculer le nombre de patchs qui existent dans la mosaïque paysagère. La notion de patch, issue de l'écologie du paysage, est ici définie comme un

<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <p>MAPS 1</p> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

ensemble de cellules contiguës ayant la même occupation du sol. Plus l'indicateur est élevé, plus la fragmentation du paysage est importante.

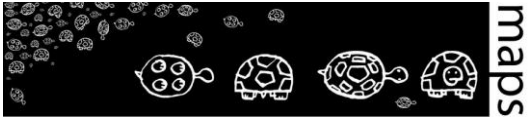
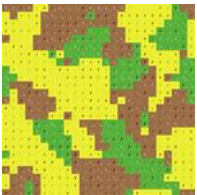
Manipulations :

Testez différents scénarios selon votre choix, avec un ou plusieurs réseaux activés (gardez `agronomic_constraint` sur *On*) et regardez leur influence sur les valeurs de l'indicateur de Shannon et l'indicateur de fragmentation.

D. Conclusion et perspectives

Le modèle IRIUS, a pour objectif central d'appréhender le potentiel des systèmes multi-agents pour étudier les dynamiques des paysages. Dans le cadre pédagogique, certains choix importants de simplifications ont ainsi été faits. Il s'agit d'un modèle théorique, les exemples donnés (agriculteur, syndicat, marché mondial) sont présents pour faire comprendre le sens du modèle. Il serait délicat et non pertinent de présenter ce modèle comme un modèle appliqué pouvant être utilisé concrètement à l'image de modèles d'aide à la décision, notamment. Il peut d'ailleurs être remarqué que ce modèle propose de relier des outils de simulations (processus, informatique) à des outils davantage tournés vers l'analyse spatiale (structures, écologie du paysage,...).

Dans le cadre des limites mentionnées ci-dessus, ce modèle permet explicitement d'aborder différentes notions. Tout d'abord, il propose une **application concrète des interactions homme/environnement** au sens large, avec notamment la relation qui relie les choix de l'agriculteur en fonction de paramètres « sociaux » (messages de réseaux) et de contraintes environnementales (contraintes agronomiques). De plus, il permet d'appréhender les propriétés des systèmes complexes tout en les relativisant grâce à la diversité des scénarios possibles. En effet, certaines **structures de la mosaïque paysagère produites sont le résultat d'interactions locales (émergence)** mais dans d'autres cas, le modèle prend davantage la forme d'un système centralisé (effet « flash » du réseau global). Le modèle IRIUS permet au final d'**étudier la superposition de réseaux agissant à différentes échelles** et comment les interactions produisent (ou non) des structures non prévisibles à l'échelle paysagère.

<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <hr/> <p>MAPS 1</p> <hr/> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

E. Bibliographie

Baudry, J., Thenail, C., 2004. Interaction between farming systems, riparian zones, and landscape patterns: a case study in western France. *Landscape and Urban Planning* 67, 121-129.

Burel, F., Baudry, J., 2003. *Landscape Ecology: Concepts, Methods, and Applications*, vol. XVI. Science Publishers, Enfield.

Daudé, E., 2004 Contributions of multi-agent systems for diffusion processes studies. *Cybergeo*, 255, 1-16. <http://www.cybergeo.eu/index3835.html>

Deffuant, G., Amblard, F., Weisbuch, G., Faure, T., 2002. How can extremism prevail? A study based on the relative agreement interaction model. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 5(4).

Deke, O., 2008. *Environmental policy instruments for conserving global biodiversity*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

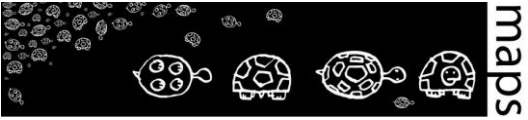
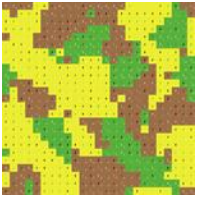
Gereffi, G., Korzeniewicz, M., 1994. *Commodity chains and global capitalism*, Westport, Connecticut, Praeger.

Gustafson, E.J., 1998. Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art? *Ecosystems* 1, 143-156.

Kaufmann, P., Stagl, S., Franks, D.W., 2009. Simulating the diffusion of organic farming practices in two New EU Member States. *Ecological Economics* 68(10), 2580-2593.

Kristensen, S.P., Thenail, C., Kristensen, L., 2001. Farmers' involvement in landscape activities: An analysis of the relationship between farm location, farm characteristics and landscape changes in two study areas in Jutland, Denmark. *Journal of Environmental Management* 61, 301-318.

O'Neill, R.V., Gardner, R.H., Turner, M.G., 1992. A hierarchical neutral model for landscape analysis. *Landscape Ecology* 7, 55-61.

<p>Collectif MAPS</p> 	<p>Modèle Irius</p> 	<p>Mai 2014</p> <hr/> <p>MAPS 1</p> <hr/> <p>http://maps.hypotheses.org</p>
--	--	--

Saltiel, J., Bauder, J.W., Palakovich, S., 1994. Adoption of sustainable agricultural practices: diffusion, farm structure, and profitability. *Rural sociology* 59(2), 333-349.

Valbuena, D., Verburg, P., Bregt, A.K., Ligtenberg, A., 2010. An agent-based approach to model land-use change at a regional scale. *Landscape Ecology* 25(2), 185-199, <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-009-9380-6>

Veldkamp, A., Kok, K., De Koning, G.H.J., Schoorl J.M., Sonneveld, M.P.W., Verburg, P., 2001. Multi-scale system approaches in agronomic research at the landscape level. *Soil Tillage Resource* 58, 129-140.

Wauters, E., Biielders, C., Poesen, J., Govers, G., Mathijs, E., 2010. Adoption of soil conservation practices in Belgium: an examination of the theory of planned behaviour in the agri-environmental domain. *Land-use Policy* 27, 86-94.