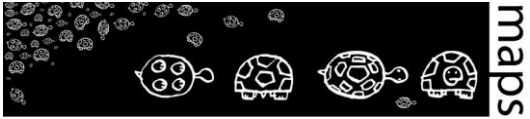
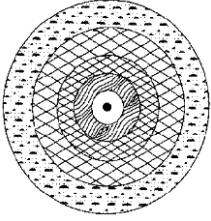


Fiche pédagogique Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

Domaine d'application : Géographie, Géographie économique, rurale, Analyse spatiale

Spécificité pédagogique :

Niveau du public visé : intermédiaire

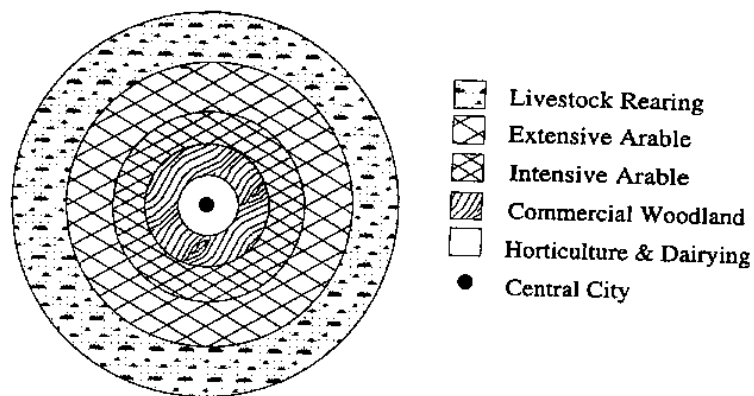
Niveau thématique : débutant

Nom du modèle associé : Modèle Von Thunen

Version NetLogo nécessaire : 5.1

Auteurs : Géraldine Abrami (IRSTEA, UMR GEAU, Montpellier), Brice Anselme (UMR PRODIG, Paris), Benoit Gaudou (IRIT, Toulouse), Frédéric Rousseaux (UMR LIENSS, La Rochelle)

Modèle Von Thünen



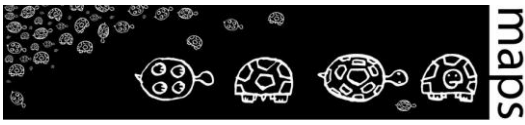
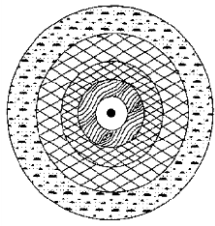
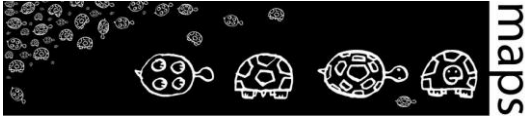
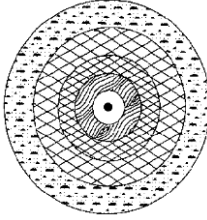
Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen		Mai 2014
			MAPS 3

TABLE DES MATIERES

A. Définition du modèle	2
Description.....	2
Formalisation	3
B. Contextualisation du modèle	4
C. Fonctionnement du modèle	6
Implémentation standard	6
Implémentation enrichie	7
Présentation de l'interface	10
D. Exploration du modèle	15
Exploration du modèle Von Thünen.....	15
Modification des paramètres en fonction de la modification de différentes hypothèses du modèle	22
E. Conclusion.....	26
F. Bibliographie.....	27

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

Le modèle de Von Thünen est classiquement utilisé dans le cursus de Géographie afin de faire comprendre aux étudiants la manière dont est organisé l'espace agricole autour de la position d'un marché, en fonction des coûts de production agricole. L'objectif de cette fiche pédagogique est de proposer des méthodes de manipulation du modèle à travers une implémentation qui propose de faire varier plusieurs paramètres, dont la levée de certaines hypothèses du modèle original (marché fixe, agriculteurs ou exploitations identiques, etc.).

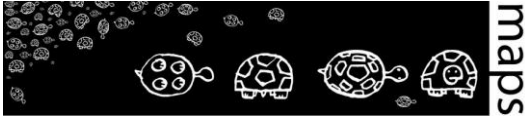
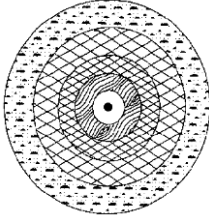
Il s'agit d'un modèle d'économie agricole montrant que la répartition spatiale autour d'un marché est fonction de la distance au marché et du coût de production des produits. Le modèle est basé sur les observations de Von Thünen, lui-même économiste agronome¹, et propriétaire terrien. Les hypothèses qui ont été définies à son origine n'ont pas été remises en cause. L'idée est de travailler sur ces hypothèses. L'interrogation centrale qui se pose lorsque l'on souhaite étudier le modèle de Von Thünen est de savoir jusqu'où le modèle converge à mesure que l'on modifie ses hypothèses d'origine.

A. Définition du modèle

Description

L'idée maîtresse que met en valeur le modèle de Von Thünen concerne la localisation de la rente foncière (*Bodenrente*). Ce modèle est basé sur l'idée que le producteur cherche à maximiser le profit de sa terre. Pour Von Thünen, cela repose sur l'utilisation optimale de cette terre et des coûts de transports jusqu'au marché où il va vendre sa production. Le profit du producteur correspond au prix du produit vendu au marché moins les coûts de production et de transport. Le modèle contient donc deux variables : le coût de transport (qui dépend du produit et de la distance au marché) et le profit effectué par unité de surface. Ce dernier décroît plus la distance au marché est grande. Dans un espace isotrope, l'organisation s'effectue en

¹ Von Thünen était basé à Mecklenburgh en Allemagne et a effectué des observations sur ses propres terres pendant 40 ans.

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014 MAPS 3
--	---	------------------------

cercles concentriques. Les cultures les plus rentables et imposant des coûts de transports élevés par unité produite seront situées au plus proche de la ville-marché. Les productions à faible coût de transport et peu rentables seront dans des cercles plus éloignés. En un point donné, l'augmentation des coûts de transport est telle que la rentabilité nette d'un produit n'est plus suffisante. Le producteur choisira donc d'optimiser sa terre en cultivant un autre produit à la rentabilité plus faible mais aussi aux coûts de transports moins élevés. Les hypothèses sont les suivantes :

- Le marché est situé au centre d'un état en autarcie
- L'Etat isolé est coupé du monde
- Le pays est plat, sans rivière ni montagne (espace isotrope)
- Les qualités du sol et du climat sont homogènes
- Les producteurs apportent directement leurs produits aux marchés par le chemin le plus court (distances euclidiennes)
- Les producteurs se comportent de manière à maximiser le profit (notion de l'homo economicus de Mills, inspiré par Adam Smith ou David Ricardo)

Formalisation

La formalisation du modèle de Von Thünen est fondée sur l'équation suivante :

$$R = r(p - c) - r^*T^*d$$

Avec :

R : rente foncière

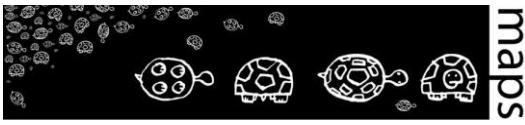
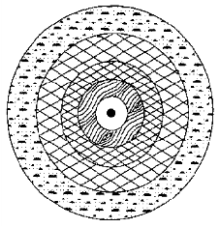
r : rendement par unité de surface

p : prix du marché par unité de produit

c : cout de production par unité de produit

T : coût du transport, en unité de compte par unité de produit et par unité de distance

d : distance au marché

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

Le modèle de Von Thünen est analytique et basé sur des hypothèses de micro-économie. –Il s’agit d’une théorie statique : le type de culture de chaque unité de surface est choisi en fonction du R max, qui est fonction de la distance au marché. Il n’y a pas d’hypothèses sur les dynamiques d’occupation du sol.

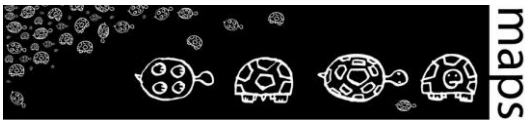
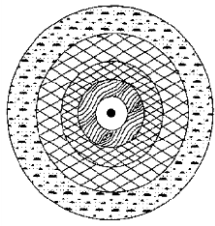
B. Contextualisation du modèle

Le modèle de Von Thünen propose des hypothèses fortes qui pour la plupart, peuvent apparaître comme trop simplificatrices ou dépassées. La proposition de contextualisation décrite ci-dessous est basée sur la levée et la modification de ces hypothèses. Cela permet à l’étudiant de comprendre que les mécanismes qui régissent le modèle restent relativement indépendants (pris un à un) de ces hypothèses. L’étudiant peut également aborder la différence entre un modèle spatial (basé sur la distance) et un modèle géographique (basé sur la description d’un espace). Dans le premier cas, c’est le phénomène qui est modélisé, indépendamment de l’espace dans lequel il se déroule. Dans le second, la description de l’espace est partie intégrante du modèle. Il y a donc une perte d’universalité mais un gain de « réalisme² ». Plusieurs des hypothèses de Von Thünen portent sur ce point et décrivent une isotropie totale : le pays est plat, sans rivière ni montagne, les qualités du sol et du climat sont homogènes.

