

# Transports et organisation de l'espace

---

Le modèle de Von Thuenen, de la  
campagne à la ville

---

# Les transports et l'organisation de l'espace

---

- ✦ Les transports structurent l'espace de l'activité humaine (agricole, industrielle et urbaine) i.e. il existe des lieux meilleurs que d'autres pour une activité donnée
- ✦ Les transports déterminent largement le prix du foncier

# Le modèle de Von Thuenen

---

- ✦ Un modèle d 'économie agricole initialement
- ✦ Transposable à l 'activité industrielle
- ✦ Transposable à l 'analyse urbaine

# Von Thuenen, sa vie, son oeuvre

---

- ✦ Von Thuenen était un grand propriétaire foncier qui vécut de 1783 à 1850
- ✦ Il possédait un vaste domaine (465 ha) à Tellow (Prusse) , entouré de vastes forêts, avec un marché central
- ✦ Il se demandait où placer ses champs de céréales, ses vaches à lait, et ses fromageries,...

# Von Thuenen

---

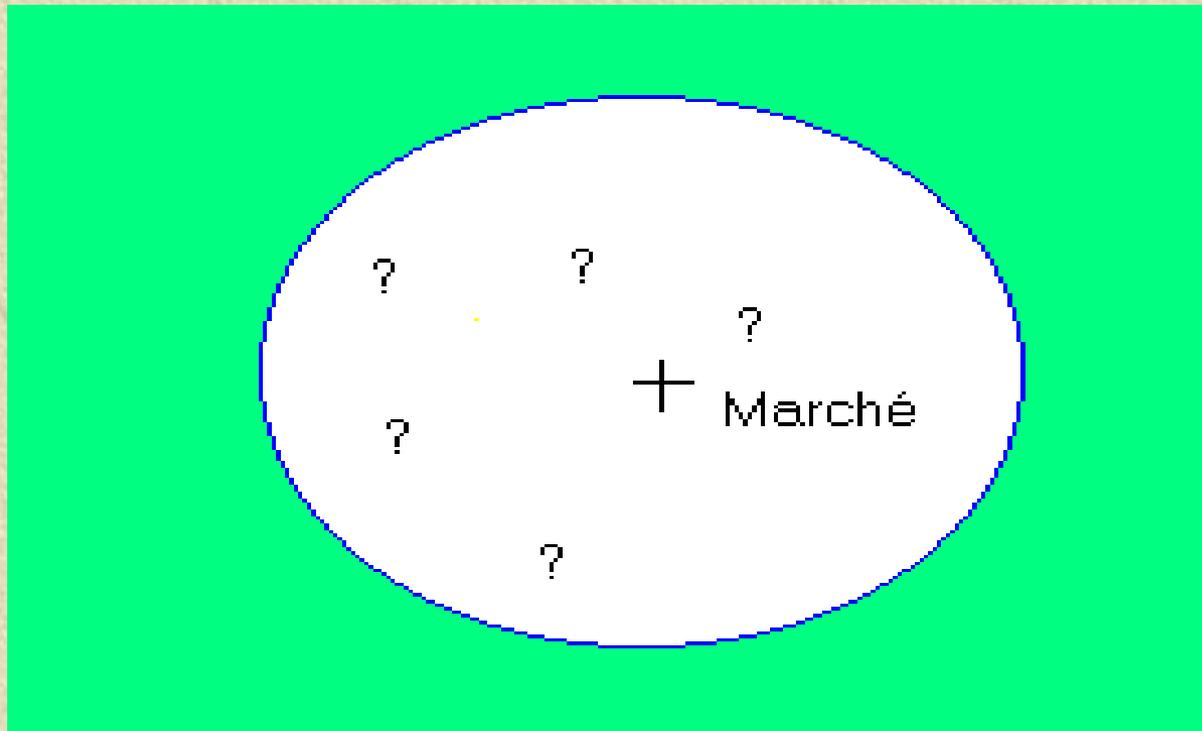


# Le musée Von Thuenen

---



# Exemple 1 : Le domaine de Von Thuenen



# Les transports à l 'époque de Von Thuenen

---

- ✦ Le transport de lait coûtait très cher, car il tournait vite (avant la découverte de la pasteurisation), et il y avait donc de lourdes pertes
- ✦ Au contraire, des fromages de garde pouvaient se transporter facilement
- ✦ Les céréales se situaient entre les deux

# La formalisation du problème

---

✦ Trois productions (indicées par  $i$ )

✦  $i=1$  : le lait

✦  $i=2$  : les céréales

✦  $i=3$  : les fromages

# Les notations utilisées

---

- ✦  $q_i$  la quantité de produit  $i$  produite par hectare
- ✦  $p_i$  le prix de vente sur le marché d'une quantité  $q_i$  de produit  $i$
- ✦  $c_i$  le coût à la production d'une quantité  $q_i$  de produit  $i$
- ✦  $k_i$  le coût de transport d'une quantité  $q_i$  de produit  $i$

# Le bénéfice par hectare

---

✦ Le bénéfice par unité de surface lié à la production du produit  $i$  situé à une distance  $D$  du marché central est donc :

