

Chapitre 1

Localisation des activités agricoles et modélisation en économie

1.1 Une approche économique de la localisation agricole

1.1.1 Théories économiques de la localisation et agriculture

A la différence de la prise en compte du temps, celle de la dimension spatiale est un souci relativement récent de la science économique. Nous montrons dans cette section qu'en agriculture elle porte sur un enjeu différent de celui de la localisation industrielle et que le facteur économique est, dans ce secteur également, un déterminant important de la localisation.

1.1.1.1 Une prise en compte tardive et le recours aux modèles

La plupart des auteurs s'accordent à dire que l'intégration de la dimension spatiale est un phénomène récent de l'histoire de la science économique. Par "récent", il faut entendre que, mis à part quelques rares auteurs s'y étant intéressés au XVIII^e siècle et l'apport fondateur de Thünen au XIX^e siècle, l'espace ne devient une réelle préoccupation en économie qu'à partir du début du XX^e siècle avec l'œuvre de Weber. Krugman (1998) va même jusqu'à dater son véritable essor à partir de 1990 avec l'émergence de la Nouvelle Economie Géographique, ce qui est sans doute exagéré ! Alors qu'ils ont très tôt pris en compte la dimension temporelle des processus économiques, les "classiques" se sont ainsi désintéressés de la thématique spatiale, de telle sorte que Ponsard (1958) notait :

"Le courant majeur de la pensée économique devait ignorer le facteur spatial". Ponsard (1958), p. 7.

Pourtant la prise en compte de la dimension spatiale, séparation des lieux d'offre et de demande de même que le temps en dissocie les instants, introduit en économie des mécanismes et des concepts fondamentaux comme le transport, les échanges, la différenciation des produits et des préférences, la compétition entre producteurs situés à des endroits différents, etc. Dès lors, le même auteur précise dans son introduction à l'"Analyse économique spatiale" que :

"Elle (l'analyse spatiale) a compétence à traiter de tous les chapitres de cette dernière (l'analyse économique), parce que la prise en compte de l'espace met radicalement en question la portée de leur contenu". Ponsard (1988), p. 7.

Kilkenny et Thisse (1999) énumèrent ainsi les catégories d'économistes pour lesquels l'espace est au centre des préoccupations, allant des spécialistes en économie urbaine et régionale aux économistes agricoles, en passant par les finances publiques locales ou encore le développement ; bref les économistes pour lesquels il est important d'expliquer *"what happens where"* (p. 1370). Devant la grande difficulté voire l'impossibilité du recours à l'expérimentation en économie, une façon de répondre à cette question a été, très tôt, de mettre au point des modèles¹² afin de représenter et d'expliquer les processus économiques à l'origine des choix de localisation. Ces modèles ont également souvent servi de support à leurs auteurs pour élaborer et illustrer leur théorie.

Qu'elle soit alors le centre d'intérêt principal du modèle ou seulement l'une de ses composantes, l'agriculture fait en général partie des secteurs modélisés. Nous pouvons même dire qu'elle est en quelque sorte à l'origine des questions de l'économie spatiale, puisque Thünen, considéré par la plupart des auteurs comme le père fondateur de cette discipline, s'y est tout particulièrement intéressé. Cependant, à la suite de Weber et dans une économie qui devient de plus en plus industrielle, la plupart des travaux de théorisation en économie

¹² Au sens large : le recours de Weber à un traitement géométrique par l'utilisation des courbes isodapanes pour expliquer le choix de la localisation de la firme constitue un modèle, en tant que représentation de la réalité, au même titre que les outils informatiques développés aujourd'hui. Voir par exemple Legay (1997) pour une étude de la place du modèle dans la science.

spatiale se consacrent à la problématique de la localisation industrielle plutôt qu'à celle de la localisation agricole. Même ceux, à la suite des travaux de Lösch (1954), qui ambitionnent de traiter la localisation de l'ensemble des activités économiques, réservent la plupart du temps, de notre point de vue, un traitement peu satisfaisant à l'agriculture comme nous le verrons au paragraphe 1.1.2.2.

1.1.1.2 Localisation agricole et localisation industrielle

La problématique de la localisation agricole et celle de la localisation industrielle s'opposent principalement dans leur rapport avec ce facteur de production particulier que constitue la terre.

Du point de vue industriel, en effet, l'enjeu de la question spatiale, n'est pas vraiment de déterminer l'affectation optimale à une production donnée des unités de facteur terre dont peut disposer l'entreprise. Du reste, la valeur représentée par cette quantité de terre constitue en général une très faible part dans celle du bien produit. Il s'agit plutôt de déterminer la localisation optimale de l'unité de production, c'est-à-dire de déterminer l'emplacement dans l'espace de la ou des unités de terre à acquérir pour supporter au mieux l'activité productrice. Les travaux fondateurs en économie spatiale industrielle, principalement ceux de Weber, recherchent ainsi le point d'équilibre entre la localisation des ressources nécessaires à la production et celle de la demande. Selon les secteurs productifs, c'est alors soit la disponibilité des facteurs de production comme la main-d'œuvre, de certaines matières premières ou d'intrants intermédiaires peu transportables, soit l'étendue de l'aire de marché qui représente le facteur de localisation dominant. Plus récemment, l'étude des facteurs institutionnels et en particulier de l'influence des politiques publiques locales sur les choix de localisation connaît un large développement.

Cette localisation choisie, la question de l'utilisation de la terre n'est plus une question centrale, du moins du point de vue de l'économie spatiale industrielle. En effet, si des études cherchent à expliquer les choix de localisation différenciée des différentes fonctions de certaines entreprises (administration, recherche, développement, production...), il s'agit toujours d'implantations considérées comme ponctuelles et non pas de l'agencement de

ces fonctions au sein d'un même site ; nous retrouvons alors la problématique énoncée au paragraphe précédent. La terre ne constitue donc pas un facteur de production suffisamment important du processus productif industriel pour qu'il vaille la peine de le considérer de façon explicite. Il entre dès lors seulement comme un élément du capital de l'entreprise.

La problématique de la localisation agricole est bien différente et ne se pose pas, en général, en termes de choix de l'emplacement de l'unité de production. Excepté le cas d'une grande exploitation devant implanter un deuxième centre (bâtiment de stockage de matériel par exemple), l'économiste spatial agricole ne cherche pas en effet à trouver la localisation optimale des sièges des exploitations agricoles. Ceux-ci sont en général donnés *a priori* et leur situation résulte plus de processus sociaux et historiques que de processus économiques. D'ailleurs, nous pouvons considérer qu'à l'époque actuelle, en France pour le moins, il y a beaucoup moins d'implantations de nouveaux sièges d'exploitation que de disparitions ou de changements de propriétaire d'exploitations déjà existantes. En revanche, la question est bien de déterminer l'affectation de la terre, facteur primordial de production, à une activité particulière.

Les activités agricoles sont en effet très consommatrices de terre, la part de ce facteur dans la valeur produite étant ici très importante : pour satisfaire à une demande équivalente à celle d'une industrie en terme de nombre de consommateurs touchés, les activités agricoles, mis à part celles dites "hors sol", doivent en effet se déployer sur une surface beaucoup plus importante que les activités industrielles. Pour Boussard (1987), c'est ainsi cette consommation importante d'espace qui constitue l'une des plus importantes spécificités si ce n'est la particularité du secteur agricole permettant de le définir par rapport aux autres secteurs économiques.

Localisations industrielle et agricole s'opposent ainsi, finalement, sur le nombre d' "éléments" de l'espace concernés. En industrie, la recherche du support de l'unité de production se réduit à identifier un petit nombre de points, alors qu'en agriculture, ce sont tous les points de l'espace cultivable pour lesquels l'activité agricole optimale doit être déterminée.

1.1.1.3 L'économique, facteur de localisation en agriculture

Nous venons de présenter l'objet de la localisation agricole et de montrer en quoi il est différent de celui de la localisation industrielle. Reste à identifier les facteurs qui sont à l'origine de ce choix d'affectation d'une activité à un point de l'espace.

La classification de ces facteurs proposée par Klatzmann (1955) en ce qui concerne la localisation agricole nous semble toujours d'actualité, mettant en évidence l'ensemble de ceux auxquels tout un chacun peut penser *a priori* :

"On peut classer les facteurs de la localisation en trois grands groupes : facteurs humains intérieurs à l'agriculture (exploitant et exploitation), facteurs naturels (sol et climat), facteurs humains extérieurs à l'agriculture (marché, Etat)." Klatzmann (1955), p. 200.

Nous sommes toutefois tentés de modifier cette classification pour, plutôt que de séparer ce qui est "intérieur à l'agriculture" de ce qui en est "extérieur", regrouper ensemble tous les facteurs économiques par opposition aux facteurs humains de type social, culturel et historique. En effet, ceux que cet auteur identifie comme facteurs liés à l'exploitation (taille économique, système de culture, mode de faire-valoir) relèvent pour nous de phénomènes de la sphère économique¹³ et doivent donc en être rapprochés. Notre classification, en trois catégories également, sera donc la suivante :

- Facteurs humains liés à l'exploitant
- Facteurs naturels
- Facteurs économiques

Les premiers construisent la composante historique et socioculturelle de la localisation agricole. Ils incluent principalement les connaissances techniques et le caractère plus ou moins innovateur des agriculteurs et sont à l'origine de la persistance de productions très traditionnelles dans certaines régions ou de l'apparition de nouvelles cultures ou types d'élevage dans certaines autres. Ces facteurs ne seront pris en compte que de façon très indirecte (et donc

¹³ Même si nous sommes bien conscient qu'à un instant *t*, ils résultent dans une large mesure des processus historiques qui ont contribué à "construire" l'exploitation agricole.

certainement très peu satisfaisante pour leurs spécialistes) dans le présent travail.

Les seconds comprennent principalement le sol, la topographie, le climat ainsi que les contraintes agronomiques. Certaines cultures ne s'accommodent pas, en effet, de n'importe quelles conditions pédo-climatiques et sont dès lors cantonnées à certaines régions. C'est ainsi l'existence de dotations naturelles différentes qui, pour Ricardo dans sa théorie des avantages comparatifs, est le moteurs de l'échange entre régions, conduisant à une spécialisation régionale, c'est-à-dire une localisation différenciée des activités. Nul besoin de rappeler ici la parabole du lin anglais et du vin portugais que le lecteur trouvera exposée en détail par exemple chez Krugman et Obstfeld (1995). Notons avec Boussard (1999) que l'approche ricardienne ne s'appuie pas seulement sur des avantages comparatifs absolus entre zones de production, mais montre plutôt que l'échange tire son existence d'avantages relatifs¹⁴. L'approche de Ricardo se trouvera généralisée par Ohlin comme nous le présentons plus en détail au paragraphe 1.2.2.1. Il nous faut toutefois noter que, même en agriculture où le poids des facteurs extérieurs à l'homme semble plus lourd encore que dans d'autres secteurs, l'existence d'avantages comparatifs naturels peut, dans certains cas au moins, être remise en cause grâce aux progrès des technologies de production : irrigation, culture sous serre ou encore mise au point de nouvelles variétés représentent autant de moyens de s'affranchir de contraintes environnementales préexistantes.

Thünen, parmi les premiers et en tous cas de façon fondatrice, a montré qu'en l'absence même d'avantages comparatifs, les paramètres économiques conduisent à une localisation rationnellement différenciée des différentes productions agricoles. En effet, l'organisation des cultures sous forme concentrique qu'il décrit, s'établit au sein d'une plaine homogène et isotrope, le fameux Etat isolé, où aucun point de l'espace n'est *a priori* plus favorable qu'un autre à telle ou telle production. Ce zonage de l'espace se déduit uniquement de la décroissance de la rente foncière calculée comme la différence entre le prix de vente espéré au centre et les coûts de production et

¹⁴ Le Portugal est en effet plus efficace à la fois pour la production de vin et de vêtements !

de transport. Thünen avait ainsi mis en lumière l'importance de la troisième catégorie de facteurs de la localisation, l'environnement économique.

Mais si Thünen avait à tel point jeté les bases de l'économie spatiale qu'il est encore une référence incontournable dans cette discipline, l'étude de l'influence du facteur économique dans la localisation fait désormais appel à des notions économiques plus variées et à des processus plus complexes. En effet, si l'on peut garder aujourd'hui encore une définition de la rente foncière équivalente à la sienne, tout l'intérêt est d'étudier comment se forment et se modifient, d'une part, les prix de vente au(x) centre(s) et, d'autre part, les coûts de production, sous l'influence de la demande intermédiaire ou finale, de la disponibilité des facteurs de production, des politiques publiques, bref de l'ensemble des processus économiques en amont et en aval.

Comme Dunn (1967), nous pouvons finalement nous interroger pour savoir qui, de Ricardo ou Thünen, détient le facteur principal de localisation :

"Which exerts the greater influence, physical location factors or economic location factors ?" Dunn (1967), p. 69.