Les propositions de contextualisation peuvent être abordées en introduction en tentant une comparaison modèle théorique *vs* la réalité. Préalablement, il peut être effectué une présentation du modèle classique afin de permettre à l’étudiant de comprendre le mécanisme de base du modèle. Les dénégations sont ensuite effectuées et illustrées à l’aide des modèles enrichis.

Dénégation : Dans la réalité, les agriculteurs n’ont pas tous le même comportement

² qui tend à aller vers ce qui est observé dans le monde réel.

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

Piste à explorer : l'introduction de différents profils d'agriculteurs peut être un moyen d'étudier cette assomption. Les profils sont ceux habituellement utilisés en théorie de la diffusion de l'innovation. Ils peuvent être intégrés dans le modèle afin que chaque agriculteur corresponde à une catégorie liée à sa capacité d'innovation.

Le marché de Von Thünen n'est pas réaliste, il n'intègre pas l'offre et la demande

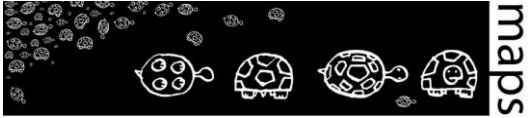
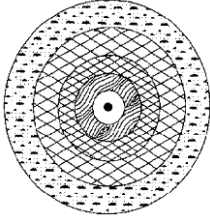
La question qui est soulevée ici correspond à la mise en place d'un marché « réel » qui fonctionne sur la logique classique de l'offre et de la demande. Si on souhaite lever cette hypothèse, il peut être intéressant d'intégrer dans le modèle une variation de l'offre par produit : les prix des produits vendus sur les marchés varient en fonction de l'offre. Ainsi, le prix d'un bien est inversement proportionnel au nombre de produits créés et on considère que la demande est stable. Sur la question de la demande, il n'y a pas d'exploration disponible dans le modèle proposé.

Un seul marché, ce n'est pas réaliste. Que se passe-t-il s'il y a plusieurs marchés présentant des prix par produits différents ?

L'augmentation du nombre de marchés n'a de sens que si les marchés proposent des prix d'achat différents en fonction des produits. Sinon, on retombe dans une configuration de Von Thünen autour de chaque marché.

Le transport a évolué depuis Von Thünen, cela pourrait-il expliquer le fait que le modèle ne fonctionne plus ?

Le modèle de Von Thünen est fondé sur le principe de la distance euclidienne. Chaque coût de transport est calculé en distance rectiligne, de la parcelle du producteur au marché et dépend du produit. Or le développement des réseaux, la multiplication et la baisse du coût des moyens de transport ont complètement modifié ces rapports de distance par rapport au marché, même si le coût est toujours pris en compte.

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

C.Fonctionnement du modèle

L'implémentation qui est proposée correspond à un modèle où chaque agriculteur choisit la culture qui maximise le rendement à l'endroit où il se situe. L'agriculteur ne bouge pas. L'implémentation correspond à la situation optimale puisque chaque agriculteur a le choix de sa culture et ne peut se retrouver en banqueroute.

Implémentation standard

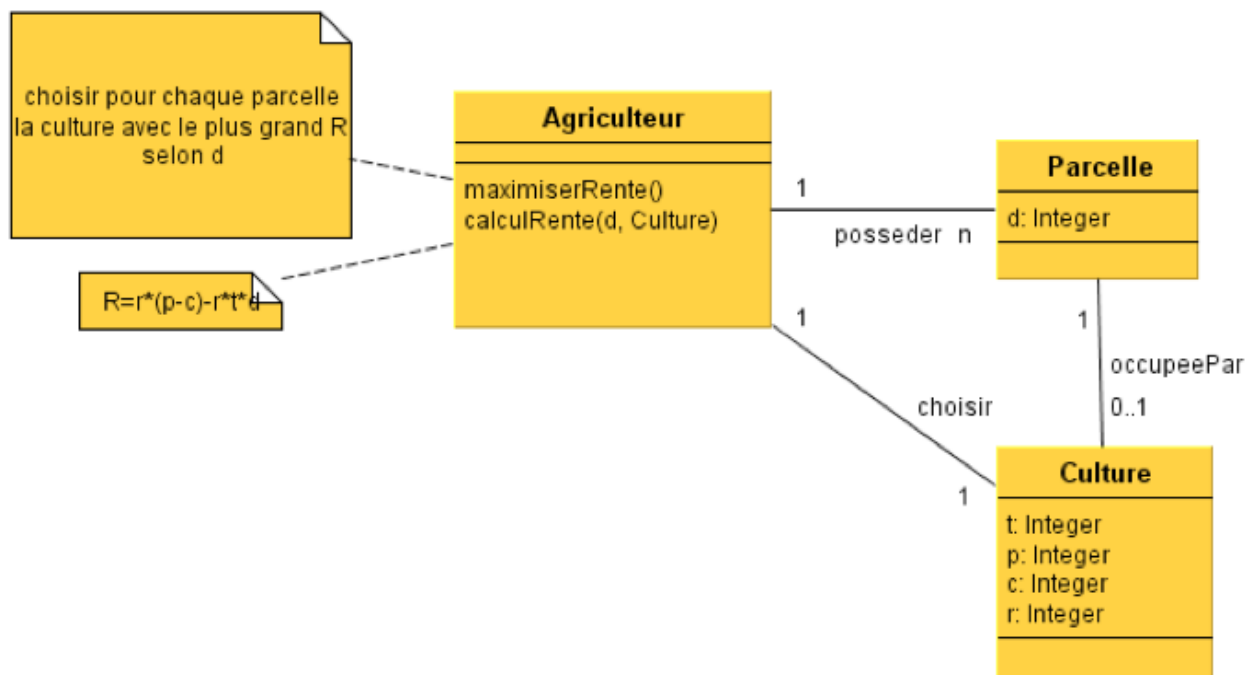
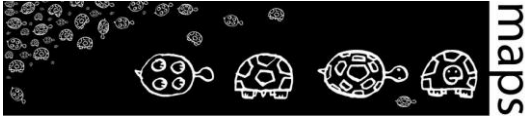
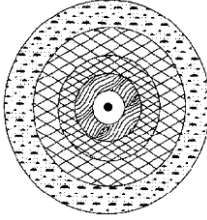
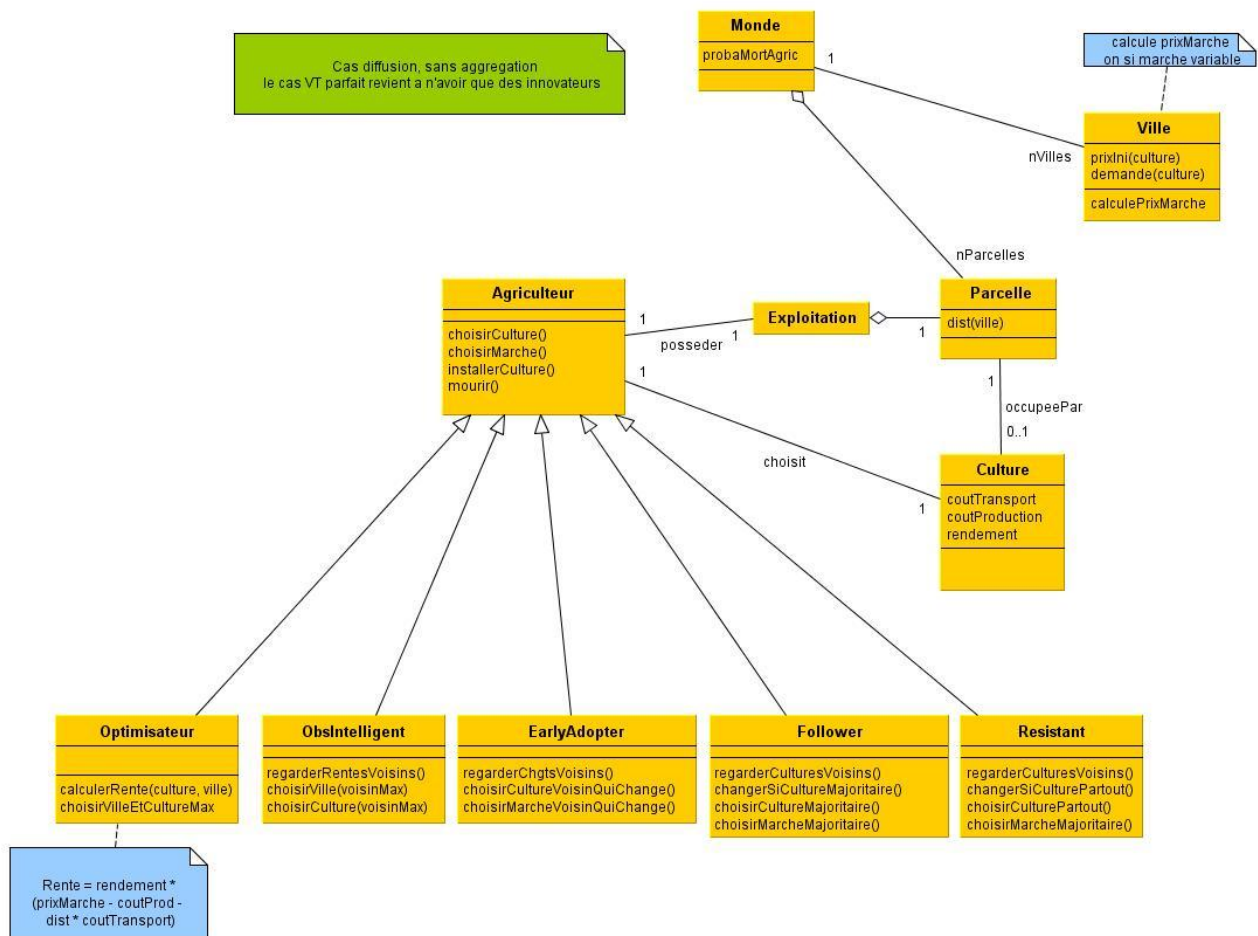


