

Economie des Villes et Territoires

De Von Thünen à Alonso

Annick Vignes

ENPC et CAMS-EHESS

2ème séance

ENPC, 18 mars 2026

Le modèle originel de Von Thünen

Modèle dû à Johann Heinrich von Thünen (1783-1850) : explique la répartition des productions agricoles dans une plaine isotrope en fonction de la distance à une unique ville.

Assimile la ville au seul marché (monopole) où les propriétaires terriens vendent leurs produits .

Fermiers cherchent à maximiser leur profit, autrement dit obtenir la rente foncière la plus élevée possible.

Théorie repose sur des observations menées dans des domaines de Prusse orientale et sur sa propre expérience.

Le modèle développé tient compte du **caractère plus ou moins périssable des productions** (opposition entre cultures maraîchères, lait d'une part et cultures céréalières et forestières d'autre part) et de la **distance à la ville-marché**, donc du coût de transport variant en fonction des denrées.

Résultats : une **organisation des différentes cultures en cercles concentriques** autour de la ville-marché.

Organisation de l'espace

A proximité : cultures maraîchères et troupeaux de bêtes pour production laitière – toutes deux caractérisées par une rente foncière maximale très élevée qui décroît rapidement avec l'éloignement au centre.

Dans un deuxième cercle : les exploitations forestières, dont les rentes foncières maximales sont plus faibles et diminuent moins fortement en fonction de la distance à la ville.

Organisation de l'espace

Dans une troisième auréole : sont regroupées l'ensemble des céréales dont la rente foncière maximale est plus faible que celles des exploitations forestières et diminue encore moins fortement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la ville-marché.

Dans une quatrième auréole sont regroupés les troupeaux de bêtes élevées pour leurs viandes.

La succession des cultures est expliquée par les arbitrages après comparaisons entre les valeurs de la rente foncière associée à chacune des productions. Ainsi, à une certaine distance, le passage de l'auréole dévolue aux cultures maraîchères-productions laitières à celle où sont cultivées des céréales correspond au fait qu'à partir de cette distance la rente foncière dégagée par la céréaliculture est supérieure à celle que permettent les cultures maraîchères.

Dans une économie agraire, il s'agit finalement d'un arbitrage entre facteurs économiques et facteurs naturels.

Théorie de la décroissance de la rente foncière

L'arbitrage foncier-mobilité (modèle dit de Von Thünen) élargi à l'analyse de localisation des ménages, qui arbitrent entre **les coûts de localisation** (coût du foncier ou de la location) et **les coûts de mobilité** (coûts généralisés des déplacements domicile-travail).

Dans une zone urbaine où les emplois sont situés au centre, ce modèle conduit à des prix de marché immobilier à l'équilibre qui décroissent en fonction des coûts généralisés d'accès aux emplois. Modèle ensuite généralisé par Alonso et bien d'autres.

⇒ **Décroissance générale des rentes foncières** à partir du centre urbain

⇒ **Abandon de l'hypothèse d'homogénéité spatiale**, qui amène à supposer que d'autres variables que le coût de transport sont fonction de la localisation, complexifie l'analyse.

Le rôle des aménités

Présence d'aménités en périphérie : introduction dans le modèle d'une hétérogénéité spatiale permet de représenter caractéristiques relatives du centre et de la périphérie qui influencent le degré d'étalement de la ville. Si niveau des aménités augmente du centre vers la périphérie, rend cette dernière plus attractive et ménages s'y localisent davantage. Prix du sol plus faible en périphérie, consommation de logement augmente et provoque une extension de la ville.

⇒ **Entre l'urbain et le rural vient s'interposer le péri-urbain**

Littérature extensive autour de cette question : **choix résidentiel devient un choix des aménités** (stratégies de localisation par rapport aux bons lycées, au niveau de sécurité, aux équipements etc.)

Pose la possibilité de préférences individuelles hétérogènes

Pose le problème de **l'unité de mesure** : achète-t-on des logements ou des mètres carrés ?

Le meilleur transport est celui qu'on évite.

<https://metropolitiques.eu/>

[Les-ecueils-du-Grand-Paris-Express.html](https://metropolitiques.eu/Les-ecueils-du-Grand-Paris-Express.html)

Lire l'article et répondre aux questions suivantes.

Jacqueline Lorthiois et Harm Smit reprochent au GPE d'augmenter les inégalités territoriales plutôt que de les réduire. Pourquoi ?