Plutôt que la réponse "de normand" apportée à l'époque par cet auteur (*"In some cases the character of production is, no doubt, influenced more by physical factors (...). In other cases economic distance may be largely responsible for the spatial changes in production."* p. 69), arguons que facteurs naturels et économiques, ainsi que facteurs socio-culturels, sont en étroite interaction et qu'un modèle devrait idéalement tenir compte de l'ensemble plutôt que privilégier uniquement les uns ou les autres. Ou plutôt, outre le fait que, comme le précise Boussard (1999), le rôle des avantages comparatifs dans la localisation de certaines productions agricoles est généralement beaucoup plus faible que ce que l'on pourrait croire, remarquons que leur effet est finalement de modifier éventuellement les coûts de production¹⁵ et que leur étude devrait donc, elle aussi, être intégrée dans le cadre d'une approche économique de la localisation.

¹⁵ Le rendant, le cas échéant, infini si la culture se révèle impossible.

1.1.2 Le choix d'un paradigme

Depuis Thünen et Weber, une sorte de consensus apparaît dans la littérature pour aborder la problématique de la localisation sous le paradigme de l'équilibre. Le choix optimal pour l'emplacement de la firme ou pour l'affectation d'une activité agricole à une portion d'espace donnée résulte ainsi de la confrontation de "forces" économiques agissant dans des directions différentes. Même dans les approches dynamiques récentes comme celles de la Nouvelle Economie Géographique, le système évolue vers un état d'équilibre dans lequel le nombre de centres urbains ou d'implantations industrielles est déterminé de façon endogène. Nous présentons donc dans cette section une revue, non exhaustive mais aussi représentative que possible, des différentes approches qui ont été développées pour expliquer comment s'établit cet équilibre des localisations.

Nous montrons ainsi que les approches en équilibre général, bien que jusqu'à aujourd'hui moins satisfaisantes dans l'explication de la localisation agricole que celles en équilibre partiel, sont plus rigoureuses et devraient donc être préférées. Dès lors, notre souci d'adopter une démarche permettant l'étude opérationnelle de l'impact des politiques publiques sur les choix de localisation agricole nous conduit à retenir un cadre d'équilibre général calculable. Celui-ci, un des quatre types de modèles macro-économique distingués par Epaulard (1997), est en effet bien adapté pour étudier les politiques de structure à moyen-long terme qui nous intéressent et permet de tenir compte de l'ensemble des interactions au sein de l'économie. De plus, la solide base microéconomique de représentation des comportements des agents et donc des processus économiques sur laquelle reposent les modèles construits selon ce cadre, nous incite à les préférer aux modèles macro-économétriques régionaux comme ceux présentés, par exemple, par Bolton (1985), Roosen (1999).

1.1.2.1 L'équilibre partiel

Les modèles d'équilibre partiel s'intéressent au marché d'un seul bien ou secteur indépendamment du reste de l'économie, ce qui revient à faire l'hypothèse que ce qui se passe sur ce marché n'affecte pas les autres, et réciproquement.

Cette hypothèse, simplificatrice, est certainement valable à l'échelle de l'exploitation agricole. De nombreux modèles d'équilibre partiel (puisque tout ce qui est en amont de l'exploitation, comme les prix des facteurs et des intrants, et en aval, comme les prix des biens produits, est fixé de façon exogène) basés notamment sur la programmation linéaire, ont été développés afin de déterminer l'assolement optimal d'une exploitation agricole. Le choix de la combinaison optimale des productions correspond alors le plus souvent à la maximisation d'un objectif économique, la marge brute totale par exemple, sous un ensemble de contraintes technico-économiques. De plus en plus, les modélisateurs se portent vers des modèles plus complexes où le programme de l'exploitant est multicritère, cherchant à atteindre plusieurs objectifs simultanément (revenu, temps de travail...) au lieu de se limiter au seul objectif économique (il s'agit, en anglais, du "*goal programming*"). Cependant, ces modèles n'intègrent que de façon très partielle la dimension spatiale la plupart du temps, en ce sens que l'espace intervient uniquement sous la forme d'une quantité contraignante de terre disponible ; la localisation de cette quantité, son morcellement en un plus ou moins grand nombre de parcelles, l'éloignement et la plus ou moins grande difficulté d'accès de celles-ci, n'y sont que rarement pris en compte.

Un premier changement d'échelle est souvent effectué sur la base de ces modèles d'exploitations individuelles. La méthode consiste alors le plus souvent à construire quelques modèles d'exploitations types (au plus une dizaine), puis à sommer les résultats obtenus en pondérant chaque modèle par sa représentativité régionale. Cette première approche, toujours en équilibre partiel, présente à notre avis l'inconvénient de lisser de façon trop importante la diversité des exploitations agricoles régionales puisqu'elle ne s'intéresse qu'à un petit nombre d'exploitations moyennes. Carles *et al.* (1998) remédient partiellement à cette limite en conservant un grand nombre d'exploitations (200 dans leur étude de la région Poitou-Charentes), mais des techniques de pondération demeurent nécessaires pour obtenir le résultat régional puisque, bien que plus nombreuses, ces exploitations ne constituent toujours qu'un échantillon de la population totale. De plus la dimension spatiale n'est pas vraiment présente : au mieux, en connaissant les coordonnées géographiques des exploitations du panel, serait-il possible de connaître la répartition dans

l'espace des assolements de l'échantillon. Toutefois, seuls les résultats régionaux agrégés sont en général disponibles.

Devant l'impossibilité d'entreprendre une étude exhaustive des exploitations aux petites échelles, des modèles d'équilibre partiel ont dès lors été construits directement à l'échelle régionale, l'exploitation n'étant plus l'unité de décision. Les plus connus dans le domaine agricole sont les travaux de Heady et Srivastava (1975) sur la concurrence interrégionale. En France, le lecteur peut se reporter à Klatzmann (1968). Bien qu'ils ne représentent en quelque sorte qu'une transposition directe de la méthode de programmation linéaire à l'échelle d' "exploitations régionales représentatives", ces modèles ont néanmoins le mérite d'introduire explicitement la dimension spatiale dans les échanges entre régions en prenant en compte, par exemple, les coûts de transport. Boussard (1987) leur reproche cependant de "sur-spécialiser" les régions étudiées et de tendre souvent vers des représentations tautologiques. Dans la lignée des modèles précédents se sont ensuite développés les "modèles d'équilibre spatial" (ou SEM pour "*spatial equilibrium models*", cf. par exemple Waquil et Cox (1995), Cox et Chavas (1998), Roebeling *et al.* (2000)). La principale évolution nous apparaît être l'introduction de non linéarités dans les fonctions de production et de demande, avec l'introduction d'élasticités prix propres et croisées estimées économétriquement. Dans leur traitement de la dimension spatiale, ces deux types de modèles rejoignent en fait le problème du transport optimal entre plusieurs régions auquel Enke (1951) puis Samuelson (1952) avaient déjà apporté une réponse dans les années 50. Ils s'en démarquent néanmoins en spécifiant de façon endogène les fonctions de production et de demande à partir de paramètres de prix exogènes, alors que ces fonctions étaient exogènes dans le modèle de Enke-Samuelson, se traduisant par une unique fonction d'offre excédentaire.

Dans tous ces modèles, les activités agricoles sont traitées avec un niveau de détail et de précision tel que l'économiste agricole, ou plutôt l'agronome économiste, y trouve un degré de satisfaction "suffisant". Néanmoins, dans un cadre d'économie néoclassique et dès lors que l'échelle de travail est suffisamment petite, le raisonnement en équilibre partiel pose le problème fondamental de la non prise en compte de l'interaction des marchés entre eux :

"En réalité, seule cette dernière approche (l'étude de l'équilibre général) est valable, car elle prend en compte les multiples et importantes interdépendances existant entre les marchés, ce que ne fait pas l'approche par équilibre partiel." Guerrien (1989), p. 92.

Si une telle approche en équilibre partiel a pu historiquement se justifier étant donné les simplifications qu'elle apportait en regard de moyens informatiques de résolution relativement limités, nous allons dorénavant aborder l'approche en équilibre général, car comme le rapporte le même auteur :

"(...) les présentations néo-classiques actuelles – du moins celles qui cherchent à être «rigoureuses» – préfèrent adopter directement une approche par l'équilibre général." Guerrien (1989), p. 107.

1.1.2.2 L'équilibre général

Thünen lui-même jeta les bases d'un raisonnement en équilibre général, comme le rappelle Samuelson (1983) :

"(...) Johann Heinrich von Thünen, the economist who (...) elaborated one of the first models of general equilibrium (...)". Samuelson (1983), p. 1468.

En effet, non seulement Thünen s'intéresse en détail au secteur agricole, mais il aborde également la transformation des produits en eau de vie et en lin, et met le doigt sur les interactions qui peuvent exister entre ces différents secteurs ainsi qu'avec les marchés des facteurs de production. Par exemple :

"Cependant, les frais de fabrication de la toile, exprimés en numéraire, ne peuvent pas toujours être invariables ; ils doivent changer avec le prix en argent du travail et du grain". Huriot (1994), p. 141.

A la suite de Thünen¹⁶, les auteurs majeurs de l'économie spatiale, comme Weber ou Launhardt, se détournent tout d'abord de l'équilibre général pour ne s'intéresser qu'au problème de la localisation de la firme dans le secteur

¹⁶ Longtemps après Thünen, Dunn (1967), dans son analyse approfondie du travail de celui-ci, voit également la nécessité d'une approche en équilibre général :

"The spatial orientation of any agricultural industry, and hence its supply, is determined not only by its own equilibrium price, but by the equilibrium price of all other industries as well." Dunn (1967), p. 18.

Il fournit alors à plusieurs reprises des réflexions concernant la rétroaction de variations d'équilibre sur les autres marchés sur l'extension des cercles concentriques.

industriel. Il faut alors attendre Predhöl (même si celui-ci cite Furlan et Engländer comme ses devanciers) pour voir reparaître le souci d'une approche générale :

"The problem of location of economic activities, though it is one of the most vital economic questions, has been dealt with as yet rather inadequately in economics. It is barely touched upon in the general systematic treatises. It is mentioned frequently, but treated poorly, in many monographs dealing with particular industries." Predöhl (1928), p. 371.

Pour remédier à cette lacune et suivant en cela le courant du marginalisme microéconomique (Ponsard (1958)), Predöhl propose alors de recourir au principe général de substitution comme moteur de la localisation afin de généraliser l'approche de Weber.

Ce sont ensuite le géographe Christaller et l'économiste Lösch qui, avec la théorie des places centrales, apportent une contribution majeure aux théories de la localisation. En particulier, Lösch (1954) influencera et orientera pour longtemps (et encore aujourd'hui) la plupart des recherches postérieures en économie spatiale. Cet apport décisif se situe à deux niveaux principaux. En premier lieu, Lösch est le premier à formuler le problème de l'équilibre spatial général sous la forme d'un système complet d'équations dans le même esprit que la formulation de l'équilibre général walrasien. S'il ne pousse pas lui-même jusqu'à chercher la résolution de ce système, il ouvre alors la voie à de nombreux travaux, en particulier ceux connus sous le nom des modèles de type Tinbergen-Bos (Tinbergen (1964), Hamard (1990)¹⁷), dans la filiation de la théorie des places centrales. En second lieu, pour des raisons pratiques et au lieu d'approfondir l'étude de son système d'équations, il poursuit sa recherche sur la base d'une théorie des régions, déjà présentée dans Lösch (1938). Celle-ci, sous l'impulsion supplémentaire d'Isard (1956), sera à l'origine du courant de l'économie régionale.

Il faut ensuite attendre les travaux de Krugman (1991) pour qu'une approche réellement originale des problèmes de la localisation soit proposée (voir

¹⁷ Dans notre liste de références bibliographiques, nous corrigeons l'erreur typographique en couverture de l'ouvrage de Hamard (1990) : il y est fait mention des modèles de "Tibergen-Bos" au lieu de *Tinbergen-Bos*. L'erreur n'apparaît pas dans le reste de l'ouvrage.

également Fujita et Krugman (1995) et surtout Krugman (1996)). Ces idées sont à tel point novatrices qu'elles s'imposent comme une nouvelle discipline sous le terme de "Nouvelle Economie Géographique". Le point de départ de Krugman repose sur l'insatisfaction que lui inspirent ces deux plus illustres prédécesseurs, Thünen et Lösch, quant à l'explication de l'origine de l'organisation spatiale des territoires. Si le mérite d'expliquer les processus de formation des cercles concentriques lui est reconnu¹⁸, le reproche fait à Thünen est de postuler l'existence de la ville centrale sans en expliquer l'origine :

"The concentric rings of production form around a town whose existence is simply assumed. That does not make it a bad model, but it does make it a limited one." Krugman (1996), p. 12.

Quant à la théorie des places centrales de Lösch, son caractère descriptif est encore plus affirmé :

"(...) any economist who thinks hard about central place theory realizes that it does not quite hang together as an economic model. (...) So central place theory is a description but not really an explanation of self-organisation." Krugman (1996), p. 15.