Figure 1. Modèle conceptuel proposé

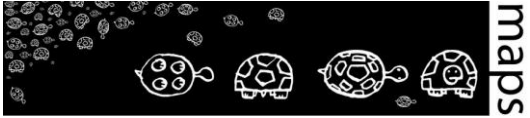
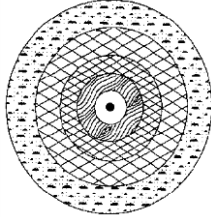
Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

Implémentation enrichie



Le modèle propose aussi des options. Elles sont au nombre de 3 et concernent :

- la prise en compte du nombre de marchés,
- la diffusion de la connaissance entre agriculteurs,
- la variation de l'offre sur le prix des produits.

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014 MAPS 3
--	---	------------------------

Toutes ces options peuvent être combinées entre elles.

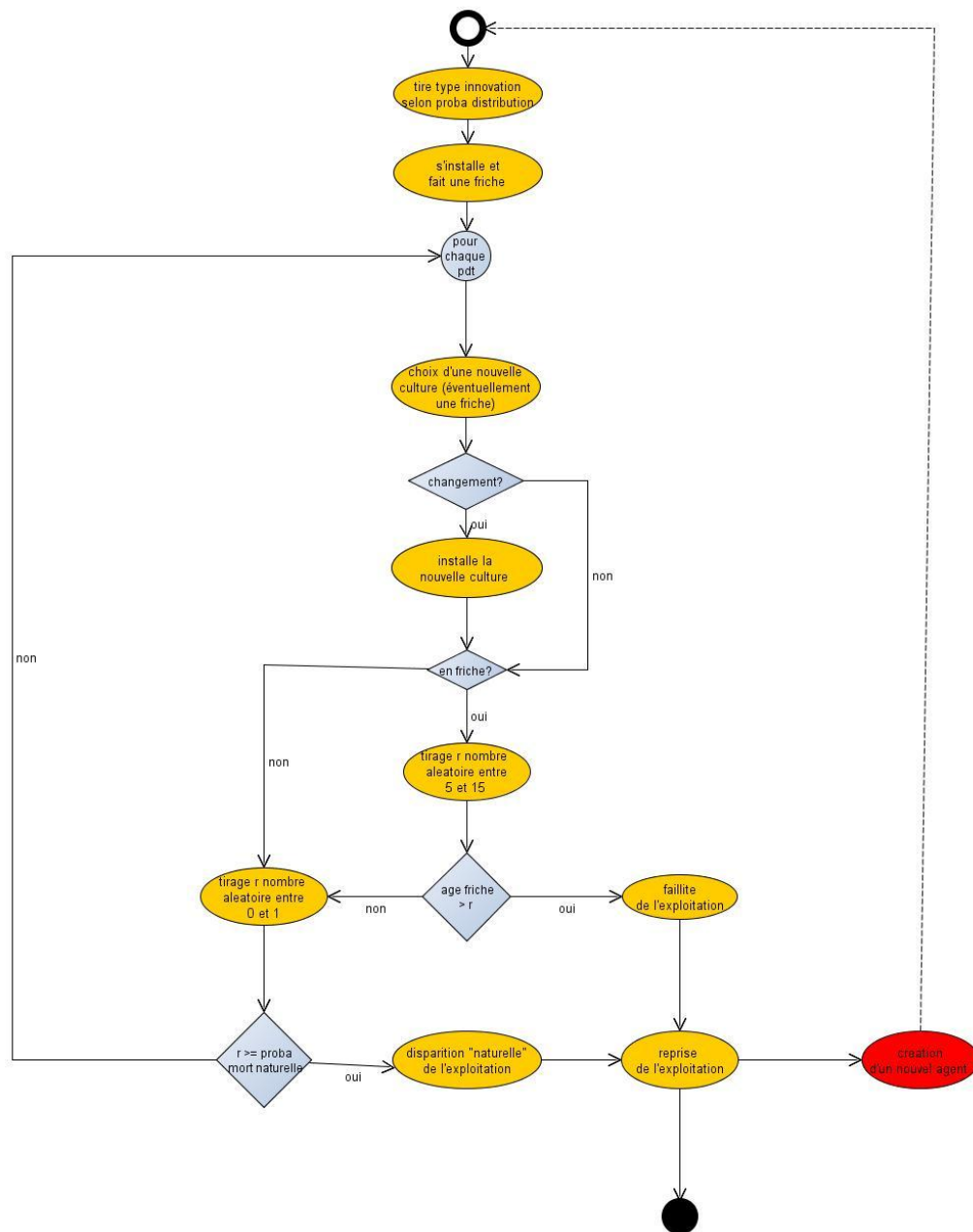
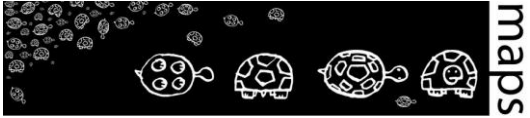
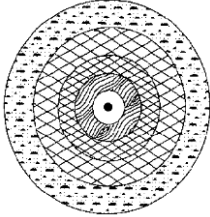


Figure 2. Description du cycle de vie de l'agent

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

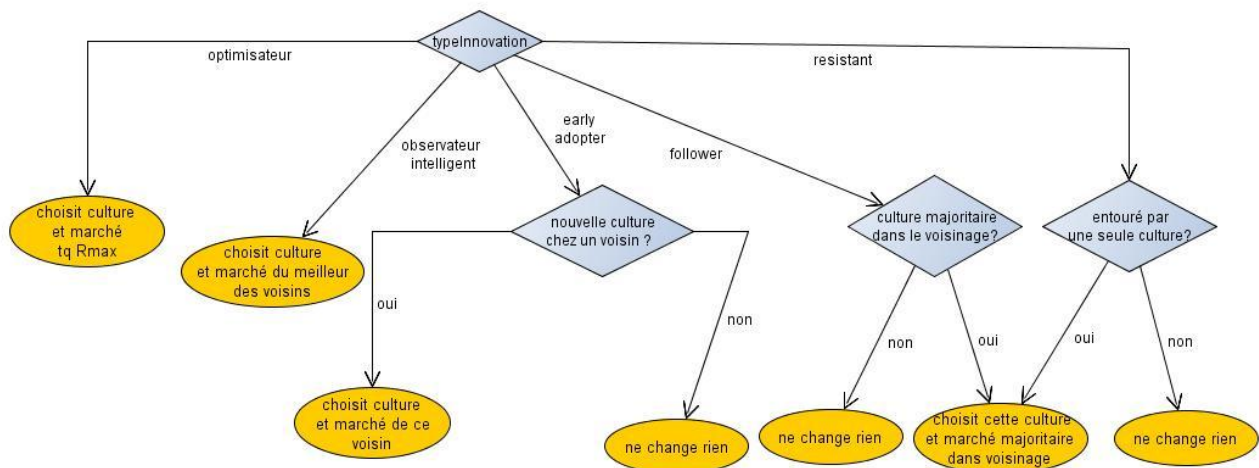


Figure 3. Description du choix de culture

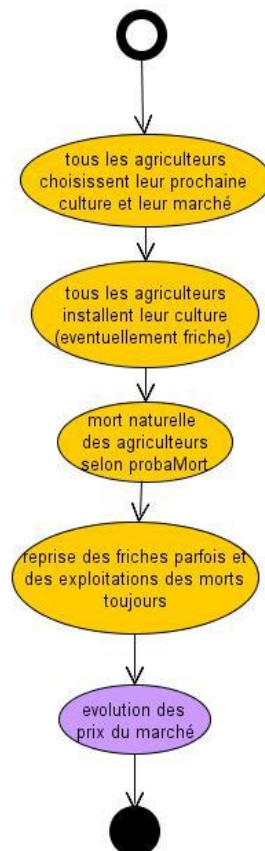
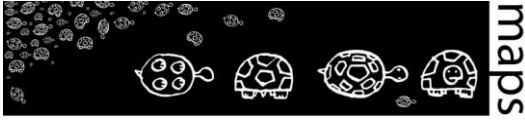
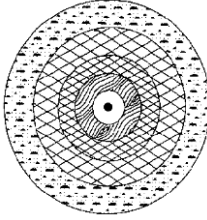


Figure 4. Description du pas de temps

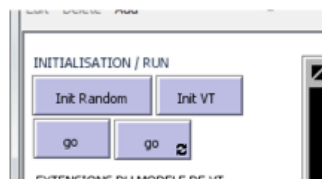
Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

Présentation de l'interface

L'interface est divisée en différentes zones. Les commandes les plus importantes sont situées en haut à gauche.