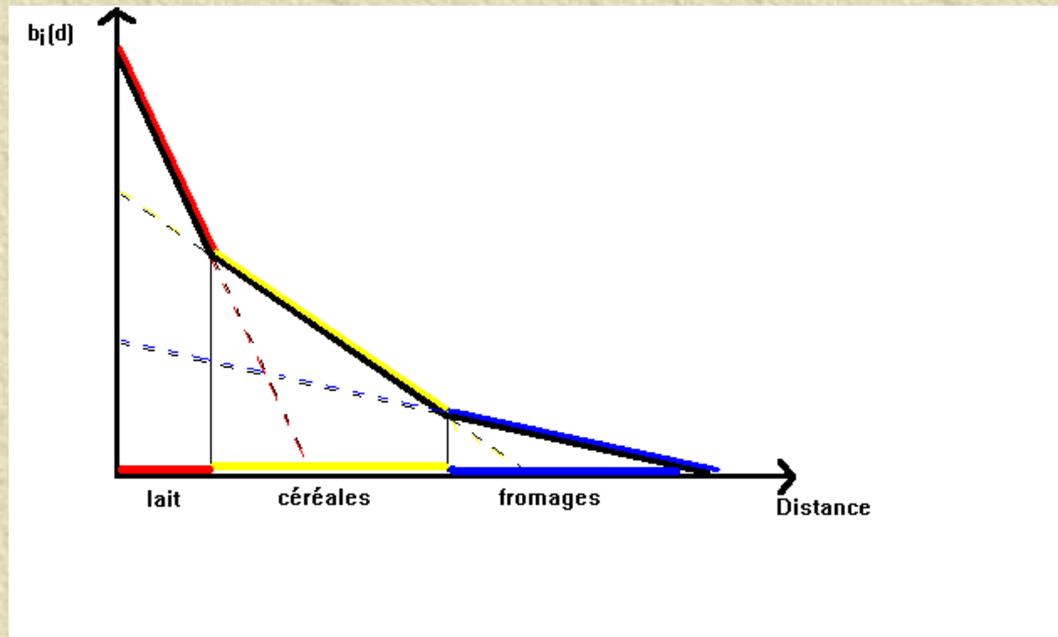
✦ 
$$b_i (D) = p_i - c_i - (k_i \cdot D)$$

# La maximisation du bénéfice par unité de surface

---

- ✦ En un point donné, à une distance  $d$  du marché central, on peut calculer
- ✦  $b_1(D)$  : bénéfice/ha pour le lait
- ✦  $b_2(D)$  : bénéfice/ha pour les céréales
- ✦  $b_3(D)$  : bénéfice/ha pour les fromages
- ✦ si  $b_1(D) > b_2(D)$  et  $b_1(D) > b_3(D)$ , on produira du lait

# La localisation des différentes productions agricoles



# La construction du graphique

---

- ✦ Le coût élevé du transport du lait implique une droite de plus forte pente que pour les céréales ou les fromages
- ✦ Le bénéfice par ha pour le lait est plus élevé que pour les céréales ou les fromages : l'ordonnée à l'origine pour le lait est plus grande que celle des céréales et des fromages

# La rente foncière (1)

---

✦ Si Von Thuenen loue ses terres à des fermiers, à un prix  $R(D)$  par ha

✦ le bénéfice par ha devient :

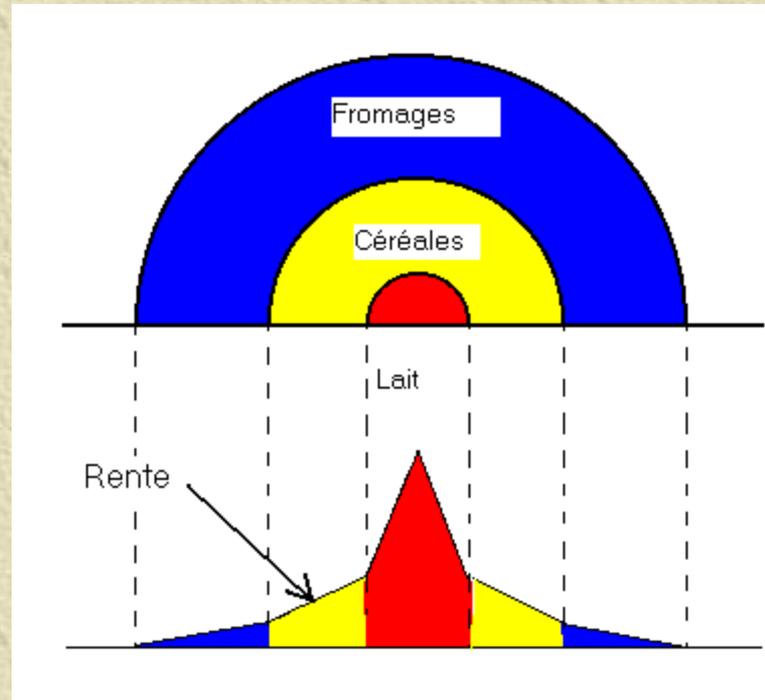
✦ 
$$b_i(D) = p_i - c_i - (k_i \cdot D) - R(D)$$

# La rente foncière (2)

---

- ✦ En un point donné, à une distance  $D$ ,  $c$  'est le fermier qui choisit la production la mieux adaptée qui peut payer le loyer le plus élevé
- ✦ La répartition spatiale des différentes activités n 'est pas modifiée
- ✦ Le propriétaire du sol peut tirer une rente égale au bénéfice par ha sans rente

# La rente foncière (3)



# Les fromages en France

---



# Pourquoi le Camembert vient de Normandie ?

---



# Un autre cas d 'application : la carte traditionnelle des fromages

---

- ✦ Un grand marché monocentrique (Paris)
- ✦ Des conditions de transport difficiles avant la pasteurisation pour le lait
- ✦ Les fromages à pâte molle se transportent un peu mieux
- ✦ Les fromages de garde à pâte dure se transportent encore mieux

# Les trois ceintures de fromages

- ✦ Trois cercles autour de Paris
- ✦ Une première ceinture laitière (et vivrière)  
(qui a presque disparu)
- ✦ Une deuxième ceinture de fromages à pâte molle : Camembert, Coulommiers,...
- ✦ Une troisième ceinture de fromages de garde : Cantal,...