Dès lors, Krugman recherche l'origine de l'auto-organisation de l'économie qui se traduit par l' "apparition" – remarquons l'aspect dynamique – de structures spatiales particulières, comme les centres urbains ou la concentration de certaines activités économiques. S'inspirant des travaux les plus récents sur le chaos et l'émergence de structures ordonnées au sein de systèmes complexes aussi bien en physique qu'en sciences naturelles, il montre que des structures spatiales (et temporelles) sont susceptibles de se former par le seul jeu de deux forces, l'une centripète ou de concentration, l'autre centrifuge ou de dispersion, dont les rayons d'action sont différents. L'analogie avec la physique est flagrante¹⁹. La force de concentration provient de rendements d'échelle

¹⁸ Il est surprenant de constater que le schéma des cercles concentriques de Thünen fourni par Krugman est faux ! (Krugman (1996), p. 11, partie inférieure de la Figure 1.1)

¹⁹ D'autres travaux récents en économie spatiale s'appuient encore plus totalement sur cet aspect dynamique et font eux aussi appel à des analogies avec la physique, se basant par exemple sur la notion de diffusion Day et Tinney (1966), Beckmann (1968), Beckmann et Puu (1990), Puu (1991), Day et Chen (1993). Ces approches quittant le paradigme de l'équilibre, elles dépassent le cadre de notre présent travail, mais constituent des pistes de recherche fort séduisantes.

croissants qui peuvent être liés à des phénomènes soit externes – et l'hypothèse de concurrence parfaite peut toujours être retenue, soit internes – et il faut alors passer à la concurrence imparfaite. La force centrifuge provient de l'immobilité du secteur agricole supposé réparti de façon homogène dans l'espace. En France, les récents travaux de Daniel (2001) (voir également Daniel (1999), Daniel et Maillard (2001)) renversent le point de vue de la Nouvelle Géographie Economique, qui se concentre essentiellement sur les activités industrielles et la localisation urbaine, en appliquant ses principes pour mettre en évidence une éventuelle concentration des activités agricoles.

Bien que permettant d'acquérir une généralité et un degré d'abstraction supérieurs, les différents modèles présentés jusqu'ici réservent un traitement de l'agriculture, qui, de notre point de vue d'économiste agricole, est souvent peu satisfaisant et, en tous cas, représente un recul par rapport à l'apport de Thünen, et ce pour deux raisons principales.

D'une part, les postulats concernant le secteur agricole sont généralement simplistes et peu satisfaisants : l'espace agricole est homogène et isotrope, de même que la répartition sur ce territoire de la population agricole ; les technologies de production agricoles sont partout identiques ; etc. Certes Thünen adopte lui aussi la plupart des mêmes postulats dans son modèle de référence de l'Etat Isolé ; mais il tente par la suite, bien que de façon intuitive comme le souligne Huriot (1994), d'en relâcher certains en envisageant, par exemple, une variation de la fertilité dans l'espace. Ceci souligne ainsi ses préoccupations réellement agricoles et justifie sa constante popularité auprès des agro-économistes. Bien qu'un modèle soit bien évidemment une représentation simplifiée de la réalité et comporte *de facto* certaines hypothèses simplificatrices, le souci du modélisateur tourné vers la recherche opérationnelle que nous sommes, reste en général de se rapprocher dans la mesure du possible d'hypothèses réalistes. Cette préoccupation d'aller vers plus de réalisme dans la représentation du secteur agricole n'est bien sûr pas l'ambition des modèles récents, qui cherchent avant tout à découvrir les mécanismes fondamentaux susceptibles d'expliquer les phénomènes de localisation.

D'autre part, les modèles considérant l'économie dans son ensemble ne s'intéressent pour la plupart qu'à l'"Agriculture", secteur résiduel représentant

l'agrégation indifférenciée de toutes les activités agricoles alors que, par exemple, plusieurs activités industrielles ou de service y sont distinguées²⁰. Or, les problématiques de localisation des différentes productions agricoles peuvent se révéler très différentes de même que les enjeux qui lui sont liés : pour l'agro-économiste, il est important de savoir si telle parcelle va être cultivée en maïs ou bien réservée à la prairie ; si dans telle région vont plutôt se rencontrer des productions hors-sol ou des productions extensives ; si la monoculture va prédominer ou bien la polyculture ; etc. L'utilisation d'un modèle pour connaître et étudier la localisation d'un "super" secteur agricole n'apporte dès lors pas beaucoup d'informations au thématicien : il se localise par défaut, partout où les autres activités – villes, industries, services – ne se sont pas préalablement implantées.

Finalement, ces modèles ne s'intéressent donc pas, de notre point de vue, à la localisation agricole au sens où l'entendrait un agro-économiste.

1.1.2.3 L'équilibre général calculable

"Le modèle d'équilibre général est sans doute le modèle le plus achevé de la théorie économique. (...) Il constitue donc un point de repère théorique essentiel (...)". Tallon (1997), p. 1 et 4.

Tous les économistes ne seront sans doute pas d'accord avec cette affirmation, de nombreuses critiques pouvant être formulées à l'encontre de ce modèle²¹. Force est toutefois de constater que ce modèle représente le cœur de la théorie économique néoclassique, courant actuellement dominant, et qu'il a donné lieu à de nombreuses extensions dans de multiples directions (concurrence imparfaite, dynamique, etc.). Notre ambition n'est pas ici d'expliquer les fondements théoriques et le lecteur pourra se reporter soit à l'article incontournable des pères du modèle d'équilibre général moderne, Arrow et Debreu (1954), soit aux ouvrages, en français, de Picard (1994) et

²⁰ Cela va au-delà des modèles : l'agriculture ne représente qu'un seul secteur dans les données statistiques de la comptabilité nationale de l'INSEE alors que la désagrégation est beaucoup plus fine dans d'autres branches d'activité. Il faut se reporter aux Comptes de l'Agriculture édités par le SCEES du ministère en charge de l'agriculture pour connaître le détail par activités agricoles.

²¹ Il pourrait surtout être reproché à ceux qui l'utilisent de trop souvent l'envisager en tant que "modèle à suivre" au lieu de "modèle pour comprendre". Nous renvoyons encore à Legay (1997) pour une discussion sur la dérive d'une utilisation normative des modèles.

Varian (2000) pour une introduction ou de Guerrien (1989) et Tallon (1997), par exemple, pour un exposé plus détaillé.

Le passage du cadre conceptuel théorique, proposé par Walras puis formalisé par Arrow et Debreu, à la formulation de modèles opérationnels de grande envergure n'a pas été immédiat. Il a en effet fallu attendre la disponibilité de ressources informatiques adéquates et la mise au point d'algorithmes de calculs performants pour voir le développement des modèles d'équilibre général dits appliqués (MEGA) ou calculables (MEGC). Plusieurs ouvrages de référence permettent de bien comprendre la structure des MEGC et les étapes à suivre pour leur mise au point, par exemple Piggott et Whalley (1985), Shoven et Whalley (1992), Ginsburgh et Keyser (1997). En français, la revue proposée par Schubert (1993) décrit l'histoire, les enjeux et les techniques de cette approche.

Les MEGC sont aujourd'hui des modèles macroéconomiques particulièrement adaptés à l'étude de politiques structurelles à moyen ou long terme. Schubert (1993) leur reconnaît ainsi une grande utilité pour traiter du commerce international, de questions de fiscalité, de politique d'environnement et de développement et, ce qui nous concerne tout particulièrement, des problèmes agricoles. En effet :

"Toutes ces questions sont peu ou mal traitées dans d'autres cadres, comme la modélisation macroéconométrique traditionnelle par exemple. En effet, elles portent sur la structure de l'économie. (...) Un cadre d'équilibre général est indispensable pour en rendre compte correctement." Schubert (1993), p. 778

Tout comme le modèle théorique dont ils sont issus, les MEGC constituent un cadre cohérent et complètement bouclé où prix et quantités sont déterminés de façon endogène. Leur caractère calculable provient non seulement du fait que ce sont des modèles chiffrés, s'appuyant sur des données réelles des économies qu'ils modélisent, mais également de leur utilisation de fonctions ayant les "bonnes" propriétés mathématiques (continuité, dérivabilité...) et suffisamment simples pour faciliter le calcul. En ce sens, ils représentent des cas particuliers du cadre théorique général, mais leur possible résolution numérique fournit une analyse quantitative de l'impact de certaines politiques économiques. Ils s'opposent ainsi aux modèles théoriques d'équilibre général qui ne sont pas résolus numériquement ; l'enjeu de ces derniers consiste à

trouver les conditions de l'établissement d'un équilibre pour déterminer qualitativement le sens d'évolution de celui-ci en fonction de la modification d'une variable particulière.

Formellement, d'un point de vue opérationnel, les MEGC constituent un prolongement sous forme de généralisation des modèles d'Input/Output de Leontief (voir par exemple Miller et Blair (1985) pour une présentation très complète). En effet, d'une part ils modélisent plus complètement l'économie en ne se limitant pas aux échanges interindustriels mais en intégrant explicitement les marchés des facteurs et la demande finale ; d'autre part, ils utilisent des fonctions non-linéaires qui permettent d'introduire des possibilités de substitution ; enfin, et surtout, ils permettent un ajustement de l'équilibre des marchés par les prix, effet que les modèles d'Input/Output ne sont pas capables de capturer. Nous ne détaillons pas ici les avantages et limites des MEGC, préférant renvoyer le lecteur à l'ouvrage d'Epaulard (1997) qui en fait une bonne synthèse.

Schubert (1993) classe les différents MEGC en cinq catégories : (1) approche de Johansen ; (2) approche de Harberger-Scarf-Shoven-Whalley (HSSW) ; (3) approche de la Banque Mondiale ; (4) approche économétrique de Jorgenson ; (5) approche de Ginsburgh-Waelbroeck-Manne. Notant avec Schubert la convergence des approches (2) et (3), nous constatons qu'elles constituent aujourd'hui le courant dominant de la production de MEGC. Notre contribution relèvera fondamentalement de ce type. S'éloignant de plus en plus du strict schéma walrasien, la tendance actuelle de la modélisation en équilibre général calculable est d'incorporer des imperfections dans les marchés : concurrence monopolistique, rigidité des prix, ajustement par les quantités, chômage endogène, etc. Leur spectre d'utilisation s'est ainsi élargi à partir de leurs premières utilisations pour l'étude des politiques fiscales ou de commerce international. Un des champs d'application en plein essor est aujourd'hui l'étude des problèmes d'économie de l'environnement. Voir par exemple, Conrad et Schröder (1993), Beaumais *et al.* (1994), Beaumais et Schubert (1996), Seung *et al.* (1998), Conrad (1999), Kamat *et al.* (1999), Lewandrowski *et al.* (1999), Bye (2000), Dellink et Kandelaars (2000), Xie et Saltzman (2000), Wiig *et al.* (2001).

En revanche, si l'introduction du temps a très tôt constitué une voie de recherche importante en MEGC, celle d'une réelle dimension spatiale n'a été que très peu abordée. C'est l'ambition de ce travail et nous donnons de plus amples développements à ce sujet tout au long de ce qui suit.

1.1.3 L'espace dans les MEGC

Dans cette section, nous entreprenons une revue de la façon dont une certaine forme de prise en compte de l'espace a été progressivement introduite dans le cadre des MEGC, afin d'identifier les limites des approches développées jusqu'ici tout en montrant la filiation de notre démarche. Partant d'une économie nationale unique modélisée comme un système ouvert, les MEGC à plusieurs pays introduisent une certaine "spatialité" en reconnaissant l'existence de plusieurs zones distinctes de production et de consommation. Ce souci est encore plus présent dans les modèles infra-nationaux qui tentent de mettre en évidence les disparités internes d'une économie. Excepté deux exemples très récents, nous montrons que les approches adoptées jusqu'ici ne sont pas satisfaisantes pour un réel traitement de la question spatiale.

1.1.3.1 Les MEGC mono-pays : petite ou grande économie ouverte ?

Nous mentionnons d'abord ici le cas des MEGC où un seul pays est représenté comme une "économie ouverte". En effet, par opposition aux modèles en "économie fermée", nous y trouvons un début d'introduction de l'espace par la distinction entre une zone de production domestique et des zones étrangères, bien que les processus ayant cours au sein de ces dernières ne soient pas modélisés explicitement. Par analogie avec la thermodynamique, il s'agit ici de considérer l'économie modélisée comme un système ouvert, entretenant des échanges avec l'extérieur. Dans notre cas, ces échanges sont de type économique et représentent des flux monétaires ayant un support physique (importations ou exportations de biens) ou non (besoin de financement, transferts d'épargne...). Deux postulats peuvent être retenus pour modéliser ces échanges, ce qui nous permet d'introduire deux notions que nous retrouverons dans la suite.

Soit le système est considéré petit par rapport au reste du monde et sa demande et son offre ne sont donc pas suffisantes pour influencer les marchés extérieurs. Il s'agit de l'hypothèse dite de la "petite économie ouverte" (ou SOE

pour "*Small Open Economy*") : les prix extérieurs s'imposent au système, demande d'importation et offre d'exportation leur étant parfaitement inélastiques. Soit, à l'inverse, le système est considéré comme suffisamment grand pour influencer les marchés extérieurs ; c'est l'hypothèse de "grande économie ouverte" (ou LOE pour "*Large Open Economy*") : offre d'exportation et demande d'importation deviennent élastiques par rapport aux prix extérieurs. Dans le premier cas, le prix mondial est un paramètre exogène alors que dans le second c'est une variable endogène du modèle. Les deux hypothèses peuvent coexister au sein d'un même modèle, le pays étudié pouvant se révéler grand pour certains biens et petit pour d'autres.