Argumentez.

Quelles différences entre Fig. 1 et Fig. 2 ?

Les déplacements domicile-travail sont-ils majoritaires dans la vie d'un ménage ?

Comment répondre à "un objectif de réduction des besoins de mobilité à la source" ?

Cet article n'est pas un article de recherche. Pourquoi ?

Argumentez.

Performance des déplacements et relocalisation

Thèse :

Des transports plus performants ont rendu caduc le paradigme d'une ville structurée par les infrastructures de mobilité.

Argument :

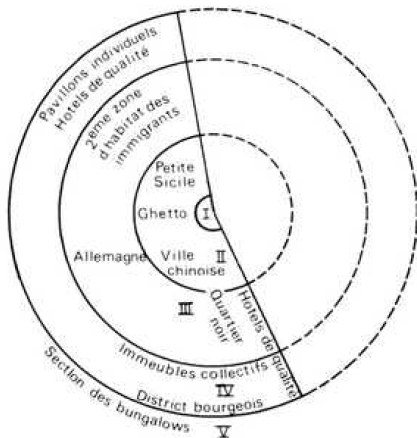
- ▶ Création d'une infrastructure lourde induit modification de l'agencement urbain et relocalisation des ménages et entreprises.

Conséquences :

- ▶ Renforcement des tendances à la spécialisation des villes :
 - ▶ Fonctionnelle -concentration des emplois, séparation des lieux d'activité et de résidence.
 - ▶ Sociale - gentrification de sites bien desservis, enclavement de quartiers délaissés, diminution de la mixité sociale.
- ▶ Effet déstructurant des transports et renforcement des ségrégations.

Une extension du modèle de Von Thunen

Ernest W. Burgess, The growth of a city : an introduction to a research project. The urban community, Chicago, 1926.



Le modèle de Burgess dans le cas de Chicago.
I. Centre (The Loop),
II. Zone de transition,
III. Résidence des travailleurs,
IV. Résidence des classes plus aisées.
V. Zone des migrations.

Source : M. E. Park et E.W. Burgess, The City, p. 51

Model of the Urban land market : location and densities of dwellings and businesses (Alonso).

Thèse de doctorat (Penn University), fondement de la microéconomie urbaine.

⇒ Objectif : déterminer les choix de localisation des ménages.

Hypothèses :

- ▶ Max sous contrainte budgétaire une fonction d'utilité comprenant la superficie du logement, et la consommation d'un bien composite (ensemble des autres biens).
- ▶ Le bien composite a un prix égal à l'unité.
- ▶ Le prix du logement est fonction de la distance au centre.
- ▶ Un coût de transport affecte la contrainte budgétaire.

Modèle d'équilibre

Cet équilibre résulte des contraintes du budget :

$$y = P_z Z + P(t)q + K(t)$$

où y est le revenu; P_z le prix d'une unité de biens et services (autre que le logement); Z la quantité de biens et services; $P(t)$ le prix d'une unité de terrain, en fonction de la distance t du centre; q la surface du terrain; $K(t)$ la dépense en transports, en fonction de la distance t du centre.

Cette équation représente la surface de budget d'un individu.

Il s'agit de trouver alors la distance t d'équilibre pour un ménage : c'est le point de tangence de la surface de budget avec la courbe d'indifférence offrant le maximum d'utilité.

Ségrégation économique

A l'équilibre, l'utilité est la même dans toute la ville. Au centre se trouvent de petits appartements et en périphérie, des logements plus grands.

Alonso montre que les familles les plus pauvres, qui disposent de peu d'argent pour les déplacements quotidiens, vivent à proximité du centre ; mais elles ne payent en loyer qu'une faible partie du prix des terrains, très chers ici ; il est donc nécessaire d'y densifier l'habitat.

Par opposition, les classes aisées peuvent vivre largement à la périphérie urbaine, où elles consomment de vastes parcelles de terrains aux prix peu élevés ; mais elles consacrent des sommes plus importantes à leurs déplacements vers le centre.

Se heurte à l'organisation du marché du travail.

Pour déterminer l'équilibre en tout point, il faut s'appuyer sur le concept de rente d'enchère (prix max qu'un individu est prêt à payer à une distance du centre pour obtenir un niveau d'utilité donné).

On peut associer une situation optimale -une rente offerte et une superficie optimale de logement- à chaque distance au centre.