# Le modèle de Von Thuenen : de la campagne à la ville

---

- ✦ Le modèle de Von Thuenen, initialement pensé pour l'économie agricole, peut s'étendre à l'économie urbaine
- ✦ Il rend compte pour partie du niveau de la rente foncière urbaine
- ✦ Il explique pour partie la ségrégation spatiale urbaine à grande échelle

# Le modèle monocentrique urbain avec ségrégation spatiale

---

- ✦ On considère une ville monocentrique avec un lieu (zone) central où doivent se rendre la plupart des habitants tous les jours ouvrés
- ✦ Trois populations dans la ville :
- ✦ Les riches :  $i=1$
- ✦ Les classes moyennes :  $i=2$
- ✦ Les pauvres :  $i=3$

# La formalisation du problème

---

- ✦  $D$  : la distance au centre
- ✦  $R(D)$  : la rente foncière en fonction de la distance  $d$  au centre
- ✦  $CTG_i(D)$  : le coût généralisé du transport en fonction de la distance  $d$  au centre
- ✦ il comprend le coût financier du transport (carburant, usure de la voiture, billet de transport collectif)

# Le coût généralisé du transport

---

- ✦ Il comprend deux composantes

$$CTG_i(D) = CF_i(D) + CTP_i(D)$$

- ✦ Le coût financier du transport (carburant, usure de la voiture, billet de transport collectif)  $CF_i(D)$

- ✦ Le temps passé dans le transport  $CTP_i(D) = TP_i(D)$

\*  $VT_i$  est valorisé comme produit du temps passé par une valeur unitaire du temps

# L 'hétérogénéité des coûts de transport

- 
- ✦ La valeur du temps est corrélée au revenu
  - ✦  $VT_1 > VT_2 > VT_3$
  - ✦ On suppose dans un premier temps que les temps de trajet sont les mêmes à une distance donnée pour toutes les classes de revenus

# La relation d 'indifférence entre rente et coût du transport

---

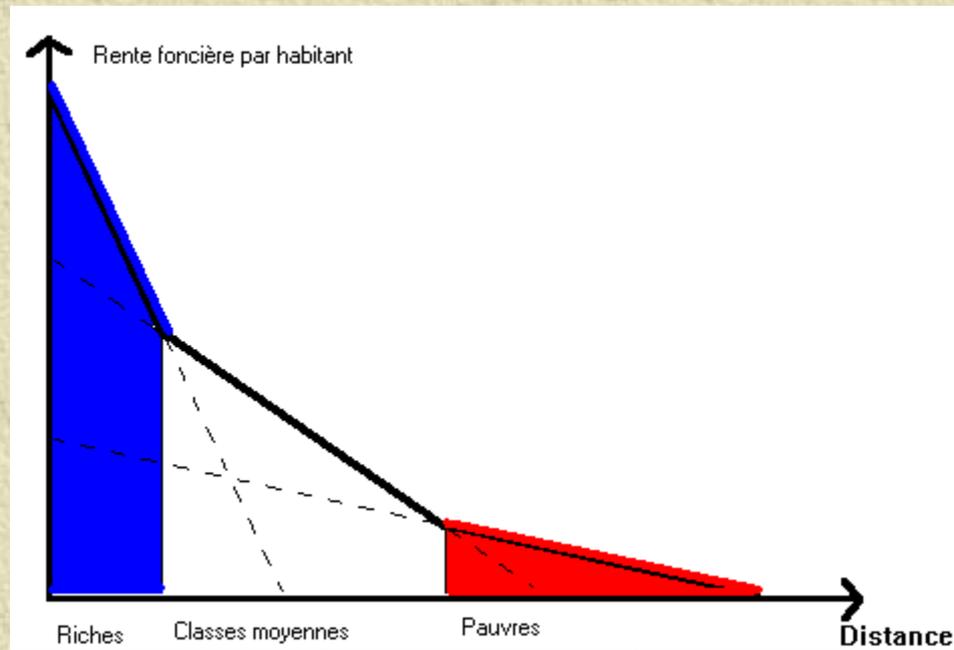
- ✦ pour toute classe  $i$ , dont des habitants vivent à une distance  $D$  du centre
- ✦  $R(D) + CTG_i(D) = \text{Constante}(i)$
- ✦ relation d 'indifférence
- ✦ donc en différenciant par rapport à  $D$ , sur l 'intervalle  $[D_i \text{ min}, D_i \text{ max}]$ , on a :
- ✦  $R'(D) = - CTG'_i(D)$