Bien qu'il y ait donc plusieurs (au moins deux) zones d'offre et de demande, le système et le "reste du monde", et donc une certaine différenciation spatiale, une seule d'entre elles est modélisée de façon explicite : importations et exportations représentent des conditions "aux limites" plus ou moins élaborées qui permettent d'introduire des concepts macroéconomiques importants (taux de change, balance des paiements...) et assurent donc un plus grand réalisme. Les MEGC multi-pays modélisent quant à eux explicitement plusieurs de ces zones.

1.1.3.2 Les MEGC multi pays : Armington s'impose

Suite logique aux modèles précédents lorsque les moyens de calcul ont été suffisants pour les résoudre, des MEGC à plusieurs pays ou groupes de pays ont été développés dans le cadre de l'étude du commerce international. Dans ce domaine, la revue de la littérature effectuée par Shoven et Whalley (1984) constitue encore aujourd'hui une référence incontournable. Il s'agit alors la plupart du temps d'étudier deux types de problèmes : d'une part, les conséquences d'une libéralisation des échanges bi- ou multilatéraux et, d'autre part, les effets de l'intégration d'un pays dans un espace économique. Chaque pays ou groupe de pays est alors modélisé de façon explicite du point de vue de son fonctionnement économique interne (production, consommation...). Les échanges entre mailles sont quant à eux représentés selon deux approches principales.

Dans un premier cas, l'approche dite du "pool" consiste à ajouter une région fictive au modèle, point unique avec lequel les pays réels²² peuvent entrer en échange. La matrice des échanges comporte $2IR$ connections possibles où I est le nombre de biens et R le nombre de pays considérés. Seuls les montants totaux des importations et exportations peuvent alors être déterminés, mais pas les échanges deux à deux. Cette approche ne revient en fait qu'à généraliser directement à plusieurs pays l'approche mono-pays précédente : tous partagent le même "reste du monde" et ne sont en relation qu'avec celui-ci.

La seconde approche modélise explicitement, elle, les échanges bilatéraux ; il y a alors $IR(R - 1)$ connections possibles. Pour chaque pays, les importations en provenance des autres sont combinées et viennent s'ajouter à la production domestique pour constituer l'offre totale disponible. Symétriquement les exportations totales se déduisent de l'offre disponible par déduction de la consommation finale et intermédiaire domestique. Les biens sont, dans les modèles actuels, différenciés selon leur origine suivant l'hypothèse dite d'Armington d'une substituabilité imparfaite (voir plus loin le paragraphe 1.2.2.2). Notons que, mis à part les quelques modèles globaux qui ont vocation à représenter de façon explicite tous les pays ou groupes de pays du monde, comme celui de Hertel (1997), ces modèles présentent eux aussi au moins une zone d'échange résiduelle représentant le "reste du monde".

La première méthode est plus facile à mettre en œuvre d'un point de vue pratique puisqu'elle nécessite moins de données et est moins complexe en termes de calculs à réaliser. Néanmoins, si l'écart entre les deux approches sur le nombre de connections modélisées est faible pour des petites valeurs de R , il s'accroît rapidement quand le nombre de pays augmente. L'approche du "pool" apparaît donc nettement moins satisfaisante et moins rigoureuse car plus fruste quant à sa représentation des échanges entre mailles et donc de certains mécanismes économiques.

1.1.3.3 Les MEGC infra-nationaux : "top-down" versus "bottom-up"

les MEGC évoqués jusqu'ici sont construits à une échelle qui ne correspond pas à celle que nous nous sommes fixée. De même qu'il existe des modèles

²² Du moins celles qui modélisent l'espace réel.

d'Input/Output à plusieurs régions infra-nationales (voir par exemple le modèle INTEREG de Casini-Benvenuti *et al.* (1995) pour un exemple récent), certains MEGC ont été développés afin de fournir une désagrégation locale de résultats nationaux.

Une première classe de tels modèles est emblématiquement représentée par le modèle ORANI des australiens Dixon *et al.* (1978), un des premiers MEGC opérationnels²³. ORANI est développé à l'échelle nationale australienne, la désagrégation infra-nationale des résultats étant réalisée à celle des 6 états australiens. Les résultats locaux sont calculés à partir des résultats du modèle national, selon une méthode inspirée de la tradition Input/Output utilisant des coefficients fixes de proportionnalité pour chaque état par rapport au total national. Si une telle procédure possède certains avantages, comme celui d'une adéquation parfaite entre l'agrégation des résultats régionaux et le total national, elle ne permet pas de qualifier le modèle ORANI de *modèle* multirégional ; le véritable modèle est "seulement" national ; les mécanismes n'y sont pas régionalisés, seuls les résultats le sont, *a posteriori*. Cette façon de procéder, du national vers le régional, a ainsi été qualifiée d'approche "top-down", c'est-à-dire descendante.

A l'inverse, des modèles ascendants ("bottom-up") ont ensuite été développés. Leur fondement théorique régional est plus solide puisque les comportements des agents sont modélisés à l'échelle locale et non pas seulement nationale. En contrepartie, les données nécessaires sont beaucoup plus volumineuses. Liew (1984) fournit une discussion intéressante des deux types d'approche et les compare à partir de deux versions du modèle australien. Les modèles décrits par Partridge et Rickman (1998) dans sa revue des MEGC régionaux relèvent de cette classe puisque ce sont les régions qui y sont explicitement modélisées. Remarquons néanmoins que les "régions" y sont de dimension très importante et, relativement à l'échelle des régions françaises ou européennes, sont assimilables à des pays. Le plus proche de nos préoccupations en termes

²³ Ce modèle représente un exemple de MEGC issu d'une approche à la Johansen (voir paragraphe 1.1.2.3) : il correspond à la linéarisation autour de l'équilibre initial d'un modèle non-linéaire ; il permet ainsi de calculer des pourcentages de variation autour d'un état de référence et de retrouver *a posteriori* les valeurs du nouvel équilibre ; son domaine de validité s'en trouve *de facto* limité à des chocs faibles pour lesquels l'hypothèse de linéarité reste valable. Le modèle GTAP de Hertel (1997) est basé sur le même principe.

d'échelle est le modèle de Conrad et Schröder (1993) mais il ne s'intéresse qu'à une seule région allemande. Le modèle développé par Kraybill *et al.* (1992) (voir également Kraybill (1993)) représente, d'un point de vue théorique, l'archétype des modèles infra-nationaux à plusieurs régions de type "bottom-up" de la littérature. Si, par rapport à notre ambition, nous regrettons là encore que ce modèle se limite ensuite à deux régions dans son application numérique (la Virginie et le reste des Etats-Unis), une généralisation à un nombre plus élevé de régions serait directement envisageable. Néanmoins, ce type de modèle repose également sur l'hypothèse d'Armington de différenciation des biens produits dans des régions différentes qui, nous le verrons plus en détail au paragraphe 1.2.2.2, ne nous satisfait pas totalement lorsque nous nous intéressons réellement à la dimension spatiale des processus. En faisant appel à cette hypothèse, ce type de modèle multirégional ne constitue en fait qu'une transposition directe à l'échelle infra-nationale des modèles multinationaux décrits au paragraphe précédent.

Plus récemment, Löfgren et Robinson (1999) présentent un modèle ayant pour ambition d'étudier le "réseau spatial" d'une économie multirégionale. Nous y trouvons pourtant certaines limites qui ne permettent pas de le transposer directement à notre cas. D'une part, il s'agit d'un modèle du Mozambique qui identifie une seule maille urbaine, deux mailles rurales et une maille supplémentaire d'import-export avec le reste du monde : il n'offre donc pas le niveau de détail que nous recherchons dans l'identification des localisations des activités. D'autre part, si, dès le titre, les auteurs ambitionnent d'étudier explicitement un réseau spatial, le faible nombre de mailles et la restriction *a priori* des échanges aux liaisons zones rurales / zone urbaine et zone urbaine / reste du monde limitent par construction la structure de ce réseau à une polarisation vers l'unique centre urbain. Ces hypothèses sont certainement tout à fait légitimes pour un pays tel que le Mozambique pour lequel une relative "simplicité" de l'organisation spatiale peut sembler intuitivement réaliste, avec un fort contraste entre la capitale, urbanisée, et le reste du pays, agricole. Souhaitant construire un modèle plus général adapté à l'échelle infra-nationale d'un pays tel que la France, nous nous inscrivons dans le même esprit de modélisation en poussant plus loin la logique spatiale multirégionale de notre modèle.

L'approche présentée par Isard et Azis (1998) est elle aussi très proche de notre ambition. Dans un certain sens, elle apparaît même plus complète puisque les auteurs y proposent un modèle qui se veut à la fois multinational et multirégional, chaque pays étant constitué de plusieurs régions. L'intégration de la dimension spatiale qui y est développée, prenant en compte les coûts de transport, est tout à fait dans l'esprit que nous recherchons (voir le paragraphe 1.2.2.3) et une discussion très intéressante de l'impact de sa prise en compte est d'ailleurs proposée (p. 341 à 343). Ce travail nous paraît pourtant présenter la limite "réciproque" du modèle de Löfgren et Robinson (1999) : si la structure de l'espace n'y est pas supposée connue, ce sont les possibilités de production régionales qui le sont, les régions étant justement définies selon des spécialisations fixées *a priori*.

La deuxième partie du présent chapitre sera l'occasion de présenter certains choix de modélisation que cette revue des MEGC identifiant plusieurs zones nous a amené à faire. Le deuxième chapitre, qui présente notre modèle en détail, permet de le situer par rapport aux approches précédentes, et en particulier de montrer en quoi il représente une généralisation de l'approche de Löfgren et Robinson (1999).

1.1.4 Une représentation de l'espace de travail

"Tout discours sur l'espace s'appuie sur une représentation de l'espace (...)". Huriot *et al.* (1994), p. 37.

Cette représentation n'est généralement pas explicitement décrite dans les MEGC où une –relative, nous l'avons vu– prise en compte de l'espace est mise en œuvre. Pourtant les propriétés découlant de telle ou telle représentation ne sont pas sans conséquences sur les choix de modélisation que nous ferons dans la deuxième partie de ce chapitre. Nous décrivons donc dans cette section les caractéristiques de l'espace de travail tel que nous l'envisagerons.

1.1.4.1 Des caractéristiques générales

Contrairement à la plupart des modèles théoriques classiques et étant donné notre échelle de travail, nous ne travaillons pas sur un espace infini mais sur une portion délimitée de l' "espace en général", c'est-à-dire sur un ensemble fini de lieux, que nous appelons pour l'instant *espace de travail*.

Issu du cadre néoclassique, les MEGC ne laissent que peu de place à la dimension subjective de l'espace due à la perception humaine. Ce sont des agents économiques optimisateurs et parfaitement rationnels dont les comportements sont modélisés. L'espace leur est dès lors une notion complètement étrangère, et notre espace de travail peut donc être qualifié d'espace *objectif* :

"L'espace objectif, également nommé espace anégo-centré (...) ou chorotaxique (...) est une entité extérieure à l'individu : il est idéalement décrit par les lieux qui le constituent, les liens qui les relient et les propriétés de ces lieux, indépendamment de toute déformation perceptive et de toute valorisation subjective." Hurriot et al. (1994), p. 36.

Utilisant l'axiomatique développée par Beguin et Thisse (1979), nous définissons dans un premier temps notre espace comme un ensemble de lieux, unités spatiales élémentaires, auxquels sont associées une mesure de distance et une mesure de superficie. Nous discutons dans les paragraphes suivants la nature des lieux retenue ainsi que l'importance de la notion de superficie et de sa mesure. Celle de la distance nous sera nécessaire pour modéliser les lois régissant les échanges de biens entre lieux et nous y reviendrons au paragraphe 1.2.3.1. Notons d'ores et déjà que la distance que nous utiliserons dans le calcul des coûts de transport, ne vérifie pas systématiquement toutes les propriétés mathématiques définissant une distance ou *métrique* et en particulier la distance euclidienne. Notre espace de travail est donc seulement *pré-métrique* (Auray et al. (1994)).

Le triplet précédent (lieux, distance, superficie) définit un espace *pré-géographique*. Les différents prix, quantités et flux, dont les mesures physiques ou monétaires sont déterminées par le modèle en chacun des lieux de l'espace de travail, constituent quant à eux un ensemble d'attributs qui caractérisent ces derniers. Dans l'axiomatique proposée, l'adjonction de cette quatrième propriété définit dès lors notre espace de travail comme un espace *géographique*. Certains de ces attributs seront identiques en tout lieu de l'espace de travail : ainsi, la qualité de la terre, le type de capital ou de main-d'œuvre sont les mêmes pour l'ensemble des lieux. En revanche, il n'y a pas de raison *a priori* pour que certains autres attributs soient également uniformes : fonctions de production, fonctions d'utilités, quantités disponibles

en facteurs de production, etc. L'espace de travail n'est donc pas globalement *homogène* même s'il l'est par rapport à certaines de ses propriétés.