La courbe de rente offerte correspond à la pente de la droite de contrainte budgétaire pour une certaine localisation et qui est tangente à la courbe d'indifférence pour le niveau d'utilité. La superficie optimale de logement et la quantité de bien composite consommées sont ainsi déterminées.

On montre ainsi que la courbe de rente offerte est décroissante avec la distance en tout point.

Enveloppe d'enchères dans le modèle d'Alonso

Le modèle monocentrique d'Alonso repose sur la notion de *courbes d'enchères* (*bid-rent curves*), qui décrivent la rente maximale qu'un agent est prêt à payer en fonction de sa distance au centre-ville.

On considère deux types d'agents : les ménages et les entreprises.

Ménages La courbe d'enchère des ménages est donnée par :

$$R_h(d) = R_0^h - t_h d$$

R_0^h : rente maximale au centre et t_h le coût de transport marginal. La pente est relativement faible, ce qui traduit une moindre sensibilité à la distance. Les ménages peuvent donc s'installer plus loin du centre.

Localisation des entreprises

La courbe d'enchère des entreprises est :

$$R_f(d) = R_0^f - t_f d$$

avec $t_f > t_h$.

Les entreprises font face à des coûts de transport plus élevés, ce qui rend leur courbe plus pentue. Elles valorisent davantage la proximité au centre.

► Intersection des courbes

Les deux courbes se croisent en une distance critique d^* telle que :

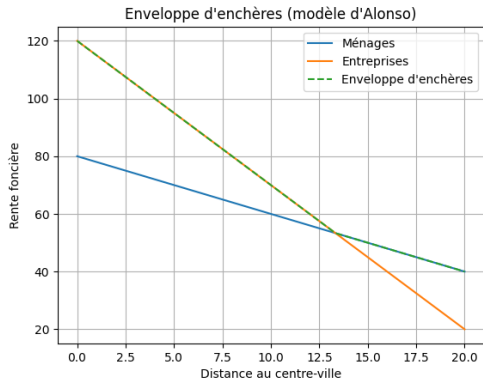
$$R_h(d^*) = R_f(d^*)$$

Frontière spatiale

- ▶ Pour $d < d^*$: les entreprises offrent une rente plus élevée et occupent le sol
- ▶ Pour $d > d^*$: les ménages deviennent les enchérisseurs dominants

Enveloppe d'enchères - Modèle d'Alonso

Illustration des courbes de rente des ménages et des entreprises, ainsi que leur enveloppe.



Enveloppe d'enchères

L'enveloppe d'enchères est définie comme :

$$R(d) = \max\{R_h(d), R_f(d)\}$$

Elle représente la rente foncière d'équilibre à chaque distance.

L'enveloppe d'enchères correspond à la frontière d'allocation du sol urbain. À chaque localisation, le terrain est attribué à l'agent capable de payer la rente la plus élevée.

Ainsi :

- ▶ Les activités ayant une forte sensibilité aux coûts de transport (entreprises) se localisent au centre
- ▶ Les agents plus flexibles (ménages) s'installent en périphérie

La structure spatiale de la ville résulte donc d'un arbitrage entre coûts de transport et prix du foncier.

Le sol est affecté à l'individu dont l'enchère est la plus élevée.
La courbe de prix du sol sur l'ensemble de la ville est la courbe enveloppe supérieure des courbes de rente offerte.

La courbe de rente foncière permet de dériver la répartition des densités de population. Plus sa pente est faible, plus les localisations périphériques sont privilégiées relativement aux localisations centrales et réciproquement.

Utilité et aménités

Un raffinement du modèle d'Alonso donne le programme suivant pour un consommateur :

$$\text{Max} \quad U = c_1 \ln X + c_2 \ln H + c_3 \ln T + c_4 I(D) + c_5 \ln Z(D) \quad (1)$$

sous la contrainte :

$$Y > p_x X + p_s(T + H/\omega) + p_h H + np_t D \quad (2)$$

où Y est le revenu, X est le bien composite de prix p_x ,

H est la surface habitable "nue" de prix p_h ,

ω est le coefficient par lequel on passe à H/ω , l'emprise au sol du bâti,

T est la consommation de terrain attenant,

p_s est le prix unitaire du sol, fonction de la distance au centre et des quantités d'attributs,

D est la distance au centre,

$I(D)$ est le temps de loisir, fonction linéairement décroissante de la distance

$Z(D)$ est l'indice d'équipements et d'aménités naturelles, fonction de la distance au centre

p_t est le coût unitaire de transport et n le nombre de trajets effectués durant la correspondance au revenu Y .