# La résolution du problème

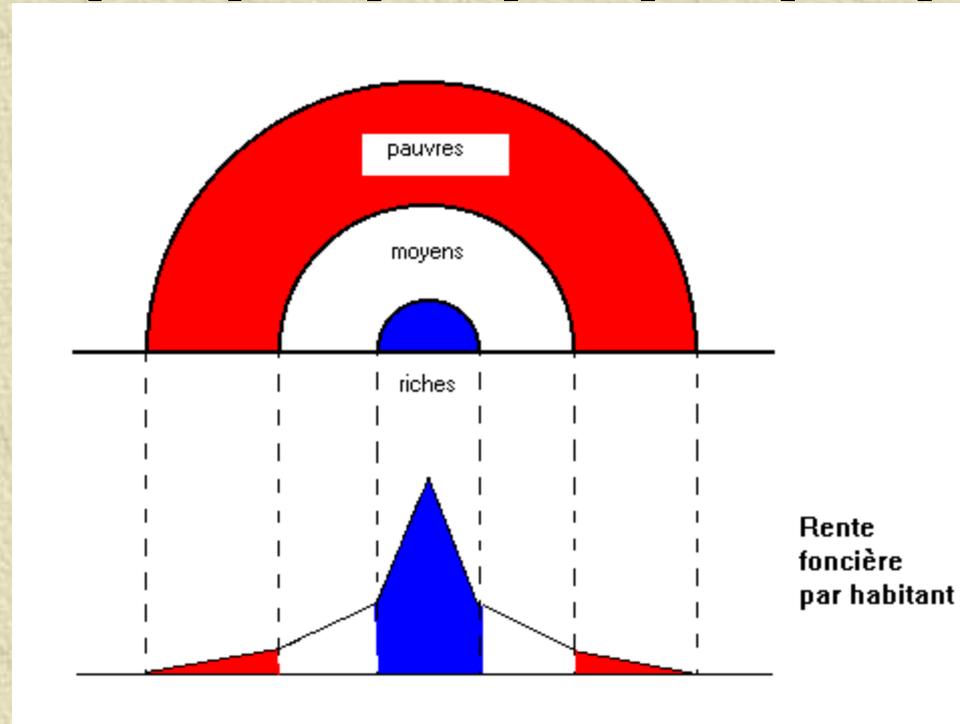
---

- ✦ En différenciant par rapport à  $D$ , sur l'intervalle  $[D_i \text{ min}, D_i \text{ max}]$ , on a :
- ✦  $R'(D) = - \text{CTG}'_i(D)$
- ✦  $\text{CTG}'_i(D) = \text{CF}'(D) + \text{TP}'(D) * \text{VT}_i$
- ✦ On en déduit que les différentes populations  $i=1,2,3$  ne peuvent se situer en un même lieu

# La rente foncière par habitant



# La ségrégation spatiale



# Exemple 2 : L'agglomération parisienne : modèle simplifié

---

	Distance au centre	Densité de population	Coût km marchand	Vitesse moyenne
Unité	km	Hab/km <sup>2</sup>	Euros/km	Km/h
Paris (arrt centraux)	[0 ; 2]	30000	0,12	9
Paris (arrt périph)	[2 ; 4]	15000	0,11	12
Couronne 1 (92,93,94)	[4;10]	2000	0,10	35
Couronne 2 (78,91,95,77)	[10;20]	400	0,09	50

# Hypothèses complémentaires

---

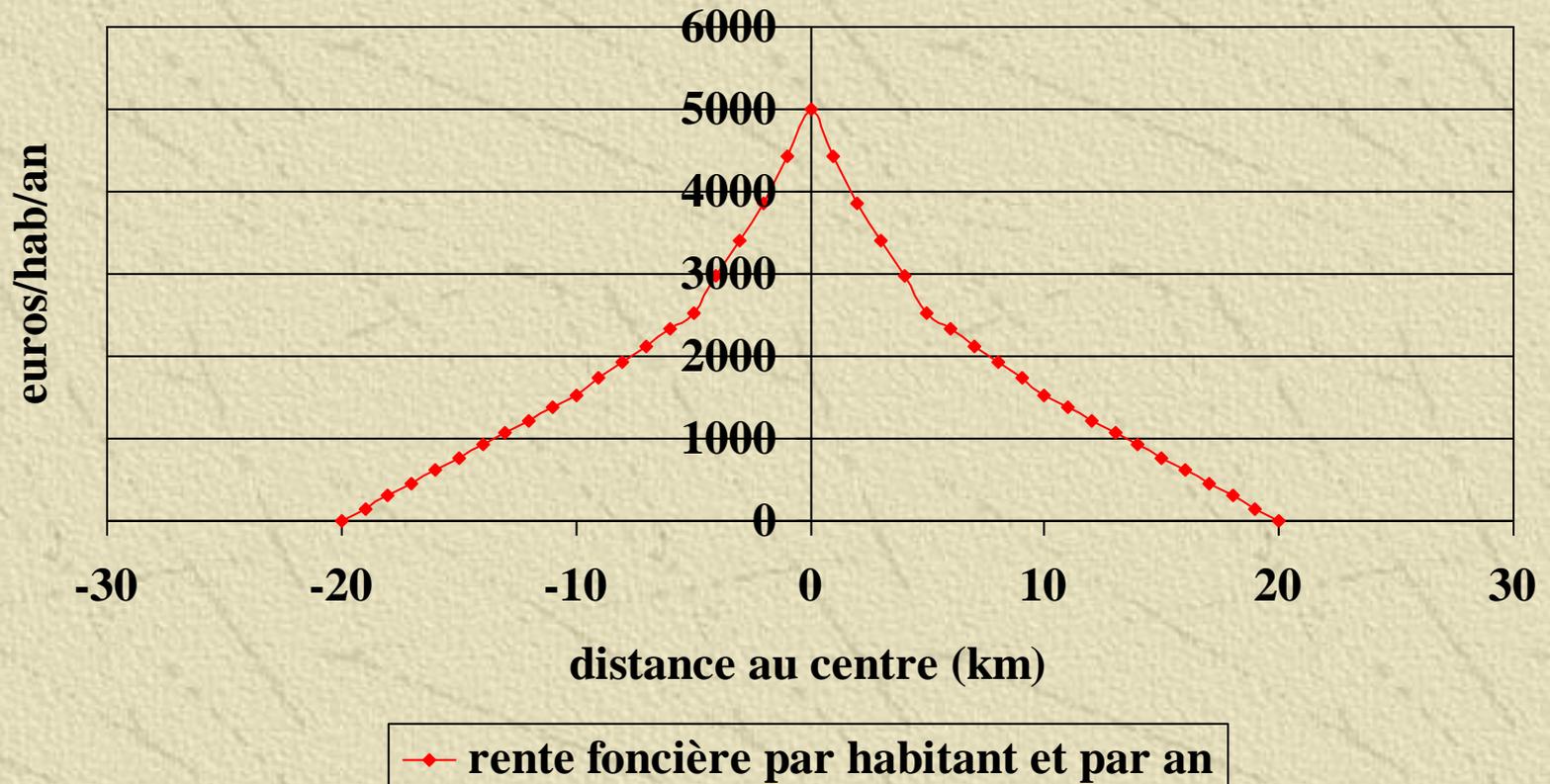
- ✦ Valeur du temps :  $x$  euros / heure  
(homogène)
- ✦ 1 trajet Aller Retour par jour et par personne vers le centre (ou passant par le centre)
- ✦ Loyer / Capital variable selon zones