Initialisation / Run

Dans cette zone se trouvent les boutons pour initialiser une simulation et la lancer pas à pas ou en continu.



Initialisations


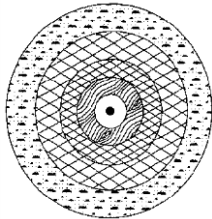
Le bouton *InitRandom* permet de partir d'une situation initiale où les cultures sont placées de manière aléatoire et d'observer alors comment une situation de type Von Thunnen émerge ou pas. Dans ce cas, les cultures sont initialisées avec la même proportion initiale.

Le bouton *initVT* permet de partir d'une situation initiale où les cultures sont placées selon la loi de Von Thunnen et d'observer alors comment cette situation est perturbée par des modifications de paramètres.

Run

Le bouton *go* permet de lancer 1 pas de temps de simulation.

Le bouton *go* avec les flèches permet de lancer la simulation en boucle. Il faut de nouveau appuyer sur le bouton pour arrêter la simulation.

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014 MAPS 3
--	---	------------------------

Zone Extension du modèle de Von Thünen

Dans cette zone se trouvent les boutons permettant d'activer ou désactiver les extensions au modèle de Von Thünen présentées dans cette fiche.

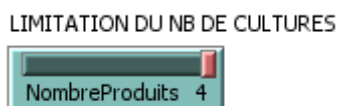


Le menu *comportementAgriculteurs* permet de définir si les agriculteurs se comportent en optimisateurs de Von Thünen (choix von Thünen, type homo oeconomicus) ou bien s'ils ont un autre type de comportement dit « *diversifiés* » (donc moins optimal, mais plus réaliste) (choix diversifiés).


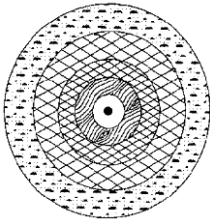
L'interrupteur *prixFixe* permet de définir si les prix des produits sur le marché sont fixes comme dans le modèle de Von Thünen (*On*) ou bien varient en fonction de l'offre et de la demande (*Off*).

Le slider *NombreVilles* permet de multiplier le nombre de villes dans l'espace et donc de marchés. Si *NombreVilles* est mis à 1, on retrouve la situation de Von Thünen.

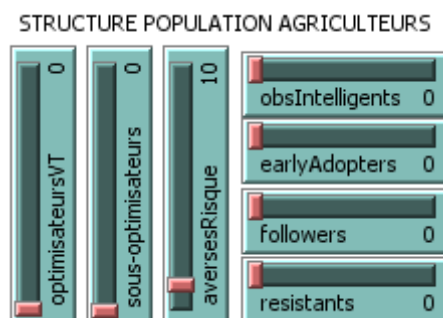
Zone Limitation du nombre de cultures



Il est possible de limiter le nombre de cultures (1, 2 ou 3 plutôt que 4) afin de mieux pouvoir observer et comprendre les dynamiques du modèle. La situation de base du modèle de Von Thünen correspond à la situation où il y a 4 types de culture.

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

Zone de structuration de la population d'agriculteurs

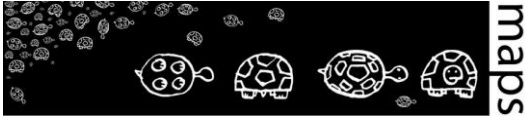
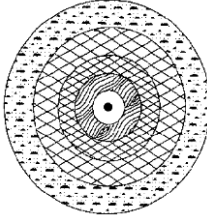


Si on choisit de donner un comportement diversifié aux agriculteurs, il est possible de définir la structure de la population selon leur comportement. Les chiffres donnés seront utilisés comme proportions ramenées à la somme des chiffres donnés dans les sliders (il y a un agriculteur par cellule et chaque agriculteur de la population sera initialisé aléatoirement suivant ces proportions). Si un des comportements est mis à zéro, il ne sera pas représenté dans la population et n'apparaîtra pas dans la simulation, même lorsqu'un agriculteur disparaît et qu'un nouveau prend sa place. Si, par exemple, l'utilisateur choisit : *aversesRisque* = 60, **résistants** = 30 et *optimisateursVT* = 60, alors chaque agriculteur aura 40% de chance d'avoir un comportement *aversesRisque*, 20% *résistants* et 40% *optimisateursVT*³.

Les agriculteurs peuvent avoir 7 types de comportements différents :

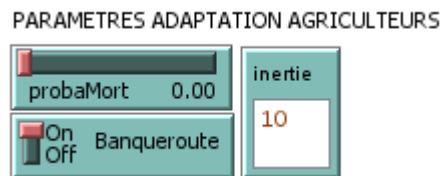
- *optimisateursVT* (image = étoile) : ils maximisent la rente au sens de VT ;
- *sous-optimisateurs* (image = x) : ils effectuent un tirage pondéré par sa rente d'une culture parmi les cultures à rente positive ;
- *aversesRisque* (image = triangle) : ils effectuent un tirage pondéré par son coût de production d'une culture parmi les cultures à rente positive ;
- *obsIntelligents* (image = cercle) : ils regardent autour d'eux et prennent la culture avec la rente maximale si elle est supérieure à la rente de leur culture ;
- *earlyAdopters* (image = carré) : ils regardent s'il y a une nouvelle culture autour d'eux et l'adoptent (tirage aléatoire s'il y en a plusieurs) ;

³ Note : si le modélisateur choisit *comportementAgriculteurs* = diversifiés, mais qu'il laisse tous les sliders de structure de la population à 0, tous les agriculteurs sont créés avec un comportement optimisateur de Von Thünen.

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen		Mai 2014
			MAPS 3

- *followers* (image = point) : ils regardent si une culture est majoritaire autour d'eux. Si c'est le cas, ils la choisissent ;
- *resistants* (image = ligne) : ils ne changent leur culture que si tout le monde autour d'eux a une même culture.

Zone de paramètres liés à l'adaptation des agriculteurs

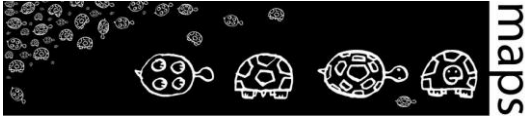
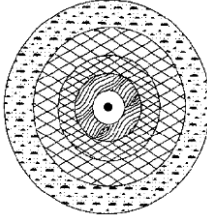


Dans cette zone se trouvent des paramètres permettant d'affiner et de mieux comprendre certains biais qui apparaissent lorsque l'on met des dynamiques d'adaptation dans un modèle individu-centré.

La commande *probaMort* fixe une probabilité de disparaître à chaque pas de temps. Si *probaMort* = 0.1, cela signifie que la durée de vie d'une exploitation est en moyenne de 10 pas de temps. Si *probaMort* = 0, la durée de vie des exploitations est infinie.

L'interrupteur de banqueroute permet de choisir si on autorise les exploitations à rente négative à continuer à produire ou pas. Si banqueroute est *on*, les cultures à rente négative sont automatiquement mises en friche. Si banqueroute est *off*, les cultures à rente négative peuvent perdurer à l'infini si la rationalité de l'agriculteur l'autorise.

Le paramètre *d'inertie* permet de spécifier le nombre d'années pendant lequel un agriculteur doit attendre avant de changer de culture à nouveau. Ce paramètre ne s'applique pas aux agriculteurs optimisateurs de Von Thünen.

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

Zone de paramètres liés aux cultures

PARAMETRES VT CULTURES

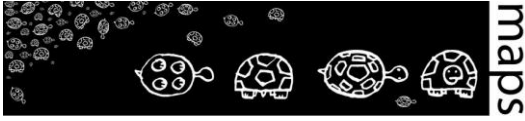
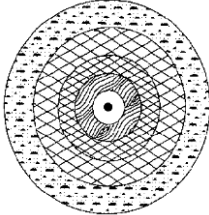
<input type="text" value="coutProdI"/> 490	<input type="text" value="TransportI"/> 38
<input type="text" value="coutProdF"/> 284	<input type="text" value="TransportF"/> 30
<input type="text" value="coutProdC"/> 148	<input type="text" value="TransportC"/> 19
<input type="text" value="coutProdR"/> 80	<input type="text" value="TransportR"/> 9
<input type="text" value="prixMarcheI"/> 943	<input type="text" value="RendementI"/> 99
<input type="text" value="prixMarcheF"/> 705	<input type="text" value="RendementF"/> 75
<input type="text" value="prixMarcheC"/> 591	<input type="text" value="RendementC"/> 53
<input type="text" value="prixMarcheR"/> 433	<input type="text" value="RendementR"/> 33

Dans cette zone, il est possible de choisir les paramètres initiaux des cultures. En particulier pour chaque culture, notée respectivement I, F, C, R, on peut fixer le coût de production, les frais de transport, le prix de vente et le rendement. Ces valeurs peuvent changer au cours de la simulation, en particulier si les prix ne sont pas fixes.