Le prix du sol

Le prix du sol est supposé être la somme d'une rente de localisation, c'est à dire d'une exponentielle négative de la distance au centre, et de rentes engendrées par les attributs des lieux. Il s'écrit donc :

$$P_s = P_0 \exp^{-\alpha D} + P_Z Z(D) \quad (3)$$

P_0 est le prix du sol au centre de l'espace considéré, c'est-à-dire en ville

P_Z le prix implicite des attributs naturels.

⇒ Système de fonctions de demande dans lequel la demande de chacun des biens est fonction du revenu et des coûts de transport, donc de la distance.

Limites de la ville monocentrique (1)

A une époque où la **ville américaine est en pleine transformation** les géographes seront les premiers à critiquer cette théorie.

La motorisation croissante de la population, l'aménagement de parcs industriels, de zones commerciales, d'immeubles de bureaux dans les banlieues, font éclater l'organisme urbain.

Appuient leur critique sur **étude de la ville de Chicago**, en pleine expansion.

Pour C. D. Harris et E. L. Ullman, le développement de centres indépendants résulte de la combinaison de 4 facteurs.

⇒ **Certaines activités nécessitent des services et des aménagements particuliers.**

Limites de la ville monocentrique (2)

- ▶ Un centre commercial, par ex, doit être situé dans le secteur le plus **facilement accessible** à l'intérieur de la ville.
- ▶ Certaines activités semblables se regroupent pour bénéficier d'**économie d'agglomération**.
- ▶ Des activités dissemblables peuvent être néfastes les unes pour les autres. Par ex, présence d'un abattoir néfaste au développement de résidences aisées.
- ▶ **Certaines activités ne peuvent offrir des rentes élevées**. Un grossiste ayant besoin d'une surface d'entrepôts importante ne peut rivaliser, pour l'achat de terrain, avec des zones commerciales.

Référence : The Nature of Cities Chauncy D. Harris and Edward L. Ullman The Annals of the American Academy of Political and Social Science Vol. 242, Building the Future City (Nov., 1945), pp. 7-17

Variables de localisation des ménages

Une baisse des coûts de transport

génère un effet-prix et un effet-revenu.

⇒ Rend plus attractive une localisation périphérique des ménages

⇒ Provoque une augmentation du revenu qui induit une croissance de la consommation de logement.

Une hausse généralisée du revenu

produit des effets similaires à ceux d'une baisse des coûts de transport et autorise une consommation accrue de logement.

Cette consommation supplémentaire suppose que la disponibilité de sols est suffisante, non soumise à des contraintes de zonage.

Politiques d'aide au logement

Les politiques d'aides aux logements ou d'accession à la propriété ont-elles des effets similaires à une hausse des revenus ?

⇒ Accroissent le revenu disponible de certains ménages et favorisent un étalement urbain.

Cette incitation à gagner la périphérie est d'autant plus forte que ces aides sont soumises à des conditions de revenus des ménages et des prix du logement, lesquels sont moins élevés en périphérie.

Elasticité-revenu :

Cet étalement urbain n'intervient que si l'élasticité-revenu de la demande de logement est positive et si l'augmentation du revenu n'influe pas les coûts de transport ou que l'élasticité-revenu de la demande de logement est supérieure à celle des coûts de transports par unité de distance.

La théorie des densités urbaines : la pression démographique

Quelle que soit l'organisation interne de la ville, le gradient de densité semble être le même. La baisse de densité est une fonction exponentielle négative de la distance au centre urbain :

$$P_d = P_c e^{-gd} \quad (4)$$

où P_d est la densité à distance d du centre, P_c la densité au centre, $-g$ la pente de la courbe de densité.

C. Clark a empiriquement vérifié cette équation à partir de l'analyse de 36 villes mondiales.

Références :

Colin Clark (1951) : Urban population densities. Journal of the Royal Statistical Society, A, vol. 114, part 4, p. 490-496.

Extension et confirmation des résultats dans travaux récents de Marc Barthélémy et Camille Roth.

Pression démographique et modèle d'Alonso (1)

Augmentation de la population conduit à un éloignement de la frontière et une hausse des densités urbaines mais **sans modifier la pente des courbes de rente foncière**.

La structure des ménages influence en revanche cette pente.