# Les composantes du coût de transport

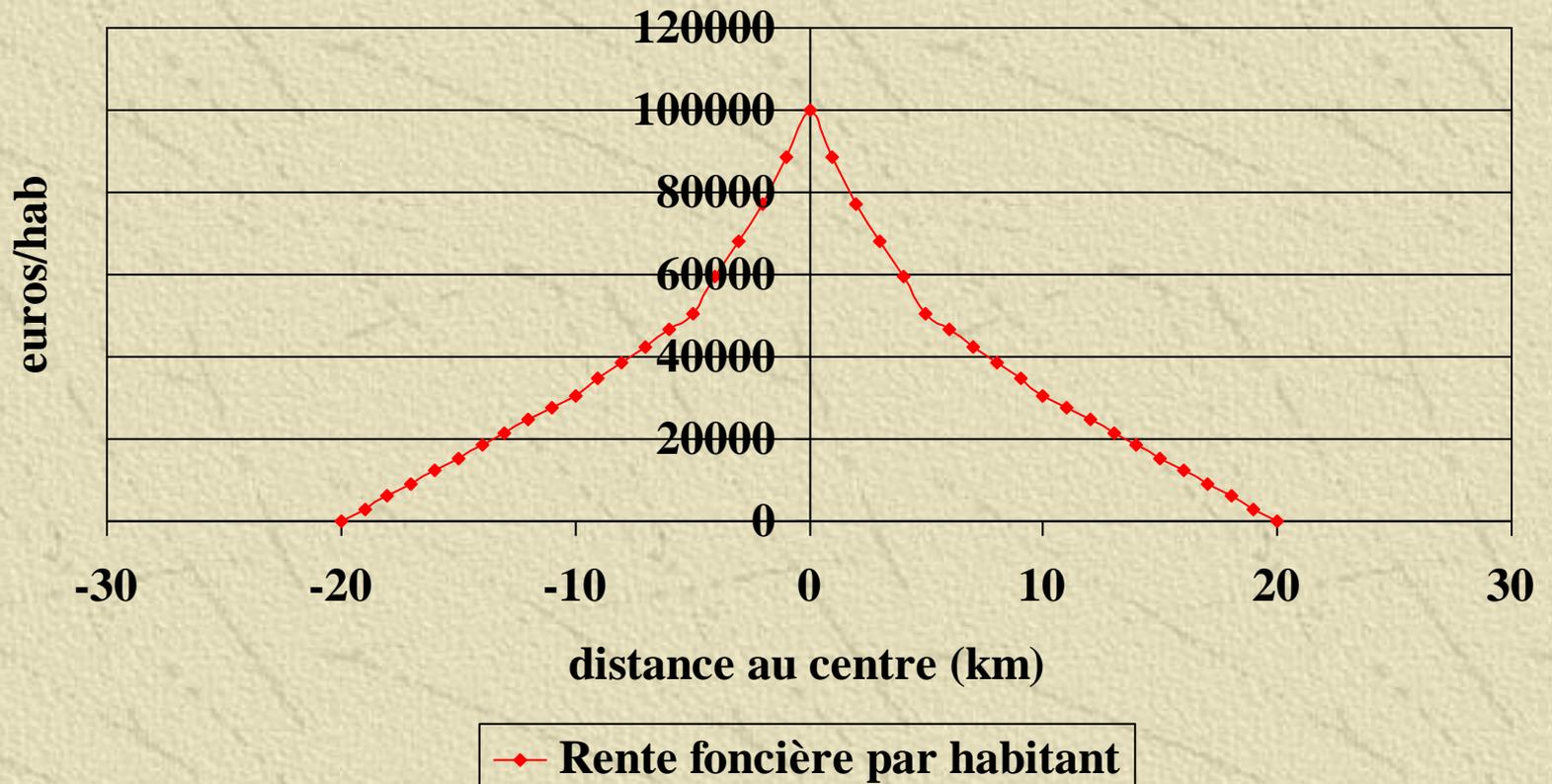


Unité	Coût financier par km Euros/km	Coût du temps par km Euros/km	Coût total par km (1 déplace) Euros/km	Coût total par km (1 an) Euros/km
Paris Centre	0.12	0.67	0.79	574
Paris Périph	0.11	0.50	0.61	445
Couronne 1	0.10	0.17	0.27	198
Couronne 2	0.09	0.12	0.21	153