Zone de paramètres liés à la variabilité des prix

PARAMETRES PRIX VARIABLES

<input type="text" value="tauxDecroissance"/> 0.031
<input type="text" value="demandeI"/> 583
<input type="text" value="demandeF"/> 595
<input type="text" value="demandeC"/> 559
<input type="text" value="demandeR"/> 539

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014 MAPS 3
--	---	------------------------

Dans cette zone, il est possible de modifier les paramètres qui gèrent l'adaptation des prix du marché à la demande (*prixFixe off*).

Plus le paramètre *tauxDecroissance* est élevé, plus les prix augmentent vite en cas de sous-production et baissent vite en cas de sur-production (exercice : faire bouger *tauxDecroissance*. et observer à quoi cela correspond).

Les autres sliders permettent de fixer les hauteurs de demande initiale (exercice : faire varier ces paramètres, puis regarder ce qu'il se passe).

Plots

On peut observer les droites de Von Thunen avec paramètres en cours ou paramètres initiaux. Pour cela utiliser le menu *initialOuCourant* et le bouton *rafraichirPlots* si le *go* ne tourne pas en boucle.

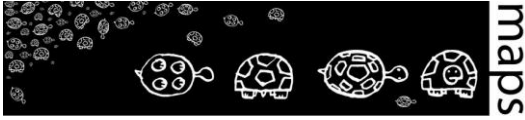
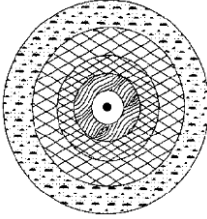
Autres plots :

- Prix des différentes cultures en fonction du temps
- Volume des différentes cultures en fonction du temps
- Nombre d'agriculteurs de chaque type en fonction du temps

D. Exploration du modèle

Exploration du modèle Von Thünen

Dans le modèle initial de Von Thünen, les agriculteurs sont des optimisateurs parfaits, au sens de Von Thünen. L'équilibre de Von Thünen est donc atteint en un pas de temps à partir de n'importe quelle situation puisque le comportement de chaque agriculteur à chaque pas de temps est de choisir la culture optimale au sens de Von Thünen en fonction des paramètres

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

donnés et de l'installer. Lorsque l'on modifie les paramètres des cultures, cela permet de voir bouger les anneaux de manière instantanée. Une fenêtre de plot permet d'observer les droites de Von Thünen correspondantes.

Exercice : Faire varier les paramètres des cultures (zone paramètres VT Cultures) et observer le comportement de la simulation. Observer et expliquer le lien entre les anneaux et les droites de Von Thünen. Pour une culture, identifier l'impact de chacun des 4 paramètres sur les courbes (pente et valeurs aux limites).

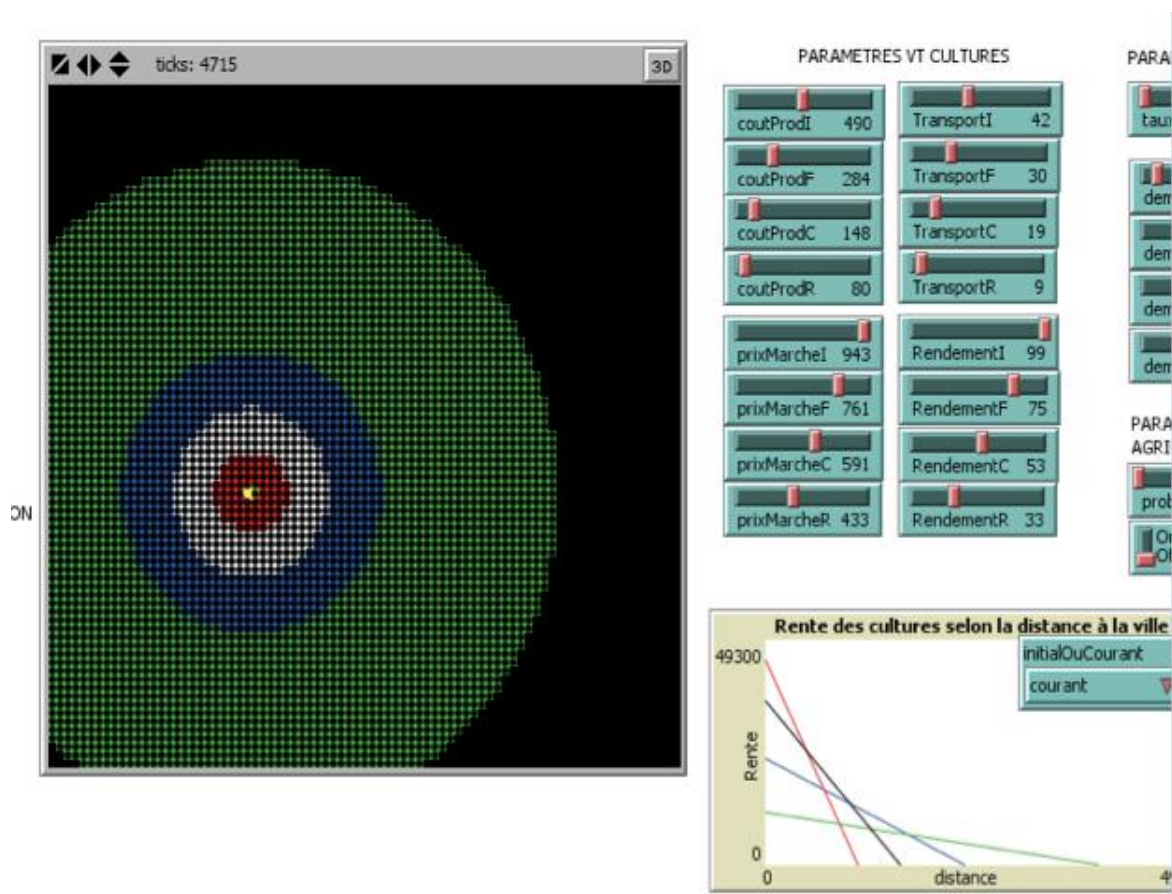
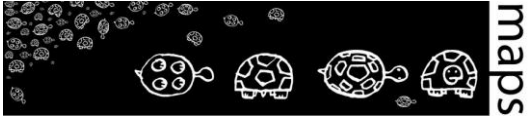
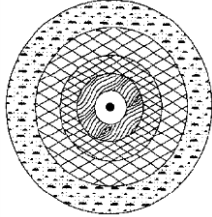


Figure 5. Un exemple de jeu de paramètres qui produit les anneaux caractéristiques de Von Thünen occupant une large partie de l'espace

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

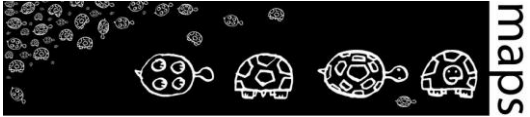
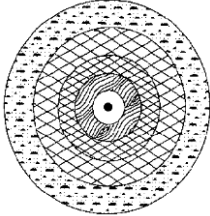
Exploration du comportement des agriculteurs.

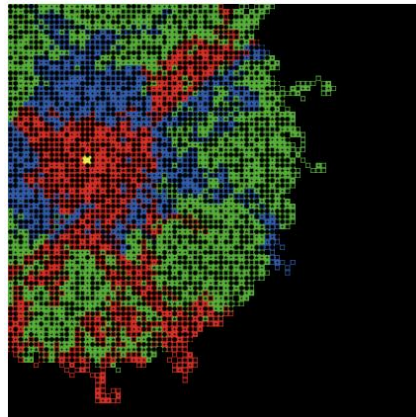
Il est possible d'introduire dans le modèle des agriculteurs se comportant autrement que comme des optimisateurs au sens de Von Thünen. Deux autres types d'agriculteurs choisissant leur culture en utilisant une fonction d'utilité sont disponibles :

- Les sous-optimisateurs peuvent choisir une culture sous-optimale si leur rente est positive. Le choix de la culture est fait selon une probabilité liée à leur rente. Cela peut faire sens puisque les agriculteurs peuvent ne pas chercher forcément à optimiser mais plutôt à avoir un bon revenu.
- Les averses au risque peuvent également choisir une culture sous-optimale si leur rente est positive. Mais leur probabilité est inversement liée à leur coût de production. Les agriculteurs ne cherchent pas à optimiser mais à pouvoir survivre à moindre effort ou à moindre risque.