Quand nombre d'inactifs (sans revenu) par ménage augmentent, changements dans modèle d'Alonso ? :

Inactifs ne se déplacent pas, augmentation de leur poids dans le ménage diminue coût de transport mais aussi revenu.

Si élasticité-revenu de la demande de logement > 1 , baisse de la demande en logement l'emporte sur celle des coûts de transport et localisations centrales deviennent plus attractives.

La pente de la courbe de rente offerte augmente. $\Rightarrow$ Augmentation des densités en tout point et rapprochement de la frontière de la ville.

Pression démographique et modèle d'Alonso (1)

Augmentation de la population conduit à un éloignement de la frontière et une hausse des densités urbaines mais **sans modifier la pente des courbes de rente foncière**.

La structure des ménages influence en revanche cette pente.

Quand nombre d'inactifs (sans revenu) par ménage augmentent, changements dans modèle d'Alonso ? :

Inactifs ne se déplacent pas, augmentation de leur poids dans le ménage diminue coût de transport mais aussi revenu.

Si élasticité-revenu de la demande de logement > 1 , baisse de la demande en logement l'emporte sur celle des coûts de transport et localisations centrales deviennent plus attractives.

La pente de la courbe de rente offerte augmente. $\Rightarrow$ Augmentation des densités en tout point et rapprochement de la frontière de la ville.

Pression démographique et modèle d'Alonso (2)

Dans le cas contraire (élasticité-revenu de la demande de logement < 1), la diminution des rentes foncières produit un effet-prix opposé à effet de la baisse du revenu sur la consommation de sol et l'impact sur le degré de l'étalement de la ville est indéterminé.

L'effet de la baisse des coûts de transport est plus sensible relativement à la baisse du revenu conduisant les ménages à privilégier les localisations périphériques. La pente de la rente foncière diminue

Limites du modèle :

Ce modèle théorique suppose un ajustement intégral des logements aux modifications des paramètres économiques. Autrement dit, il ignore les rigidités des structures bâties.

Question : marché du logement est-il un marché comme les autres ?

Where do you live ?

Géographes et sociologues pointent du doigt le fait que modèle d'Alonso et ses extensions ne permettent pas d'appréhender l'ensemble du phénomène urbain.

On admet maintenant que la localisation des activités résidentielles est fonction de trois facteurs :

- ▶ L'environnement social (classe sociale, amis, institutions)
- ▶ L'environnement physique (calme, bon entretien, style)
- ▶ L'accès au centre de la ville et au lieu de travail.

⇒ **Importance du voisinage**. Question des préférences des agents : avec qui veut-on vivre ?

Avec plus riche que soi ? Plus pauvre que soi ?

Référence : Gauvin, L., Vignes, A. and Nadal, J.-P. (2013). Modeling urban housing market dynamics : can the socio-spatial segregation preserve some social diversity ? Journal of Economic Dynamics and Control, vol. 37(7), pp. 1300-1321.

Prix de l'immobilier et ségrégation spatiale

Formation des prix sur le marché du logement répond à des logiques complexes : prix dépendent de variables intrinsèques (caractéristiques du bien) et extrinsèques (caractéristiques de l'environnement) :

Acheter un logement c'est aussi choisir un environnement (ensemble d'équipements proches, biens publics)) littérature fonction des prix hédoniques.

Notre hypothèse :

L'endroit où les gens vivent et la façon dont ils se répartissent dans l'espace a des conséquences économiques importantes.

⇒ Distribution spatiale des revenus dans une ville.

Les hypothèses

On attribue un facteur d'attractivité à tout point d'une ville spatialement uniforme

Double attractivité, intrinsèque et extrinsèque (caractéristiques naturelles et sociales)

Distribution d'individus hétérogènes en revenu

Tout individu veut vivre avec plus riche que soi

Pas d'information centralisée (formation des prix décentralisée)