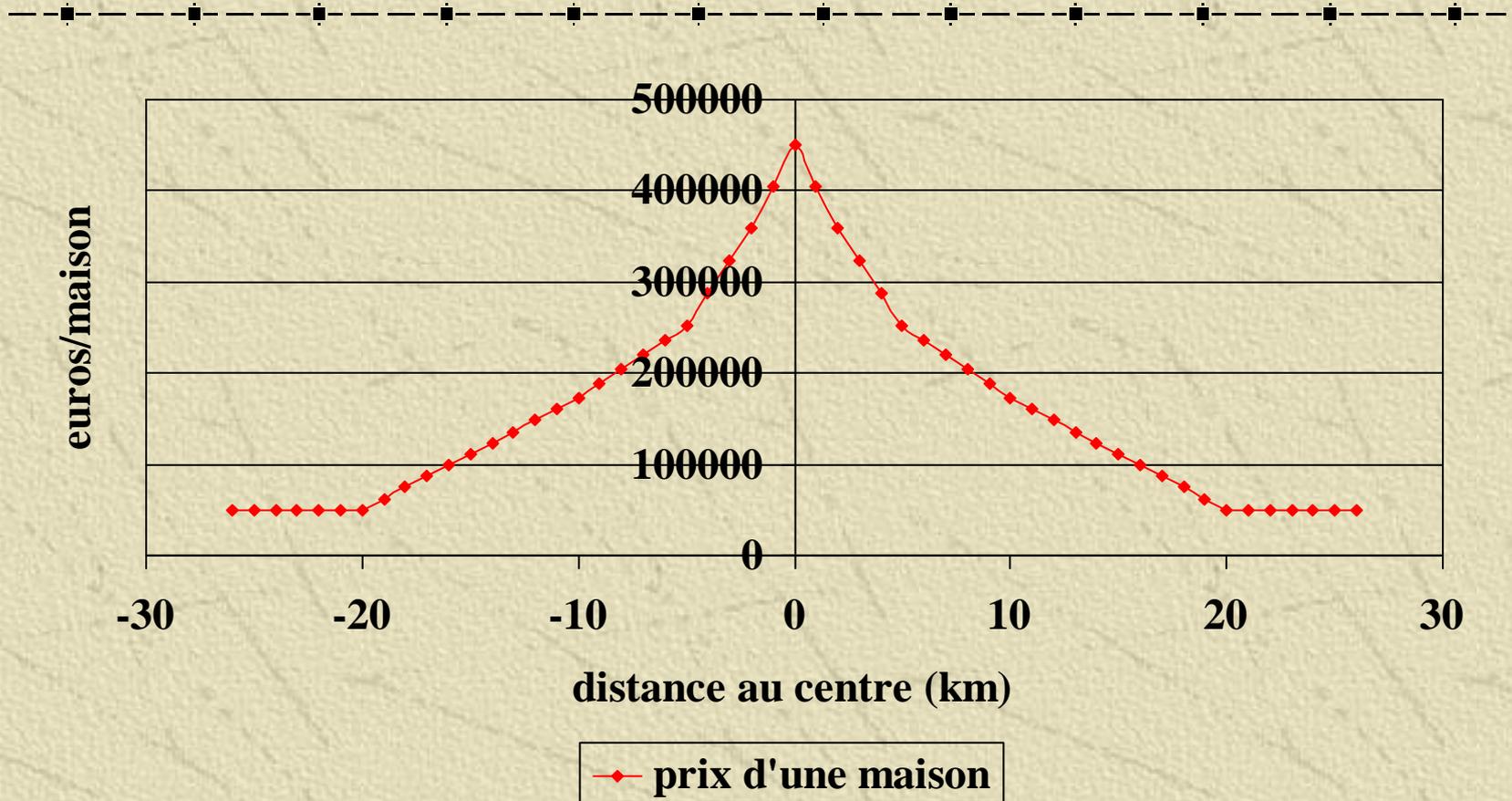
# La rente foncière par habitant et par an