1.1.4.2 Du continu au discontinu : la nature des lieux

Les propriétés précédentes ne préjugent pas de la nature continue ou discontinue de l'espace de travail. S'intéresser à "tout point de l'espace" comme nous l'avons envisagé au paragraphe 1.1.1.2 conduirait naturellement à envisager celui-ci comme continu. Les lieux de l'espace de travail auraient alors une superficie nulle et seraient en nombre infini. Leur position dans cet espace serait déterminée par des variables topologiques bidimensionnelles x et y , endogènes et continues. C'est le cas dans le modèle de Thünen et dans les modèles de détermination des aires de marché à la Hotelling (1929).

C'est également l'ambition de l'équilibre économique spatial général (Ponsard (1958), Paelinck (1988), Paelinck (1994)) initié par les travaux de Lösch. Dans la pratique, la mise en œuvre opérationnelle d'un modèle d'équilibre spatial général *calculable* n'est cependant pas chose facile à notre échelle de travail. Elle nécessiterait en effet la connaissance, en tout point de l'espace, des dotations en facteurs de production, des fonctions de production et de consommation, etc. Définir la notion de dotation en facteur terre en chaque point serait de toute façon bien difficile puisque ces lieux ont une superficie nulle. Pour pouvoir le faire il faut donc au moins définir le lieu comme une surface élémentaire représentant l'unité de dotation en facteur terre. Ceci conduit *de facto* à discrétiser l'espace de travail, au moins sous la forme d'une grille élémentaire. Par analogie avec le traitement d'image, nous pouvons parler de pixélisation de l'espace de travail, la forme du pixel n'étant pas fixée *a priori*. Chaque pixel est alors un marché élémentaire sur lequel des processus de production, de consommation et d'échange avec les voisins entrent en jeu.

Néanmoins, même si les densités de facteurs, densités de production, densités de consommation, etc., étaient effectivement parfaitement connues pour chaque pixel, il est peu probable qu'elles suivraient des formes analytiques utilisables dans un modèle appliqué, donc effectivement calculable, ou même simplement qu'elles puissent être approximées par de telles lois. En revanche, dans la pratique, les données et fonctions nécessaires à la mise en œuvre d'un MECC sont disponibles ou estimables pour des découpages de l'espace réel :

communes, cantons, Petites Régions Agricoles (PRA), départements, régions, pays, etc. Nous envisageons dès lors de construire un MEGC dans lequel l'espace est segmenté en polygones élémentaires irréguliers (contrairement au maillage régulier des pixels) pour lesquels des données suffisantes sont disponibles, passant ainsi d'une vision continue à une vision discontinue de l'espace. Nous pouvons considérer qu'avec un nombre de polygones relativement grand leur assurant une taille petite par rapport à celle de l'espace étudié, une représentation "suffisamment" continue par rapport à l'échelle de travail serait préservée (voir la Figure 1).

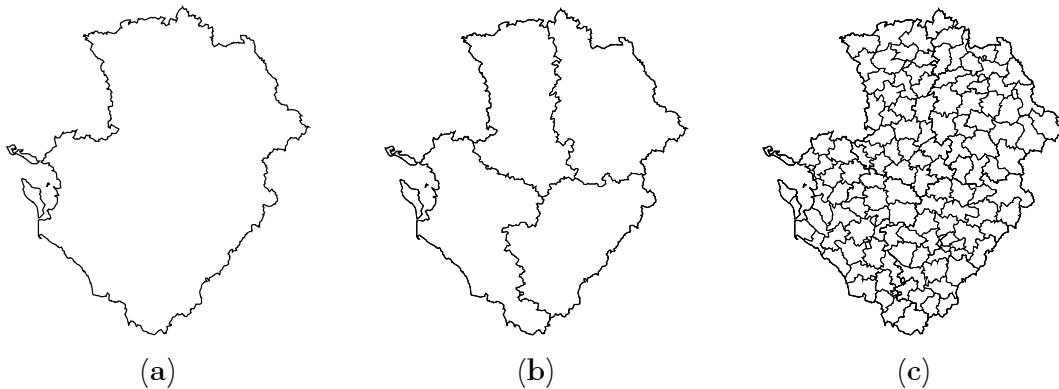


Figure 1 Trois visions spatiales de la région Poitou-Charentes : (a) vision continue ; (b) découpage spatial grossier en 4 départements ; (c) découpage spatial fin en 128 cantons.

Le lieu élémentaire n'est plus un point de superficie nulle mais un polygone dont chacun des attributs prend une valeur homogène pour l'ensemble des points le constituant. Un polygone est dès lors défini par le fait qu'au moins un de ses attributs prend une valeur différente de celle des polygones voisins.

1.1.4.3 La région, un concept à définir

D'un point de vue pratique, le terme de "région" n'est pas exempt d'ambiguïtés comme le souligne Beguin (1994). Force est de constater que la portion d'espace physique couverte par la notion de région est très variable d'un auteur à un autre dans la littérature économique dite "régionale". Elle va en général d'une sous-partie importante du territoire national à un ensemble de pays : le Piémont est une région italienne, le Middle West est une région des

USA, le Canada est une région du NAFTA, l'Union Européenne est une région du monde, etc.

Suivant le même auteur, nous serions alors tentés d'adopter une définition très générale et théorique du terme "région", qui s'accorde du reste avec les caractéristiques de l'espace de travail évoquées plus haut : la région est pour nous "un sous-ensemble de l'espace géographique". Dans notre passage du continu au discontinu, chacun des polygones représente donc une région de l'espace de travail ; puisque nous ne descendons pas à un niveau de détail inférieur à ces polygones, nous parlerons de région élémentaire. Un sous-ensemble de polygones de l'espace de travail représente une région intermédiaire et au final, l'espace de travail est lui-même la région regroupant toutes les régions possibles.

Pourtant, le terme de "région" est rarement utilisé d'un point de vue opérationnel pour dénommer des portions d'espace aussi petites que celles envisagées ici. Nous préférerons donc dans la suite parler de *maille* pour une région élémentaire (i.e. un polygone), de *zone* pour un sous-ensemble non vide de mailles et de *système* quand ce sous-ensemble contient toutes les mailles, c'est-à-dire l'espace de travail dans son ensemble. Des termes comme *multirégional* ou *interrégional* seront néanmoins conservés car ce sont pour nous des termes consacrés qui désignent des modèles à plusieurs régions, sans présager *a priori* de l'échelle de celles-ci.

Opérant ce passage d'un espace continu à un espace discontinu constitué d'un ensemble de mailles et étant donné notre échelle de travail, nous ne pourrions éviter l'écueil relevé par Irwin et Geoghegan (2001) que la maille ne constitue pas la réelle unité où les décisions économiques sont prises. Les agents économiques de chaque maille représentent alors une agrégation des agents "réels" preneurs de décision. Nous sommes donc confrontés au problème de l'agrégation tel que le décrit Guerrien (1989) et ne pourrions nous passer du postulat que les hypothèses microéconomiques (décroissance de la fonction de demande en fonction du prix, par exemple) restent valables à l'échelle des agents représentatifs agrégés.

1.1.4.4 Les liens entre mailles et la structure de l'espace

Comme évoqué au paragraphe 1.1.4.2, les mailles –nous parlons alors de pixels– du système sont susceptibles d'échanger entre elles des biens ou de la monnaie. Ces échanges sont à la base de la définition que nous adoptons pour la notion de structure de l'espace de travail.

Nous faisons en effet l'hypothèse que chaque maille peut entrer en échange avec n'importe quelle autre maille du système. Autrement dit, tous les *liens* entre mailles sont *a priori* possibles. Or, il est peu probable, à notre échelle de travail, que tous ces liens supportent effectivement un échange physique ou monétaire à l'équilibre. Nous appellerons donc "structure de l'espace", le sous-ensemble des liens effectivement actifs dans la solution optimale fournie par le modèle. Cette structure peut alors être analysée et caractérisée par l'usage de différentes notions mathématiques comme la contiguïté ou la connexité, ou par la théorie des graphes. Différents types de structure peuvent alors être définis (homogène, centripète, centrifuge, mono ou polycentrique...) et la recherche d'un type particulier peut même constituer l'objectif d'une politique qui sera dès lors qualifiée ici de politique d'aménagement du territoire²⁴.

Il s'agit finalement de généraliser à l'ensemble des échanges une notion couramment utilisée pour analyser les déplacements (ou navettes) domicile-travail de la main-d'œuvre. Dans notre cadre d'équilibre général, nous pouvons définir plusieurs structures pour un même espace, selon que sont considérés les facteurs et biens pris séparément ou la structure globale, tous échanges confondus. Pour un bien particulier, cette structure peut alors mettre en évidence l'influence de certaines mailles centrales sur un ensemble d'autres mailles périphériques, réalisant un zonage du système à une échelle intermédiaire. S'il n'y a pas de raison *a priori* pour que les zonages ainsi associés aux différents biens se superposent exactement, l'hypothèse qu'ils présenteront des "formes fortes", c'est-à-dire que certaines zones seront identiques à quelques mailles près, peut être avancée. Nous pouvons alors définir un découpage intermédiaire synthétique dont les limites entre zones ne sont pas identifiables de façon totalement précise.

²⁴ Nous sommes conscients qu'il s'agit là d'une définition très réductrice de ce type de politique !

Au-delà de l'étude de la localisation des activités, l'objectif de notre modèle est également d'étudier l'impact des politiques publiques agricoles sur la structure du système. En effet, nous faisons l'hypothèse qu'ayant un impact sur l'affectation des activités économiquement optimales à chacune des mailles du système, ces politiques sont également susceptibles d'avoir un impact quantitatif et qualitatif sur la structure de celui-ci, en modifiant l'intensité d'un lien existant, c'est-à-dire le flux physique ou monétaire transitant entre deux mailles, et/ou en créant de nouveaux liens et en rendant certains d'entre eux obsolètes.

1.2 Conséquences sur les choix de modélisation

1.2.1 Le nombre de mailles et la dimension du modèle

Comme nous l'avons évoqué au paragraphe 1.1.4.2, le souci de conserver une vision "suffisamment" continue de l'espace de travail milite pour retenir le plus grand nombre de mailles possible. Nous allons voir ici que, dans la pratique, ce nombre est malgré tout limité pour des raisons de calculabilité informatique du modèle et doit donc être choisi dans le cadre d'un arbitrage entre les différentes dimensions de celui-ci.

En effet, c'est le nombre de variables endogènes (égal au nombre d'équations) qui détermine "la" dimension du modèle. Nous nous efforçons ainsi dans ce paragraphe de montrer la relation qui existe entre le nombre de mailles et cette dimension. Puis nous verrons comment tenter de réduire celle-ci tout en conservant suffisamment de détail à la fois en termes spatial et sectoriel.

1.2.1.1 Inter ou multirégional ? l'apport des modèles d'Input/Output

Les modèles d'Input/Output ont été les pionniers dans l'introduction de la dimension régionale et les MEGC, leur généralisation, ont suivi les mêmes voies. Les premiers modèles opérationnels d'Input/Output à plusieurs mailles sont ceux mis au point par Isard (1951) à la suite des travaux de Leontief. Isard les qualifie de modèles *interrégionaux* en raison de l'extrême précision avec laquelle ils traitent les échanges entre mailles. La matrice entrées-sorties sur laquelle ils reposent représente, bien entendu, les échanges interindustriels dans chaque maille de la même façon que dans un modèle d'Input/Output

classique. Mais elle identifie en même temps la source et la destination régionales et sectorielles des biens échangés. Le Tableau 1 présente la structure d'une telle matrice dans un cas simplifié 3×3.