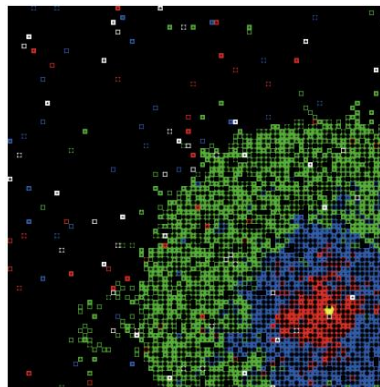
Des comportements de type imitatif sont ensuite disponibles, conformément à ce qui peut être décrit dans les théories de l'observation. Que se passe-t-il ?

- Pour chaque comportement utilisant une fonction d'utilité : les comportements sous-optimaux en marché variable rendent le modèle complètement instable si le taux de décroissance est légèrement élevé car ils basculent immédiatement dans l'anneau extérieur où une seule culture est possible.
- Quand on mélange les comportements utilisant une fonction d'utilité : qui « gagne » ? (si l'interrupteur banqueroute est sur *on*, les cultures à rente négative passent en friche et ne sont plus comptées dans les comportements. Le fait d'être plus riche ou du moins pas en banqueroute n'a pas d'influence sur la probabilité de mourir et d'être remplacé par un comportement plus efficace.


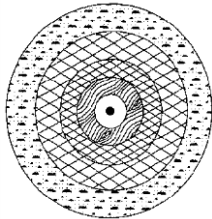
Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3



Dans le cas où les agriculteurs ont un cycle de vie infini, un imitateur reste un imitateur pendant toute la simulation si bien que l'on voit apparaître des motifs stables (des patches qui gardent la même culture) à certains endroits.



Dans le cas où les agriculteurs ont un cycle de vie fini (décès), un imitateur peut devenir soit optimisateur soit résistant et inversement si bien que les motifs s'estompent et que la simulation génère du bruit même à probabilité très faible (3%, ici).

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014 MAPS 3
--	---	------------------------

Adaptation des agriculteurs

Observer ce qui se passe quand les exploitations ont une durée de vie plus ou moins importante.

Si les agriculteurs du modèle ne « meurent » jamais, la simulation peut se retrouver coincée par des agriculteurs qui ne s'adaptent jamais. Faire « mourir » des agriculteurs permet d'engendrer des mutations et d'améliorer l'adaptabilité du système. Il n'y a aucune échelle de temps qui soit certaine : même les exploitations les plus traditionnelles finissent par évoluer !

Observer ce qui se passe si la possibilité d'une banqueroute est possible (*on*) ou non (*off*).


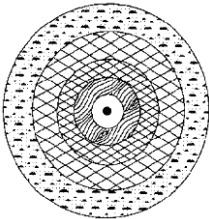
Dans la réalité que se passe-t-il si une exploitation est non rentable ?

L'alternative est un peu extrême (pouvoir rester à l'infini ou disparaître immédiatement) mais c'est une manière de gérer simplement ce choix sans créer de budget individuel. Sans banqueroute on observe souvent une surproduction structurelle si les prix du marché varient. En effet les agriculteurs qui ont une rationalité leur autorisant à produire à perte inondent le marché et si les demandes sont fixées à un faible niveau par rapport à l'espace disponible, les prix s'écroulent.

Coûts de transition.

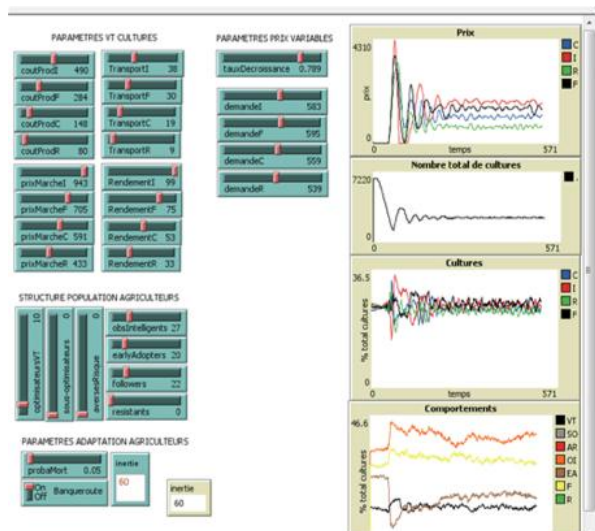
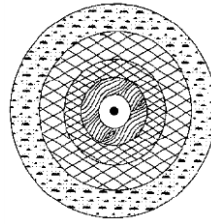
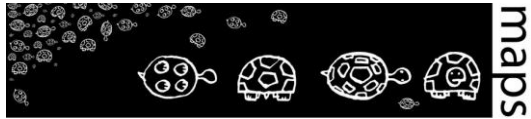
Dans la réalité, il est impossible pour un agriculteur de changer de type d'exploitation chaque année. Un tel changement induit des frais qu'il convient d'amortir avant de changer à nouveau. C'est le sens d'introduire une variable d'inertie. Observer ce qui se passe avec ou sans inertie. Comment sont liés inertie et taux de décroissance ? Pourquoi ne voit-on pas d'oscillation apparaître quand il n'y a pas d'imitateurs ? Comment inertie et taux de décroissance agissent-ils sur la forme des oscillations quand il y a des imitateurs ?

S'il n'y a que des agriculteurs optimisateurs, plus il y a d'inertie et moins le système est efficace (moins d'agriculteurs et prix plus hauts pour mêmes paramètres). De plus, l'inertie a un peu le même effet que le taux de décroissance : la conséquence est que le système répond moins rapidement. En effet, s'il y a une variation de prix et une inertie élevée, alors moins d'agriculteurs répondent (en moyenne), mais ils donnent toujours une réponse immédiate, ce qui fait qu'il n'y a pas d'oscillation. Pour créer des oscillations il faut que le niveau d'une variable influence le taux de variation de l'autre et inversement (déphasage / retard de réponse). Alors le volume d'une culture influence le taux de variation des prix d'un côté, mais

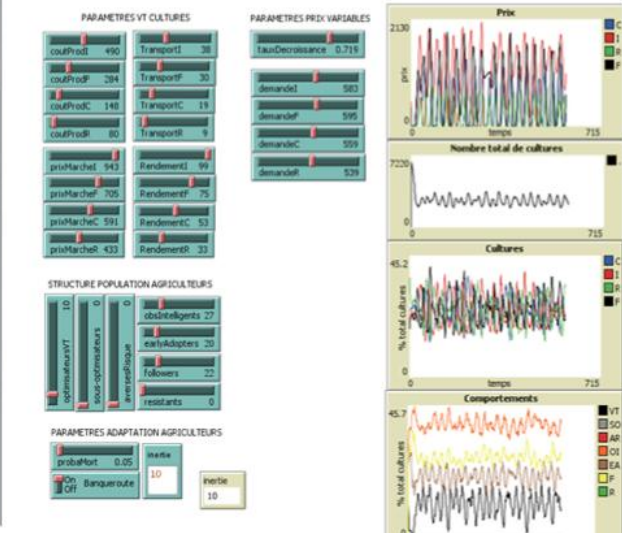
Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014 MAPS 3
--	---	------------------------

de l'autre, le niveau de prix influence directement le volume d'une culture via l'équation de Von Thünen qui est linéaire.

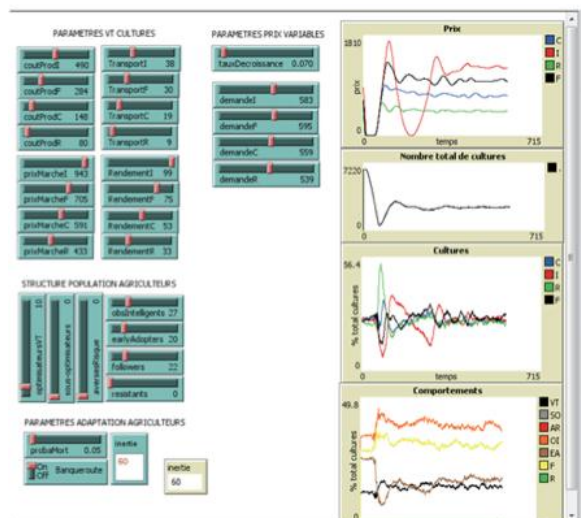
- Par contre, si des comportements imitateurs sont introduits, le système répond différemment. Le comportement d'imitation induit un déphasage dans la réponse : si l'on copie sur son voisin, un temps de retard est forcément observé. Donc le comportement adopté par le voisin n'est peut-être plus adapté aux informations du moment. S'il y a 20 pas de temps d'inertie, on copie peut-être une réponse à l'état du système datant d'il y a 19 pas de temps. Dans ce cas, l'inertie influence la largeur des oscillations (nombre de pas de temps entre 2 pics) alors que le taux de décroissance influe sur leur hauteur (écart entre le minimum et le maximum). En effet, le taux de décroissance amplifie la réponse (les prix varient plus fort en réponse au volume des cultures) alors que l'inertie amplifie le retard de la réponse (plus d'agriculteurs répondent avec des vieilles informations).
- Par contre, si des comportements imitateurs sont introduits, le système répond différemment. Le comportement d'imitation induit un déphasage dans la réponse : si l'on copie sur son voisin, un temps de retard est forcément observé. Donc le comportement adopté par le voisin n'est peut-être plus adapté aux informations du moment. S'il y a 20 pas de temps d'inertie, on copie peut-être une réponse à l'état du système datant d'il y a 19 pas de temps. Dans ce cas, l'inertie influence la largeur des oscillations (nombre de pas de temps entre 2 pics) alors que le taux de décroissance influe sur leur hauteur (écart entre le minimum et le maximum). En effet, le taux de décroissance amplifie la réponse (les prix varient plus fort en réponse au volume des cultures) alors que l'inertie amplifie le retard de la réponse (plus d'agriculteurs répondent avec des vieilles informations).