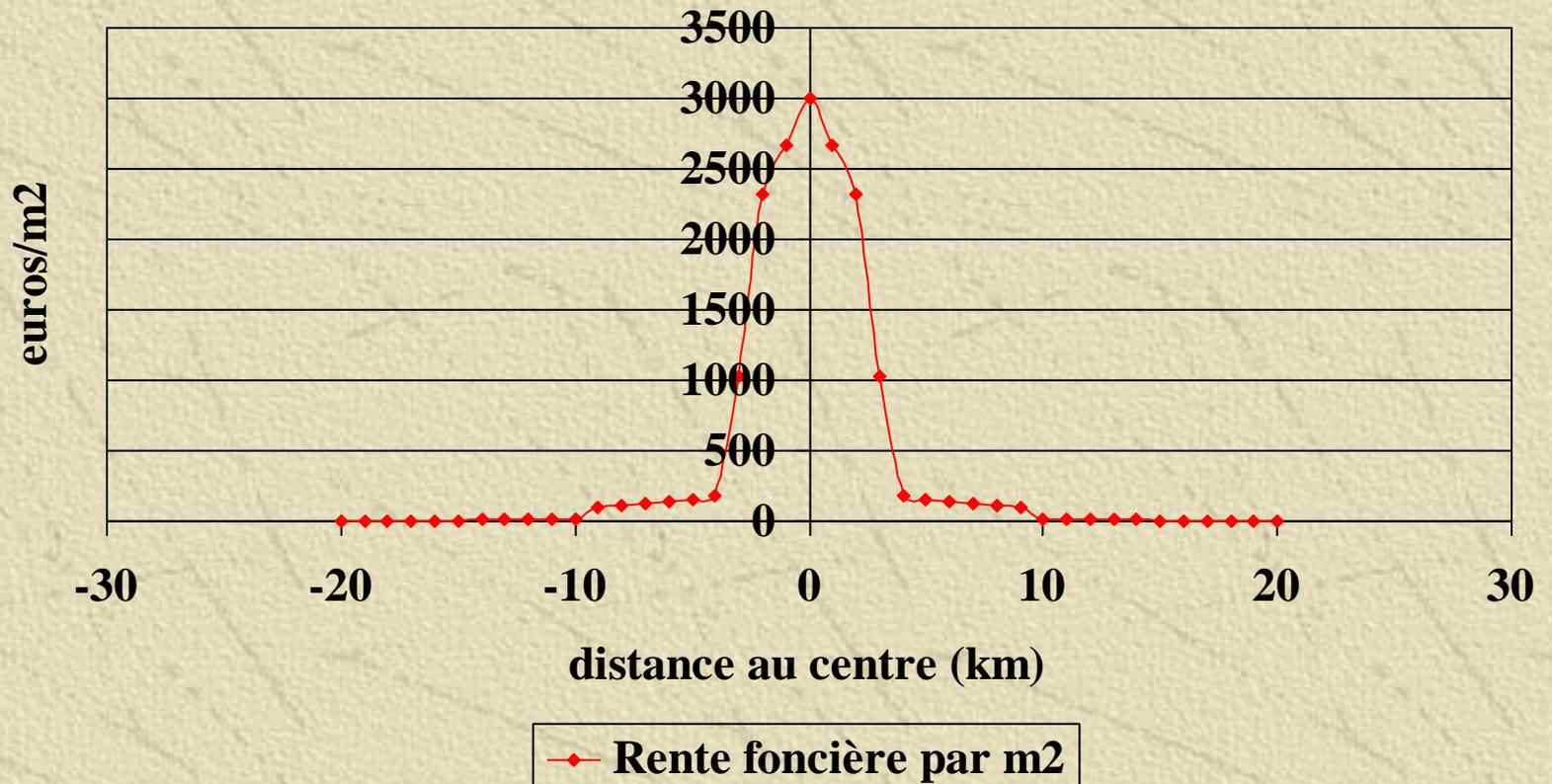
# Rente foncière par habitant



# Prix d'une maison en Ile de France



# Rente foncière par m<sup>2</sup> au sol



# Données utilisées pour caler un modèle détaillé en IDF

---

- ✦ Base de la DREIF/SIER de 1999 pour les trajets sur la voirie express
- ✦ Base des horaires des transports collectifs lourds (Transilien, RER, métro)
- ✦ Coûts des carburants et des abonnements TC (carte orange)
- ✦ Base EXISTAN du ex-SESP (1999)

# Résultats du calage du modèle

---

- ✦ Coût de construction+viabilisation: 1386 €/m<sup>2</sup>
- ✦ Valeur du temps: 9,4 €/personne-h
- ✦ Temps de trajet au centre de la limite urbaine: 1h13mn aller/retour
- ✦ Bonne explication des différences de prix des logements entre les différentes couronnes de l'IDF

# Résultats du modèle regroupés sur un zonage départemental (E/logt)

---

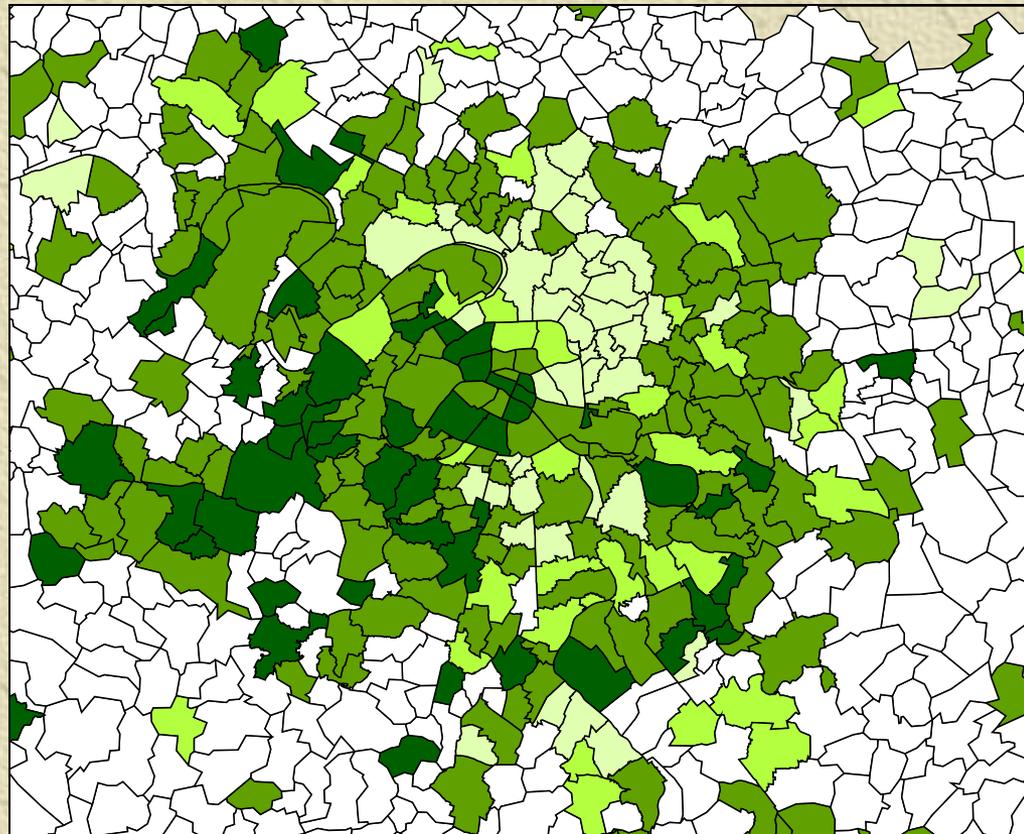
Département	Rente foncière	Construction+viabilisation	Effet marquage social et autres	Total
75	51,1	75,3	28,2	154,7
77	0,6	123,4	-16,5	107,6
78	4,8	125,4	17,5	147,7
91	4,2	114,4	0,5	119,2
92	32,4	95,0	25,8	153,2
93	28,2	93,1	-30,5	90,7
94	25,6	100,9	-4,9	121,6
95	5,9	111,2	-7,6	109,5