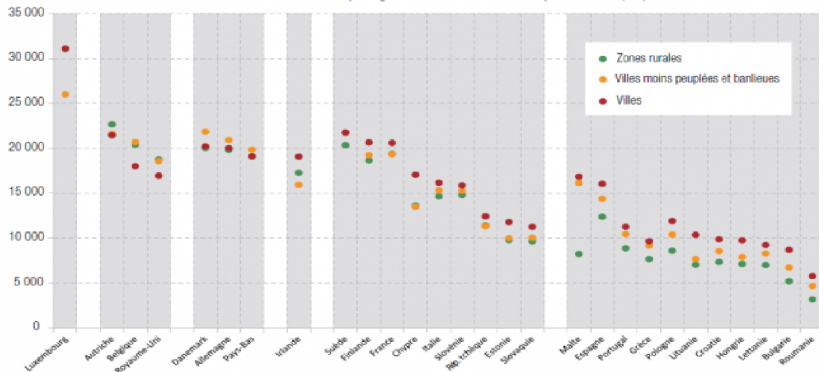
Les résultats

- ▶ Quand le poids de l'influence sociale est faible
 - ▶ Il n'y a pas de ségrégation, répartition uniforme des agents dans l'espace
- ▶ Quand le poids de l'influence sociale est important (au-dessus d'un certain seuil)
 - ▶ Deux espaces ségrégés (par exemple, dans le cas d'une ville mono-centre, un au centre occupé par les riches, l'autre en périphérie occupé par les plus pauvres)
 - ▶ Persistance d'une zone de mixité sociale
- ▶ Le modèle permet de reproduire la répartition des prix dans Paris.
- ▶ Résultats obtenus vont plus loin que ceux de Schelling (1971) puisque mixité sociale sous certaines conditions.

Inégalités de revenu

En France, comme dans la majorité des pays européens, les zones denses accueillent les populations les plus aisées

Revenu médian en 2015 par degré d'urbanisation en standard de pouvoir d'achat (SPA)



Sources : Eurostat 2015 • Réalisation : CGET 2017

Les riches vivent-ils dans les grandes villes ?

En 2018, en France...

17 départements avaient un revenu fiscal supérieur à la moyenne nationale : l'Île-de-France (sauf Val d'Oise et Seine-Saint-Denis), les départements proches de la Suisse (Haute-Savoie, Ain, Haut-Rhin, Savoie), deux départements du Sud (Var et Pyrénées-Atlantiques) et des départements centrés sur une grande métropole (Lyon, Toulouse, Nice, Strasbourg, Bordeaux).

C'est à Paris que le revenu fiscal est le plus élevé : 197,1, presque le double de la moyenne nationale.

Six départements ont un revenu fiscal moyen inférieur de plus de 20 % à la moyenne nationale. Trois dans le Nord (Pas-de-Calais, Aisne, Ardennes), la Creuse, l'Aude et la Seine-Saint-Denis (75 de revenu fiscal, soit 25% de moins que moyenne nationale).

Classement des Régions en France

Rang	Région	Montant moyen (en euros)
1	<u>Île-de-France</u>	36 063 €
2	<u>Auvergne-Rhône-Alpes</u>	28 825 €
3	<u>Provence-Alpes-Côte d'Azur</u>	27 024 €
4	<u>Pays de la Loire</u>	26 802 €
5	<u>Grand Est</u>	26 688 €
6	<u>Bretagne</u>	26 596 €
7	<u>Bourgogne-Franche-Comté</u>	25 853 €
8	<u>Centre-Val de Loire</u>	25 814 €
9	<u>Nouvelle-Aquitaine</u>	25 613 €
10	<u>Normandie</u>	25 428 €
11	<u>Occitanie</u>	24 838 €
12	<u>Corse</u>	24 712 €

Récapitulatif des points vus en cours

(1) La distance, une variable structurante

- ▶ Coûts de transport
- ▶ Rendements croissants

⇒ Tradeoff

Étalement vs économie d'agglomération

- ▶ Étalement : risque de dispersion de l'argent public
- ▶ Agglomération : risque de congestion

Questions connexes :

- 1) Des coûts de transport nuls existent-ils ?
- 2) Pourquoi la révolution numérique n'a-t-elle pas favorisé un étalement géographique des entreprises ?

Comment s'organise une ville ?

1. De la ville au territoire : l'importance du péri-urbain
2. La ville monocentrique : du modèle de Von Thünen au modèle d'Alonso
3. Définition de la rente foncière

Questions connexes :

- 1) Quelles stratégies d'installation pour les entreprises ?
- 2) Quelles stratégies d'installation résidentielle ?
- 3) Ségrégation, ghettoïsation, mixité sociale

Séances à venir.

1. Inégalités territoriales/ Limites de la mesure du PIB
2. Modèles de prix hédoniques et analyse articles économétriques
3. Modèles de prix hédoniques et analyse articles économétriques
4. Modèles de ségrégation à la Schelling (1)
5. Présentation à mi-parcours des projets de fin d'année
6. La taille des villes