$t^{r,r'}_{i,i'}$	$r' \rightarrow$	Maille 1			Maille 2			Maille 3		
		Bien 1	Bien 2	Bien 3	Bien 1	Bien 2	Bien 3	Bien 1	Bien 2	Bien 3
$r \downarrow$	$i' \rightarrow$									
	$i \downarrow$									
Maille 1	Bien 1	$t^{1,1}_{1,1}$	$t^{1,1}_{1,2}$	$t^{1,1}_{1,3}$	$t^{1,2}_{1,1}$	$t^{1,2}_{1,2}$	$t^{1,2}_{1,3}$	$t^{1,3}_{1,1}$	$t^{1,3}_{1,2}$	$t^{1,3}_{1,3}$
	Bien 2	$t^{1,1}_{2,1}$	$t^{1,1}_{2,2}$	$t^{1,1}_{2,3}$	$t^{1,2}_{2,1}$	$t^{1,2}_{2,2}$	$t^{1,2}_{2,3}$	$t^{1,3}_{2,1}$	$t^{1,3}_{2,2}$	$t^{1,3}_{2,3}$
	Bien 3	$t^{1,1}_{3,1}$	$t^{1,1}_{3,2}$	$t^{1,1}_{3,3}$	$t^{1,2}_{3,1}$	$t^{1,2}_{3,2}$	$t^{1,2}_{3,3}$	$t^{1,3}_{3,1}$	$t^{1,3}_{3,2}$	$t^{1,3}_{3,3}$
Maille 2	Bien 1	$t^{2,1}_{1,1}$	$t^{2,1}_{1,2}$	$t^{2,1}_{1,3}$	$t^{2,2}_{1,1}$	$t^{2,2}_{1,2}$	$t^{2,2}_{1,3}$	$t^{2,3}_{1,1}$	$t^{2,3}_{1,2}$	$t^{2,3}_{1,3}$
	Bien 2	$t^{2,1}_{2,1}$	$t^{2,1}_{2,2}$	$t^{2,1}_{2,3}$	$t^{2,2}_{2,1}$	$t^{2,2}_{2,2}$	$t^{2,2}_{2,3}$	$t^{2,3}_{2,1}$	$t^{2,3}_{2,2}$	$t^{2,3}_{2,3}$
	Bien 3	$t^{2,1}_{3,1}$	$t^{2,1}_{3,2}$	$t^{2,1}_{3,3}$	$t^{2,2}_{3,1}$	$t^{2,2}_{3,2}$	$t^{2,2}_{3,3}$	$t^{2,3}_{3,1}$	$t^{2,3}_{3,2}$	$t^{2,3}_{3,3}$
Maille 3	Bien 1	$t^{3,1}_{1,1}$	$t^{3,1}_{1,2}$	$t^{3,1}_{1,3}$	$t^{3,2}_{1,1}$	$t^{3,2}_{1,2}$	$t^{3,2}_{1,3}$	$t^{3,3}_{1,1}$	$t^{3,3}_{1,2}$	$t^{3,3}_{1,3}$
	Bien 2	$t^{3,1}_{2,1}$	$t^{3,1}_{2,2}$	$t^{3,1}_{2,3}$	$t^{3,2}_{2,1}$	$t^{3,2}_{2,2}$	$t^{3,2}_{2,3}$	$t^{3,3}_{2,1}$	$t^{3,3}_{2,2}$	$t^{3,3}_{2,3}$
	Bien 3	$t^{3,1}_{3,1}$	$t^{3,1}_{3,2}$	$t^{3,1}_{3,3}$	$t^{3,2}_{3,1}$	$t^{3,2}_{3,2}$	$t^{3,2}_{3,3}$	$t^{3,3}_{3,1}$	$t^{3,3}_{3,2}$	$t^{3,3}_{3,3}$

Tableau 1 Structure de la matrice interindustrielle *interrégionale* dans le cas 3×3 ; $t^{r,r'}_{i,i'}$ représente l'utilisation de bien i provenant de la maille r pour produire le bien i' dans la maille r' .

Dans une telle matrice, les lignes correspondent aux emplois et les colonnes aux ressources ; le terme général $t^{r,r'}_{i,i'}$ représente donc l'utilisation de bien i provenant de la maille r pour produire le bien i' dans la maille r' . Le préfixe "inter" souligne le fait que les échanges entre mailles sont connus aussi bien que ceux entre secteurs. La matrice des échanges interrégionaux a donc pour dimension $IR \times I(R - 1)$.

Quelques années après Isard, Chenery et Watanabe (1958) et Moses (1955) proposent un modèle Input/Output qualifié de *multirégional*, simplification du modèle de Isard. Dans cette version, la dimension sectorielle des échanges n'est pas connue, seul l'aspect régional est identifié (voir le Tableau 2). Les importations d'un bien par une maille viennent donc augmenter la quantité disponible au sein de celle-ci sans que l'utilisation sectorielle qui en est faite soit connue. Dans ce cas, la matrice a pour dimension $IR \times (R - 1)$. Du point de vue opérationnel, ce modèle simplifié est plus facile à mettre en œuvre puisqu'il demande des données plus frustes quant aux échanges, génère des matrices de moins grande dimension et nécessite donc moins de calculs.

$\mu^{r,r'}_{i,i}$	$r' \rightarrow$	Maille 1			Maille 2			Maille 3		
		Bien 1	Bien 2	Bien 3	Bien 1	Bien 2	Bien 3	Bien 1	Bien 2	Bien 3
Maille 1	Bien 1	$\mu^{1,1}_{1,1}$	$\mu^{1,1}_{1,2}$	$\mu^{1,1}_{1,3}$	$\mu^{1,2}_{1,}$			$\mu^{1,3}_{1,}$		
	Bien 2	$\mu^{1,1}_{2,1}$	$\mu^{1,1}_{2,2}$	$\mu^{1,1}_{2,3}$		$\mu^{1,2}_{2,}$			$\mu^{1,3}_{2,}$	
	Bien 3	$\mu^{1,1}_{3,1}$	$\mu^{1,1}_{3,2}$	$\mu^{1,1}_{3,3}$			$\mu^{1,2}_{3,}$			$\mu^{1,3}_{3,}$
Maille 2	Bien 1	$\mu^{2,1}_{1,}$			$\mu^{2,2}_{1,1}$	$\mu^{2,2}_{1,2}$	$\mu^{2,2}_{1,3}$	$\mu^{2,3}_{1,1}$		
	Bien 2		$\mu^{2,1}_{2,}$		$\mu^{2,2}_{2,1}$	$\mu^{2,2}_{2,2}$	$\mu^{2,2}_{2,3}$		$\mu^{2,3}_{2,2}$	
	Bien 3			$\mu^{2,1}_{3,}$	$\mu^{2,2}_{3,1}$	$\mu^{2,2}_{3,2}$	$\mu^{2,2}_{3,3}$			$\mu^{2,3}_{3,3}$
Maille 3	Bien 1	$\mu^{3,1}_{1,}$			$\mu^{3,2}_{1,}$			$\mu^{3,3}_{1,1}$	$\mu^{3,3}_{1,2}$	$\mu^{3,3}_{1,3}$
	Bien 2		$\mu^{3,1}_{2,}$			$\mu^{3,2}_{2,}$		$\mu^{3,3}_{2,1}$	$\mu^{3,3}_{2,2}$	$\mu^{3,3}_{2,3}$
	Bien 3			$\mu^{3,1}_{3,}$			$\mu^{3,2}_{3,}$	$\mu^{3,3}_{3,1}$	$\mu^{3,3}_{3,2}$	$\mu^{3,3}_{3,3}$

Tableau 2 Structure de la matrice interindustrielle *multirégionale* dans le cas 3x3. Même légende qu'au Tableau 1. On a $\mu^{r,r'}_{i,} = \sum_i t^{r,r'}_{i,i}$.

1.2.1.2 La dimension d'un MEGC multirégional

A notre connaissance, les MEGC de la littérature identifiant plusieurs zones de production et de consommation que nous avons présentés à la section 1.1.3, constituent tous des modèles multirégionaux au sens de l'Input/Output. Mais ces modèles étant plus complets en termes de représentation de l'économie, leur dimension ne se résume pas, *a priori*, à la dimension de la matrice multirégionale des échanges interindustriels.

Le modèle servant d'illustration numérique à Shoven et Whalley (1984) va nous permettre d'avoir une idée plus précise de la dimension d'un MEGC multirégional. Dans leur exemple, ces auteurs présentent un modèle à une seule maille (une économie fermée puisqu'il n'y a pas de relation d'import-export), avec deux facteurs de production notés K et L , deux biens produits notés 1 et 2 et deux types de consommateurs notés 1 et 2. Utilisant une fonction de production simplifiée ne faisant pas intervenir de consommation intermédiaire, ces auteurs montrent que le nombre de variables endogènes (et d'équations) de ce modèle simplifié est alors de 12^{25} :

²⁵ Nous adaptons certaines notations.

- quatre variables de prix : les rémunérations des deux facteurs de production w_K et w_L et les prix des deux biens p_1 et p_2 ;
- huit variables de quantité : les quatre consommations en facteurs de production Q_K^1, Q_L^1, Q_K^2 et Q_L^2 des deux secteurs productifs et les quatre consommations finales en biens X_1^1, X_2^1, X_1^2 et X_2^2 des deux consommateurs.

En notations vectorielles, nous voyons que ce modèle est constitué des variables w_f, p_i, Q_f^i et X_i^h ce qui donne un nombre total de variables endogènes de $F + I + FI + IH$, où F représente le nombre de facteurs, I le nombre de biens et H le nombre de consommateurs. Si, dans notre optique, nous gardions le même modèle simplifié mais introduisons plusieurs mailles r , comment se modifie ce total ? Nous régionalisons tout d'abord chacune des variables précédentes en $w_f^r, p_i^r, Q_f^{i,r}$ et $X_i^{h,r}$, et nous ajoutons un cinquième type de variable, les flux de biens i entre mailles $\Phi_i^{r,r'}$ avec $r \neq r'$. Le nombre de variables devient $R \times (F + I + FI + IH) + IR \times (R - 1)$. Lorsque R croît, le terme de droite de cette somme devient rapidement très supérieur au terme de gauche (voir le Tableau 3 à titre illustratif).

R	2	5	10	50	100	200
(1) : $R \times (F + I + FI + IH)$	24	60	120	600	1200	2400
(2) : $IR \times (R - 1)$	4	40	180	4900	19800	79600
(3) : Total	28	100	300	5500	21000	82000
(2)/(3) (en %)	14%	40%	60%	89%	94%	97%

Tableau 3 Nombre de variables endogènes en fonction du nombre de mailles et part de la dimension multirégional. Tableau établi pour $F = 2, I = 2$ et $H = 2$.

Nous voyons donc que la dimension d'un MEGC multirégional en termes de nombre de variables endogènes dépend principalement du nombre de mailles lorsque ce dernier est grand par rapport aux autres dimensions de la nomenclature.

1.2.1.3 Un nécessaire compromis

Le modèle de Shoven et Whalley (1984) représente un "petit" modèle en ce sens qu'il est très agrégé et que les processus qu'il modélise sont simples. Etant donné leur ambition opérationnelle, les modèles appliqués cherchent à

représenter, d'une part, plus de détail en ce qui concerne la désagrégation, notamment sectorielle, et, d'autre part, des processus plus complexes introduisant des types de variables endogènes supplémentaires.

Avec les moyens informatiques actuels, il n'est pas rare de rencontrer aujourd'hui des MECC prenant en compte une vingtaine de secteurs d'activité, avec au moins autant de biens, et, parfois, un grand nombre de types de consommateurs. De même, la liste des facteurs de production peut être plus vaste, en identifiant par exemple plusieurs types de main-d'œuvre ou en introduisant des facteurs comme la terre ou les ressources naturelles en général. Quant à eux, les processus modélisés introduisent des variables comme les consommations intermédiaires, les importations et les exportations, différents types de prix, etc.

	$F = 2, I = 2, H = 2$			$F = 3, I = 25, H = 1$		
R	1	50	100	1	50	100
(1) : $R \times (F + I + FI + IH)$	12	600	1200	128	6400	12800
(2) : $IR \times (R - 1)$	0	4900	19800	0	61250	247500
(3) : Total	12	5500	21000	128	67650	260300

Tableau 4 Nombre de variables endogènes en fonction du détail de la nomenclature pour trois valeurs du nombre de mailles.

Les chiffres présentés au Tableau 3 sont alors nettement plus élevés, ne serait-ce que lorsqu'une seule maille est modélisée. Le Tableau 4 offre une comparaison de ces chiffres lorsque seule la nomenclature est plus détaillée, les processus étant les mêmes que ceux pris en compte précédemment. Nous constatons d'emblée que l'introduction de la dimension spatiale augmente considérablement la taille du modèle, et ce d'autant plus que le nombre de mailles est élevé, c'est-à-dire que l'on recherche une vision la plus continue possible : un modèle à 100 mailles est environ 2000 fois plus "gros" que celui à une seule ! Et encore ces chiffres sont-ils établis pour des processus simplistes...

Dès lors, deux possibilités se présentent à nous si nous souhaitons atteindre notre objectif en termes de dimension spatiale tout en conservant une dimension raisonnable. La première consiste à réaliser un arbitrage entre dimension spatiale et "complexité sectorielle" du modèle : choisissant de privilégier l'aspect spatial, nous conserverons un nombre relativement

important de mailles mais ne retiendrons alors qu'un plus petit nombre de secteurs en les modélisant de façon plus grossière (technologies simplifiées, non prise en compte de certains processus comme les marges, etc.).

La seconde consiste à simplifier la représentation de la structure *a priori* de l'espace de travail. Au lieu de supposer, comme nous l'avions fait au paragraphe 1.1.4.4, que chaque maille est en relation avec toutes les autres (ce qui conduit donc à $R \times (R - 1)/2$ liens supportant $IR \times (R - 1)$ flux), nous pouvons postuler que chaque maille n'a la possibilité d'entrer en échange qu'avec ses plus proches voisins, c'est-à-dire les mailles avec lesquelles elle partage une bordure, soit, dit d'une troisième façon, celles qui lui sont directement contiguës (Jayet (1993)). Ainsi, pour un espace théorique de 91 mailles hexagonales régulières assemblées de la façon la plus compacte possible (soit un "hexagone" de 6 mailles de côté), il existe 235 liens de plus proches voisins possibles *a priori* au lieu des $8190/2 = 4095$ connections deux à deux, soit une réduction d'un facteur 17. Avec une telle configuration et en faisant l'approximation de ne pas tenir compte des mailles de bordure lorsque R augmente, chaque maille a en moyenne 6 plus proches voisins et le nombre de liens tend donc vers un maximum de $3R$ au lieu de $R \times (R - 1)/2$.