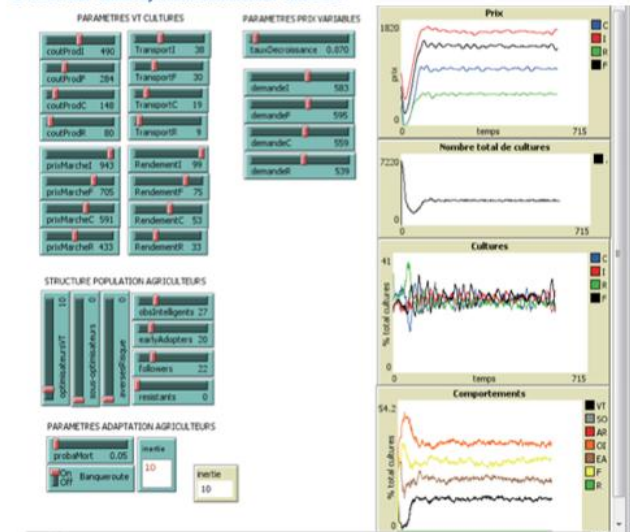
5 inertie élevé, décroissance élevée



5 inertie faible, décroissance élevée



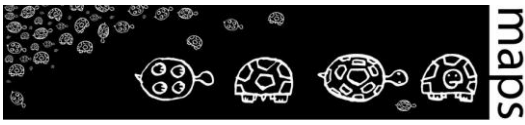
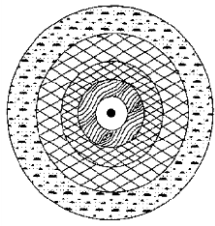
5 inertie élevée, décroissance faible



5 inertie faible, décroissance faible

Variation des prix du marché

Les prix s'ajustent en fonction de la différence entre l'offre et la demande. Comme la demande est fixe, cela revient à faire converger le système vers un état où la taille des anneaux est fixée par cette demande et où le prix des cultures s'ajuste pour atteindre cette taille (plutôt que d'avoir une taille d'anneaux générée par un prix fixe). Pour aller plus loin et avoir un modèle de marché un peu plus réaliste il faudrait pouvoir analyser ce qui se passerait avec une

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

demande variable et en volume et en structure, mais cela serait du domaine de la simulation de marchés, qui est un domaine de recherche à part entière.

Observer l'effet du taux de décroissance : un taux de décroissance élevé rend le système instable (grandes oscillations rapides).

Villes

Elles ont toutes la même taille de marché et la même structure de demande.

L'exploration du modèle de Von Thünen peut aussi être effectuée par la modification des hypothèses précédentes. C'est ce que propose le modèle enrichi de Von Thünen.

Modification des paramètres en fonction de la modification de différentes hypothèses du modèle

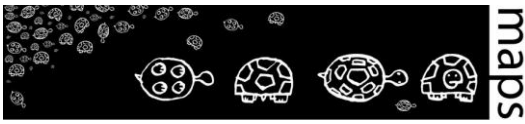
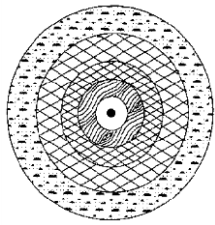
Sur la question d'un marché à prix fixe

Exemple contextuel réel qui peut s'en rapprocher : l'illustration d'une crise agricole montre que les variations de l'offre influencent directement les prix payés aux producteurs sur le marché. L'arrivée du Viêt Nam (suite à une décision de l'OMC) sur le marché du café, combinée à l'énorme expansion de la culture au Brésil, sont les deux principales raisons invoquées pour expliquer la chute du cours du milieu des années 1990 : augmentation de l'offre sur une demande mondiale stable.

Quels paramètres sont mobilisés ?

Coûts de production (arrivée de subventions par exemple) ou de transport.

Résultats : La production la plus rentable est de plus en plus choisie, ce qui a pour conséquence d'augmenter sensiblement l'offre par rapport à la demande et ainsi de provoquer une chute des prix du produit. Les agriculteurs se reconvertissent alors dans une autre culture plus rentable.

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

De plus, le nombre d'agriculteurs diminue fortement, ce qui a pour conséquence de réduire l'offre et faire remonter les prix.

Constat :

- La diminution brusque d'un coût de production (Figure 6), suivit d'une augmentation jusqu'au coût précédent permet de revenir à un état de pré-crise en terme de nombre d'agriculteurs (Figure 7).
- La modification brusque par augmentation d'un coût de production d'une culture converge aussi vers une situation d'équilibre.
- L'économie de marché des différentes cultures semble très résiliante aux crises, dans le cas d'une demande stable.
- Avec les agriculteurs maximisateurs, le taux de variation des prix, qui est inversement proportionnel à la production, fait aussi converger le modèle de Von Thünen vers un état stable. Seul le nombre d'agriculteurs varie.

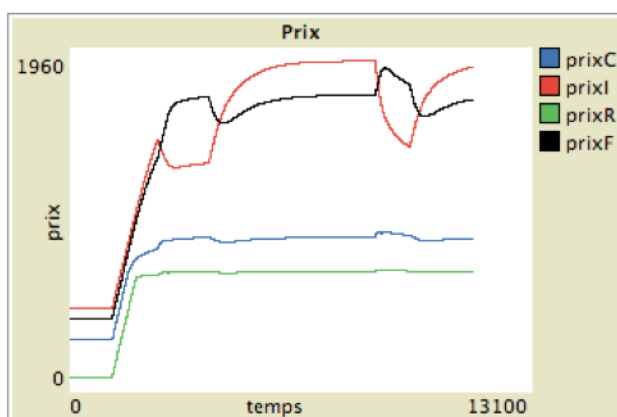


Figure 6. Prix des produits

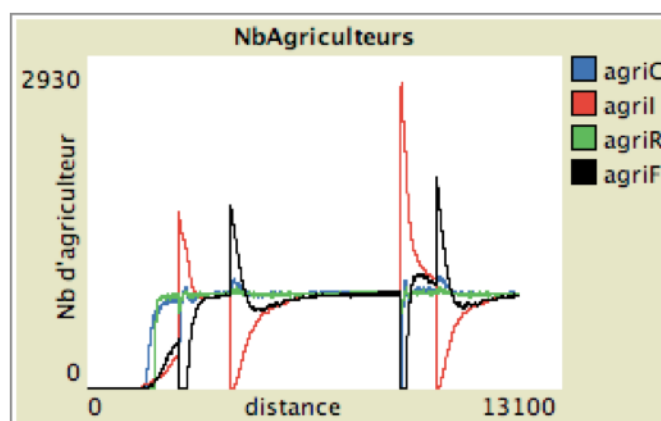
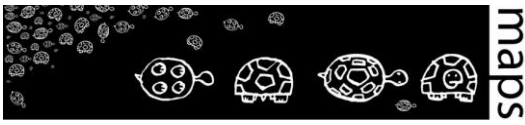
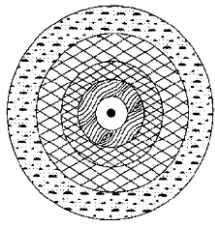


Figure 7. Nombre d'agriculteurs

Sur la question de l'homogénéité des agriculteurs.

Sur ce point, il est important de préciser que la modification de ce paramètre n'est intéressante que dans le modèle où le prix des produits varie en fonction de l'offre. Dans le cas où les prix au marché sont fixes, la convergence vers la structure standard de Von Thünen ne dépend que

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

du temps de diffusion de l'innovation et ne met pas en valeur les choix effectués par les agriculteurs en fonction d'une rente optimale.

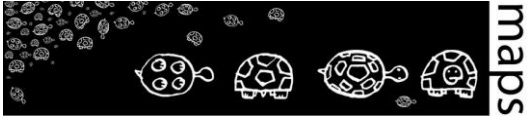
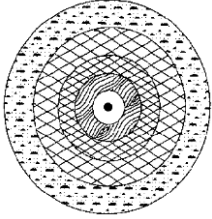
Exemple contextuel réel qui peut s'en rapprocher : la vitesse de diffusion de l'innovation en agriculture se retrouve à différentes époques (néolithique, révolution techniques ou fourragères). La façon dont l'innovation circule semble être un facteur intéressant à étudier dans la configuration du modèle de Von Thünen.