Adopter une telle restriction sur la structure *a priori* du système permettrait de réduire largement la dimension multirégionale du modèle et donc d'envisager de conserver un détail suffisant de la représentation sectorielle. Cependant, elle ne va pas sans impliquer que les échanges "à longue distance" (c'est-à-dire à plus de deux mailles) ne deviennent possibles que par un processus d'importation / réexportation par les mailles intermédiaires. C'est dès lors non seulement la structure du système à l'équilibre mais tous les résultats obtenus qui sont susceptibles d'être modifiés. Nous investiguerons l'impact de ce choix de modélisation au Chapitre 2.

1.2.2 La nature d'un bien produit dans plusieurs mailles

Dans les modèles à plusieurs mailles se pose toujours la question de savoir si deux unités d'un bien produit à deux endroits différents représentent le même bien ou deux biens différents. Dans le schéma théorique de l'équilibre général proposé par Arrow et Debreu, la réponse est clairement tranchée dans

le sens de la différenciation, de même que deux biens produits à des instants distincts sont différents.

Nous allons voir que nous retenons effectivement l'hypothèse d'une différenciation, mais que nous nous démarquons de la technique aujourd'hui dominante d'implémentation de cette hypothèse, la solution d'Armington, qui n'est pas satisfaisante dans notre cas. Nous préférons revenir à une hypothèse d'homogénéité dans la nature des biens produits, la différenciation étant introduite via l'imposition de coûts de transport.

1.2.2.1 L'absence de différenciation : une négation de l'espace

La solution de l'absence de différence est historiquement celle qui a été la première mise en œuvre et peut effectivement correspondre à l'intuition : le blé, produit ici ou là, reste du blé.

C'est l'hypothèse retenue par Ohlin (1935) dans sa théorie du commerce interrégional et international. En particulier, dans les deux premières parties de cet ouvrage (*"Interregional trade simplified"* et *"International trade simplified"*), l'auteur fait l'hypothèse qu'un bien est produit avec la même technologie quelle que soit la région ou le pays de production ; les facteurs de production sont parfaitement mobiles sectoriellement mais immobiles régionalement, alors que les biens sont mobiles entre régions, l'échange n'entraînant pas de coûts de transport. Même si ces derniers sont réintroduits plus tard (au chapitre VIII) au sein de la catégorie plus large des coûts de transferts entravant les processus d'échange, c'est ce cadre simplifié –Ohlin en convient lui-même– qui est passé à la postérité sous le nom du modèle d'Heckscher-Ohlin (Krugman et Obstfeld (1995)).

Bien que les exemples illustrant le premier chapitre consacré au commerce interrégional ne font référence qu'à des pays et non à des mailles infranationales, il est intéressant de noter qu'Ohlin y définit la région de façon tout à fait compatible avec la définition que nous avons nous-même adoptée :

"For more reason than one it is convenient to think of the productive factors as located not in certain places but in certain districts. To be significant such a district must be in some respects a unit, which implies the fulfilment of two conditions: (1) it should be different from other districts from the point of view under consideration; (2) the differences between parts of such districts should be smaller than those

between the districts themselves. (...) Such a district will in this book be called a region." Ohlin (1935), p. 9.

Outre le fait que les régions (ou pays) trouvent leur compte à entrer en échange, deux résultats nous intéressent plus particulièrement dans ce modèle. Le premier, ou théorème d'Heckscher-Ohlin, prévoit que chaque région se spécialise dans la production du bien utilisant de la façon la plus relativement intensive le facteur relativement le plus abondant. Le second est que les prix des facteurs après échange tendent à s'égaliser.

Bien qu'Ohlin se défende à plusieurs reprises d'adopter un schéma ricardien²⁶, il faut reconnaître que le modèle qu'il propose constitue de fait une généralisation de la théorie des avantages comparatifs à l'ensemble des facteurs et des biens puisque ce qui distingue les régions entre elles est uniquement leurs dotations relatives en facteurs de production. Chez Ohlin, l'avantage comparatif d'une région repose alors sur ces différences de dotations, combinées au fait que certains biens les valorisent mieux que d'autres. Finalement, en l'absence de différence dans les technologies de production d'un bien, de coûts de transport et de barrière à l'échange, tout se passe comme si la distinction entre régions ou pays de production était virtuelle et que la spécialisation constatée correspondait seulement à l'affectation intersectorielle optimale des facteurs de production. Nous rejoignons alors Ponsard (1958) pour qualifier le modèle standard d'Heckscher-Ohlin de cadre fondamentalement a-spatial, puisque celui-ci notait :

"Cette méthode obscure explique les incertitudes et les insuffisances de la pensée d'Ohlin dans son ouvrage fondamental de 1933. Dans la théorie du commerce interrégional simplifié, la région est privée de toute signification spatiale par la conservation des postulats classiques relatifs à la mobilité et aux coûts de déplacement (...)". Ponsard (1958), p. 54²⁷.

²⁶ Il s'en distingue effectivement sur certains points, notamment par le fait que Ricardo n'envisageait que le facteur "étalon" travail et que dans son schéma les technologies de production d'un même bien différaient d'un pays à l'autre, ce qui constituait la base de l'avantage comparatif et donc le moteur de l'échange.

²⁷ Ponsard date l'ouvrage de Ohlin de 1933 alors que notre référence bibliographique est postérieure : la différence provient du fait que nous avons eu accès à la version réimprimée en 1935 de cet ouvrage.

1.2.2.2 Une substituabilité imparfaite

Même sans aller jusqu'à refuser l'appellation de modèle spatial au schéma d'Heckscher-Ohlin, celui-ci présente une faiblesse par rapport à l'observation empirique au niveau international : seuls des flux nets y sont mis en évidence, une maille étant soit importatrice soit exportatrice d'un bien donné selon qu'elle en est productrice ou non –l'autarcie représentant un cas limite. Or, dans la pratique, des flux croisés d'un même bien entre pays sont constatés la plupart du temps : la France exporte du blé aux USA et en même temps importe du blé américain.

En réponse, Armington (1969) remet en cause l'hypothèse d'homogénéité entre biens domestique et importé et formalise l'idée que deux unités d'un même bien produites en des lieux différents représentent des substituts imparfaits. Depuis, la quasi totalité des MEGC actuels intégrant des échanges entre plusieurs pays ou régions utilisent ce formalisme, comme nous l'avons indiqué dans la section 1.1.3. La substitution y est introduite, du côté de la demande (un formalisme équivalent peut être adopté du côté de l'offre d'exportation), par une fonction à élasticité de substitution constante (ou CES pour "Constant Elasticity of Substitution") :

$$Q_i^r = \phi_i^r \cdot \left[\left(1 - \sum_{r'} \delta_i^{r,r'} \right) \cdot Y_i^{r-\rho_i^r} + \sum_{r'} \delta_i^{r,r'} \cdot M_i^{r,r'-\rho_i^r} \right]^{-1/\rho_i^r}$$

où Q_i^r représente la demande totale de bien i dans la maille r , Y_i^r la demande en production domestique et $M_i^{r,r'}$ la demande d'importation en provenance de la maille r' .

Les paramètres ϕ_i^r et $\delta_i^{r,r'}$ de cette fonction sont calibrés à partir, d'une part, des données de référence concernant la production domestique et les importations en valeur (c'est-à-dire les quantités Y_i^r et $M_i^{r,r'}$ multipliées par leurs prix respectifs) et, d'autre part, de la connaissance exogène de l'élasticité σ_i^r ²⁸.

²⁸ Dans notre exemple, cette élasticité σ_i^r est la même pour une région r quelle que soit la région d'importation r' ; dans une version plus complexe, nous pourrions envisager une fonction CES à plusieurs niveaux, chacun correspondant à une région d'importation et étant donc caractérisé par une élasticité de substitution avec l'agrégat d'ordre inférieur particulière.

Un des inconvénients de l'hypothèse d'Armington est alors que, d'un point de vue purement mathématique, elle fige les possibilités d'échanges à celles constatées au cours de l'année de référence choisie pour le calibrage. En effet, si, dans les données de référence, aucune importation de bien i n'est enregistrée pour la maille r en provenance de la maille r' , alors $\delta_i^{r,r'}$ est calibré à zéro et cet échange particulier n'est dès lors plus susceptible d'"apparaître" dans les simulations. Réciproquement, $M_i^{r,r'-\rho_i^r}$ n'est pas défini dans le cas général en $M_i^{r,r'} = 0$ puisque $-\rho_i^r$ est susceptible d'être négatif ; un bien importé lors de l'année de référence le sera donc de toute façon, quelle que soit la simulation, le lien entre les deux mailles ne pouvant "disparaître".

1.2.2.3 Une différenciation par les coûts de transport

Du point de vue de notre volonté d'étudier la structure des mailles du système et son éventuelle modification sous l'influence des politiques publiques, l'hypothèse d'Armington n'est donc pas satisfaisante puisqu'elle n'en autorise pas l'évolution, la figeant dans son état initial.

De plus, si elle postule une différenciation en fonction de l'origine, celle-ci reste implicite puisque le formalisme mathématique associé n'en explique pas la source. Blonigen et Wilson (1999) entreprennent cette recherche et concluent qu'elle peut provenir de caractéristiques physiques différentes (e. g. le blé français n'a pas les mêmes propriétés boulangères que le blé américain), de la perception du consommateur intermédiaire ou final (les auteurs prennent l'exemple de Pepsi et Coca Cola), et d'encore bien d'autres paramètres (service après vente associé, droits de douane à l'importation, délocalisation des unités de production...).

A notre échelle de travail et étant donnée la désagrégation sectorielle que nous adoptons, la source d'une différenciation éventuelle des unités d'un bien produites par des mailles différentes est difficile à mettre en évidence : d'une part, pour les biens agricoles, nous pouvons raisonnablement penser que la production régionale est relativement homogène ; d'autre part, pour les autres composantes de l'économie, nous retenons une nomenclature sectorielle trop agrégée pour que les consommateurs présentent de telles préférences différenciées.

Nous revenons pour ces deux raisons à l'hypothèse d'une identité des unités d'un bien produites selon des origines différentes. La quantité totale disponible en bien i dans la maille r est alors la simple somme en volume de sa production "domestique" et de ses importations²⁹ en provenance des autres mailles r' :

$$Q_i^r = Y_i^r + \sum_{r'} M_i^{r,r'}$$

Néanmoins, pour nous démarquer du cadre non satisfaisant du modèle simplifié d'Heckscher-Ohlin, nous introduisons une source de différenciation explicitement due à la dimension spatiale du modèle, les coûts de transport. Le prix $p_i^{r' \rightarrow r}$ du bien i importé par la maille r en provenance de la maille r' est donné par :

$$p_i^{r' \rightarrow r} \equiv p_i^{r'} + t_i^{r' \rightarrow r}$$

où $p_i^{r'}$ représente le prix du bien i dans la maille r' et $t_i^{r' \rightarrow r}$ le coût de transport de i de r' en r .

Ce coût, s'il est supporté par la maille importatrice, représente une mobilisation de ressources de l'activité de transport dans la maille exportatrice, c'est-à-dire une consommation des facteurs de production et autres intrants nécessaires à la production du service transport.

1.2.3 Les coûts de transport et la distance entre mailles

Nous présenterons dans le détail au chapitre suivant la formalisation retenue pour représenter le coût de transport $t_i^{r' \rightarrow r}$, mais nous notons d'ores et déjà que ce coût dépend principalement des trois variables suivantes :

- la distance : *a priori*, plus un bien doit être transporté loin, plus le coût cumulé dû au transport augmente ;
- la nature du bien transporté : certains biens sont plus faciles à transporter que d'autres car plus légers, moins périssables, moins encombrants, etc. ;

²⁹ Bien qu'ils soient en général utilisés dans le cadre des échanges internationaux nous conservons les termes d' "importation" et d' "exportation" pour les échanges entre les mailles de notre système ; les termes d' "achat interrégional" et de "vente interrégionale" pourraient leur être préférés, mais ils nous semblent plus lourds et moins explicites.

- la nature de l'infrastructure de transport : selon le cas, voies terrestre, ferroviaire, aérienne ou maritime impliquent des coûts différents.

1.2.3.1 Le référentiel de mesure des distances

Bien qu'apparemment aussi intuitive que les deux dernières, la variable distance mérite une attention particulière car :

"Il est paradoxal de constater qu'un concept aussi central de l'analyse spatiale est très souvent non défini ou mal défini, ce qui peut être la source de la plus grande confusion." Huriot et Perreur (1990), p. 199.

En effet, étant donné notre choix de représentation de l'espace sous la forme d'un pavage complet, à quoi correspond la distance entre deux mailles, irrégulières ou non ? Bien que, mathématiquement, la définition générale de la notion de distance puisse s'appliquer à n'importe quel type de lieux de l'espace, sa mesure met en jeu les positions de points –composant éventuellement des lieux plus complexes, lignes ou surfaces– les uns par rapport aux autres. La distance entre deux arcs ou polygones peut alors être par exemple la distance moyenne (éventuellement pondérée par un attribut du lieu) de l'ensemble de leurs points respectifs, ou la distance entre deux points particuliers au sein de cet ensemble. Le premier cas se ramène d'ailleurs au second si nous ne considérons que le barycentre de chacun des lieux.

Il nous faut donc identifier, au sein de chaque maille, un point remarquable, le *centre*, qui nous serve de référence pour calculer la distance de celle-ci à l'ensemble de ses consœurs. Ce choix pourrait être arbitraire et ne présenter que peu d'influence si la plus grande distance entre les points composant une maille était négligeable par rapport à la distance entre mailles, c'est-à-dire si toutes les mailles étaient de petite taille par rapport à leur éloignement. Il n'en va pas ainsi dans notre cas, surtout lorsque nous retiendrons uniquement les relations de plus proche voisinage. Nous chercherons donc à mesurer l'impact de ce choix dans les applications de notre modèle.

Une implication immédiate est que le coût de transport que nous modélisons peut en réalité se décomposer en trois composantes :

1. un premier coût de "concentration" pour amener le bien i des points périphériques de la maille r' en son centre ;

2. le coût de transport du centre de r' au centre de r ;
3. un coût de "répartition" du bien i vers l'ensemble des points de r .

Par simplification, le deuxième peut être vu comme un réel coût de transport, alors que les deux autres correspondraient à des coûts de chargement / déchargement. Nous pouvons alors faire une analogie avec la terminologie courante en hydraulique concernant les pertes de charges, et qualifier le premier et le dernier de coûts singuliers alors que le deuxième correspond à un coût en ligne.

Encore une fois, nous reviendrons au prochain chapitre sur le formalisme mathématique retenu pour exprimer ces différents coûts, mais notons qu'à notre époque, le véritable coût de transport (du centre de r' au centre de r) est finalement parfois moins important que les coûts de manutention : étant donné les économies d'échelle réalisées dans le domaine du fret, transporter une tonne de blé sur 100 ou 500 km ne fait pas une grande différence en terme de coûts ; ce qui coûte cher c'est passer du champ au train et du train au silo.

1.2.3.2 La mesure de la distance

Une fois choisi le référentiel nous permettant de définir la distance entre mailles, il nous faudra choisir une mesure de cette distance. La distance euclidienne, bien que la plus couramment utilisée, n'est en effet pas forcément la plus pertinente.

Dans un espace réel, elle correspond en effet à la distance à vol d'oiseau entre deux points, alors que le transport terrestre emprunte des infrastructures qui ne suivent pas ce plus court chemin. De leur côté, les transports maritime et aérien utilisent des routes qui, suivant la courbure terrestre, ne peuvent être euclidiennes³⁰.

Les quatre propriétés mathématiques définissant la fonction distance d , ou métrique, de l'ensemble des lieux L sur lui-même sont les suivantes pour tous lieux a , b et c appartenant à L (Pitts (1972) et Lipschutz (1965) cités par Hurriot et Perreux (1990)) :

³⁰ Elles sont appelées loxodromiques lorsque le navire ou l'avion suit toujours le même cap.

- (C1) non négativité : $d(a, b) \geq 0$;
- (C2) identité : $d(a, b) = 0 \Leftrightarrow a = b$;
- (C3) symétrie : $d(a, b) = d(b, a)$;
- (C4) inégalité triangulaire : $d(a, c) \leq d(a, b) + d(b, c)$.

La distance euclidienne, à vol d'oiseau, vérifie bien entendu ces quatre propriétés. De même et sans doute à de très rares exceptions près, les distances kilométriques réelles associées à un réseau routier, sommes de distances euclidiennes élémentaires, les vérifient également bien qu'elles ne correspondent en général pas au chemin en ligne droite.

La mesure de la distance peut néanmoins intégrer d'autres types d'effort que le simple franchissement d'un éloignement spatial ; il s'agit alors d'une distance–fonctionnelle qui ne vérifie pas automatiquement l'ensemble des quatre propriétés précédentes. Ainsi, si le temps de parcours est pris en compte, l'inégalité triangulaire n'est souvent pas vérifiée. A titre d'exemple, il faut 1h12 pour parcourir les 84km séparant Ruffec de Cognac en passant par Angoulême, alors que l'itinéraire le plus direct entre Ruffec et Cognac, soit 61km, est parcouru en 1h41³¹. La condition (C4) est bien remplie pour les kilomètres, mais pas pour les temps, ceci en raison de différences de type de réseaux empruntés et donc notamment de limitations de vitesse différentes. De même, certaines contraintes du réseau peuvent entraîner une non vérification systématique de la condition de symétrie des temps de parcours.

C'est donc la prise en compte de la troisième variable identifiée en début de paragraphe, l'infrastructure de transport, qui implique une déformation non-euclidienne de notre espace de travail. De même, la nature du bien transporté –la deuxième variable– est susceptible de modifier les distances purement spatiales entre deux points : un bien léger ou peu fragile sera transporté plus rapidement d'un point à un autre qu'un bien lourd ou délicat. Le coût de transport $t_i^{r' \rightarrow r}$ du bien i de la maille r' vers la maille r peut alors être envisagé comme une distance–coût correspondant au produit d'un coût unitaire dépendant du bien transporté $\tau_i^{r' \rightarrow r}$ par une distance–temps $d_t^{r' \rightarrow r}$, non

³¹ Données recueillies sur le site internet de Michelin grâce au moteur de calcul d'itinéraire : <http://www.viamichelin.com>

euclidienne dans le cas général, fonction de la distance kilométrique $d_k^{r \rightarrow r}$ et de la nature de l'infrastructure de transport $\Gamma^{r \rightarrow r}$:

$$t_i^{r \rightarrow r} = \tau_i^{r \rightarrow r} \cdot d_t^{r \rightarrow r}$$

$$d_t^{r \rightarrow r} \equiv f(d_k^{r \rightarrow r}, \Gamma^{r \rightarrow r})$$

1.2.3.3 Quelles conséquences sur le type d'espace ?

Avant même d'entrer dans le détail mathématique de la formalisation, les choix précédents concernant la représentation de la distance et des coûts de transport ont deux incidences sur la nature de notre espace de travail et viennent compléter voire modifier la vision présentée à la section 1.1.4.

La première conséquence concerne les propriétés topologiques de l'espace de travail. Selon les propriétés de $d_t^{r \rightarrow r}$, celui-ci sera ainsi qualifié d'*isotrope* ou non par rapport au référentiel euclidien. En effet, si $d_k^{r \rightarrow r}$ est pour sa part isotrope en tout lieu de l'espace, la prise en compte de l'infrastructure de transport $\Gamma^{r \rightarrow r}$ induit que le coût de transport par unité de distance euclidienne dépendra, dans le cas général, de la direction empruntée. Cependant, certains lieux pouvant être le carrefour d'un seul type d'infrastructure, l'isotropie y sera alors conservée. L'isotropie est donc une propriété locale de l'espace et doit être étudiée en chacun de ses lieux. Le système ne pourra quant à lui être qualifié d'isotrope que si et seulement si l'isotropie est préservée en chacun de ceux-ci.

La deuxième conséquence, sans doute plus importante, concerne la nature des lieux. Elle découle du choix du référentiel de mesure des distances, les centres des mailles, combiné au fait que les phénomènes spatiaux qui se produisent "à l'intérieur" de celles-ci sont finalement ignorés. Plutôt qu'une représentation de l'espace sous la forme d'un pavage complet par des polygones, les mailles, notre modèle consiste en fait en un ensemble de points particuliers, les centres, reliés entre eux par la distance-coût définie au paragraphe précédent (cf. Figure 2). Ces points possèdent un ensemble d'attributs dont la superficie n'est plus qu'un des éléments. Nous sommes donc passés d'une ambition à représenter l'espace sous forme continue à une représentation discontinue et enfin discrète.

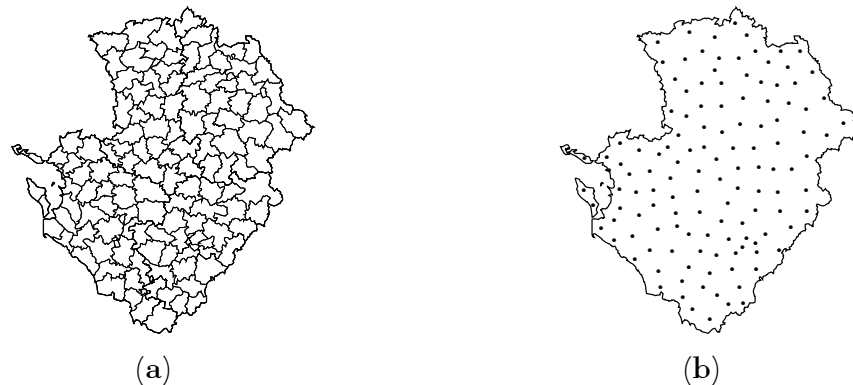


Figure 2 Les 128 cantons de la région Poitou-Charentes vue comme : (a) un ensemble de mailles ; (b) un ensemble de points.

Notre problème de localisation des productions agricoles se ramène alors à un problème de même type qu'en localisation industrielle avec un ensemble de localisations ponctuelles possibles connu de façon exogène : quels sont les points où il est optimal de produire tel ou tel bien et dans quelle quantité ? Il s'en distingue néanmoins par le fait que la quantité de terre disponible en chaque point, c'est-à-dire la superficie associée à la maille correspondante, est un facteur fixe déterminant dans ce choix. De plus, un même point peut produire plusieurs biens nécessitant du facteur terre : la superficie totale disponible est alors répartie entre les différentes affectations. Si nous abandonnons donc l'idée de savoir comment les activités se distribuent spatialement "à l'intérieur" de chaque maille, nous pouvons néanmoins connaître les proportions d'occupation de sa surface par chaque activité. Comme nous l'avons déjà évoqué au paragraphe 1.1.4.2, le fait d'étudier un grand nombre de mailles, et donc de points dont l'attribut de superficie représente pour chacun une faible part de la surface totale du système, garantit une vision quasi continue qui nous satisfait étant donné notre échelle de travail.

1.3 Conclusion du Chapitre 1

Ce chapitre a été l'occasion de définir notre champ d'étude et de justifier l'approche retenue. Nous cherchons à étudier les processus économiques qui déterminent la localisation agricole, qu'il s'agisse de celle des activités ou de celle des biens, ainsi que l'impact des politiques économiques sur cette

localisation. Nous abordons ces questions à l'échelle d'une portion de territoire intermédiaire entre l'exploitation agricole et la nation, l' "échelle régionale". Il pourra s'agir par exemple d'un Département ou d'une Région au sein desquels nous recherchons comment se répartissent les activités ou les biens.

Situant notre travail dans le champ de l'économie néoclassique, nous retenons une approche par un modèle d'équilibre général calculable. Outre son cadre théorique robuste, celle-ci nous apparaît adaptée à la fois aux objectifs poursuivis et à l'échelle retenue. Après avoir défini les caractéristiques de notre espace de travail, nous choisissons d'introduire la dimension spatiale de façon discontinue, selon une démarche multirégionale. Notre modèle constitue donc un modèle d'équilibre général spatialisé plutôt qu'un modèle d'équilibre spatial général. L'espace y est finalement une donnée exogène, puisqu'il ne s'agit pas de déterminer des lieux de localisation optimale, mais plutôt d'affecter à chacun de ceux identifiés *a priori*, les mailles, une ou plusieurs productions optimales. De plus, telles que nous les avons définies, chaque maille peut en réalité se réduire à son centre, de telle sorte que notre système est constitué d'un réseau de points reliés entre eux. La forme de ce réseau constitue ce que nous définissons comme la structure de l'espace de travail, dont la nature peut constituer un objectif de politique économique.

Si elle nous fournit une source riche d'inspiration, l'étude des MECC différenciant plusieurs mailles actuellement disponibles dans la littérature, soit à l'échelle internationale soit à l'échelle infra-nationale, révèle une prise en compte très fruste de l'espace qui ne nous satisfait pas totalement. Ceci nous amène à formuler nos principales pistes de modélisation. Nous choisissons une démarche dite "bottom-up" qui modélise les comportements à l'échelle de la maille et non à celle du système. Nous retenons l'hypothèse d'une homogénéité qualitative pour un même bien produit dans des mailles différentes, une différenciation des origines intervenant néanmoins grâce à la prise en compte explicite des coûts de transport. L'expression analytique de ceux-ci nous fera sans doute quitter l'hypothèse d'un espace de type métrique, en particulier euclidien.

Finalement, une telle approche nous permet de tenir compte des deux facteurs de localisation agricole identifiés en début de chapitre et susceptibles d'être étudiés dans le cadre néoclassique. D'une part, l'approche multirégionale nous

permet de tenir compte de facteurs naturels de localisation : l'introduction d'une différenciation entre mailles, se traduisant notamment par des dotations en facteurs de production ou des technologies de production différentes, nous situe dans le paradigme ricardien des avantages comparatifs. D'autre part, la prise en compte de la distance entre mailles et des coûts de transport nous permet dans le même temps une prise en compte explicite de la dimension spatiale du même type que celle développée dans le paradigme thünenien. La description du modèle qui est l'objet du prochain chapitre nous permet de présenter dans le détail comment ces deux aspects y sont pris en compte.