Quels paramètres sont mobilisés ?

Variation des taux de chaque profil d'agriculteur.

Résultats : La variation du taux d'agriculteurs innovant par rapport aux autres profils n'a d'influence que sur la vitesse de convergence du modèle (Figure 8). Il existe toutefois des variations intéressantes à étudier, notamment grâce aux variations des prix des produits sur le marché (voir premier constat).

Constat : Dans une configuration où il n'y a pas d'agriculteurs de type "Early adopter" et où les agents ne sont jamais remplacés (sauf dans le cas d'une rente négative). Lorsque les prix du marché évoluent, on remarque que les cercles de Von Thünen sont formés mais perturbés par les agents résistants, alors que leur culture n'est plus optimale, suite à l'évolution du marché. Ils sont persistants. Dans la réalité, ce biais est réglé par le changement naturel de génération (les agriculteurs meurent et sont remplacés). Dans le modèle, on peut simuler ce renouvellement par une fonction de mort naturelle, ce qui accélère grandement la convergence du modèle (Figure 9).

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

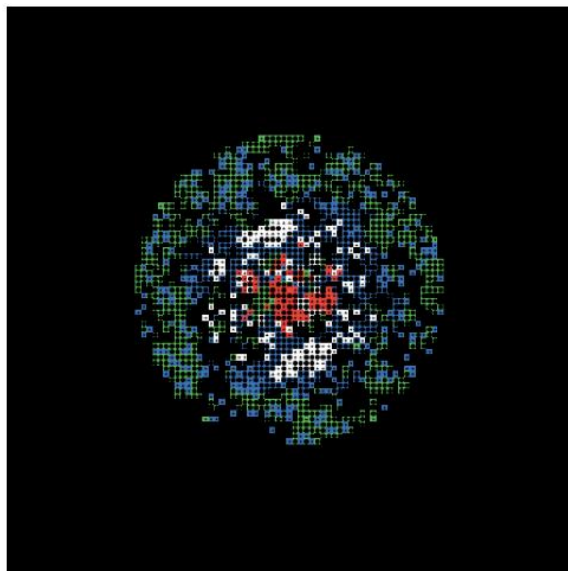


Figure 8. Visualisation d'une situation avec un taux très faible d'optimisateurs. Les zones noires correspondent aux zones non rentables et non recolonisées

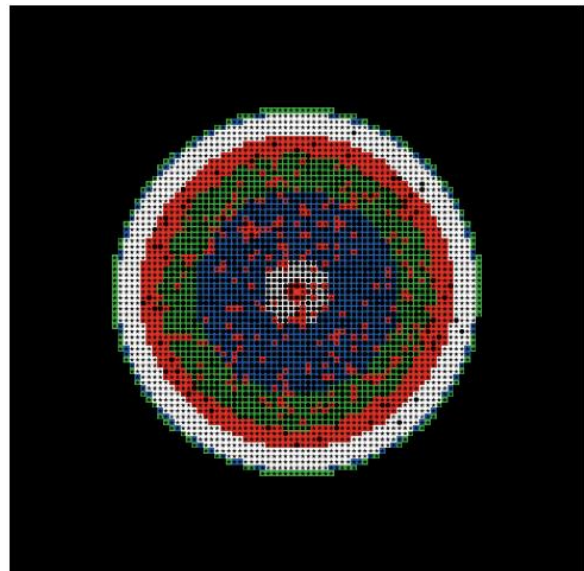


Figure 9. Visualisation d'anneaux concentriques persistants (notamment la culture blanche)

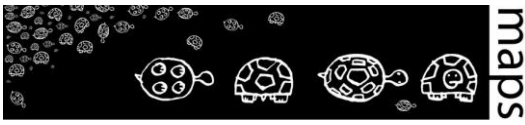
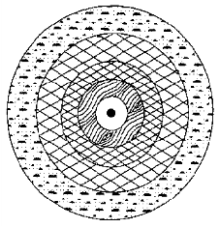
Sur la question du marché unique

Exemple contextuel réel qui peut s'en rapprocher : Principe de réalité...

Quel(s) paramètre(s) est(sont) mobilisé(s) ? : Le nombre de marché.

Résultats : Les producteurs s'organisent autour de chaque marché. Le modèle de Von Thünen converge. Il y a union des cercles les plus proches.

Constat : Le modèle de Von Thünen n'est absolument pas perturbé par le nombre de marché dans l'espace. Il est reproduit aussi souvent que le nombre de marchés (Figure 10). Il en résulte une 'contraction' de l'espace par réduction des coûts de transport qui permet de produire toujours plus loin du marché central et donne lieu à une spécialisation des espaces adaptés à la production d'un type de culture. Aujourd'hui les produits consommés dans les villes proviennent de bassins de production qui peuvent être localisés à des distances très éloignées. La pertinence du modèle du Von Thünen se déplace ainsi de l'échelle locale à l'échelle méso ou

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014
		MAPS 3

macrogéographique que ce soit national ou mondial (Amor Belhedi). Les distances ne sont plus euclidiennes, mais le coût du transport est toujours une variable importante.

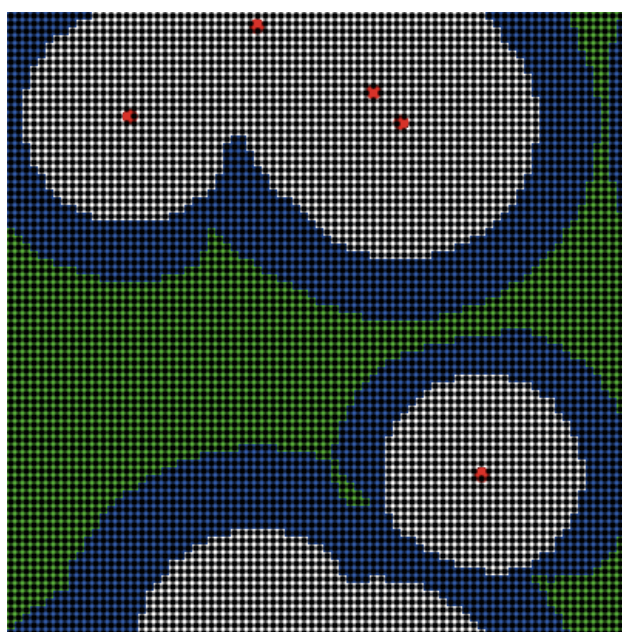

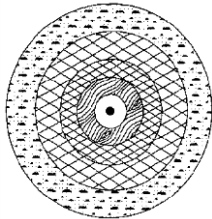


Figure 10. Exemple d'une configuration présentant plusieurs marchés

E. Conclusion

En conclusion, le modèle de Von Thünen constitue un modèle de référence dans le champ de l'analyse spatiale. Il permet aux étudiants suivant un cursus en géographie ou en économie d'acquérir des connaissances à la fois théoriques et pratiques en géographie économique et en économie spatiale. Le modèle de Von Thünen permet dans un premier temps de comprendre la manière dont s'organise l'espace agricole autour d'un marché, en fonction des coûts de production agricole. Il offre ensuite la possibilité de faire varier un certain nombre de paramètres (nombre de marchés, diffusion de la connaissance entre agriculteurs aux comportements différents, variation de l'offre sur le prix des produits) afin de tester la robustesse du modèle. Sur le plan pédagogique, c'est un modèle déjà abordé par de nombreux

Collectif MAPS 	Modèle Von Thunen 	Mai 2014 MAPS 3
--	---	------------------------

étudiants, même débutants : ils connaissent le principe et l'intérêt général du modèle. Débuter la simulation avec ce type de modèle est donc peut être plus évident. Par ailleurs, le modèle de Von Thünen permet des expérimentations ayant pour illustration des cas concrets de notre monde moderne. Enfin, ce modèle est peut être aussi une bonne introduction à d'autres modèles économiques, plus complexes, comme ceux d'Alonso.

F. Bibliographie

Alonso, W. 1964, Location and land use, Toward a general theory of land rent. pp204. Cambridge: Harvard University Press. 19641802976

Belhedi, A., 2010. Les modèles de localisation des activités économiques, <http://amor-belhedi.voila.net/mlae.pdf>, 203p.

Lemoy, R., Raux, C. and Jensen, P., 2011. An agent-based model of residential patterns and social structure in urban areas, Cybergeog : European Journal of Geography, Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, article 512, URL : <http://cybergeog.revues.org/23381>.

Lemoy, R., Raux, C. and Jensen, P., 2011. Exploring the polycentric city with an agent-based model

http://hal.inria.fr/hal-00602087_v1/

Milligton et al, 2008, An Agent-Based Model of Mediterranean Agricultural Land-Use/Cover Change for Examining Wildfire Risk, Journal of Artificial Societies and Social Simulation vol. 11, no. 4 4 : <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/11/4/4.html>

Sazaki, Y., Box, P., 2003. Agent-Based Verification of von Thünen's Location Theory, Journal of Artificial Societies and Social Simulation, vol. 6, no. 2, <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/9.html>