# Comparaison avec les données de référence

---

- ✦ Coût de construction hors viabilisation:  
1005 €/m<sup>2</sup>
- ✦ Valeur du temps rapport Boiteux: 8,8  
€/personne-heure
- ✦ Limite d'urbanisation continue constatée  
conforme avec le modèle

# Part du prix des logements non expliquée par les coûts de transport



# Effets d'une nouvelle politique tarifaire en transports collectifs

---

- ✦ Hypothèse
- ✦ Effet d'une tarification à zone unique: 60 €/mois (Carte orange)
- ✦ Résultat
- ✦ Baisse d'environ 5000 €/logement pour un logement moyen à Paris intra-muros
- ✦ Un éloignement de la frontière d'urbanisation de 1,3 km annulerait cet effet négatif à Paris intra-muros

# Simulation d'un effet d'étalement urbain

---

✦ Hypothèse:

✦ Augmentation de l'éloignement de la limite urbaine de 2 km

✦ Résultat:

✦ Hausse de 8000 euros des prix du logement moyen à Paris

✦ Hausse similaire pour les logements de la première couronne

# Simulation d'un choc pétrolier

---

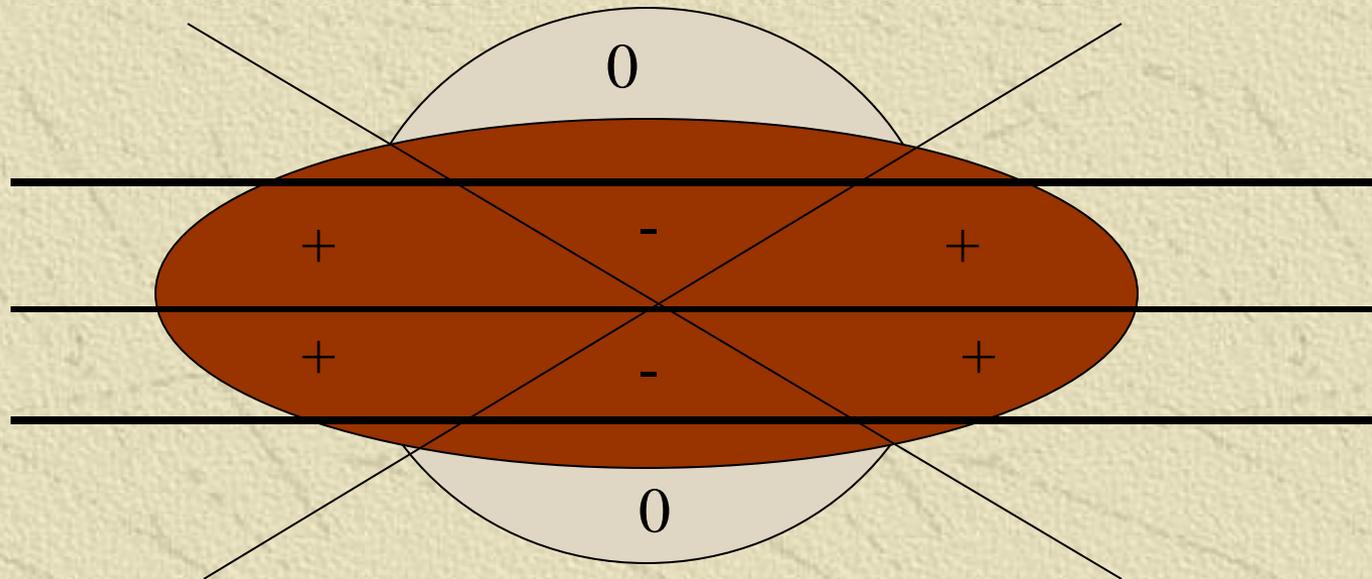
✦ Hypothèse:

✦ Prix du pétrole passant de 25 \$ à 100 \$ le baril

✦ Résultat:

✦ Augmentation des prix des logements à Paris de 19306 €, dans la première couronne de 12520 € et dans la deuxième couronne de 1392 €

# Variation de la rente foncière suite à la création d'infras



# Adaptation à la ville polycentrique

- 
- ✦ Le modèle de Von Thuenen suppose un marché central ou un point central de l'agglomération
  - ✦ Les agglomérations aujourd'hui sont de plus en plus polycentriques

# Adaptation à la ville polycentrique

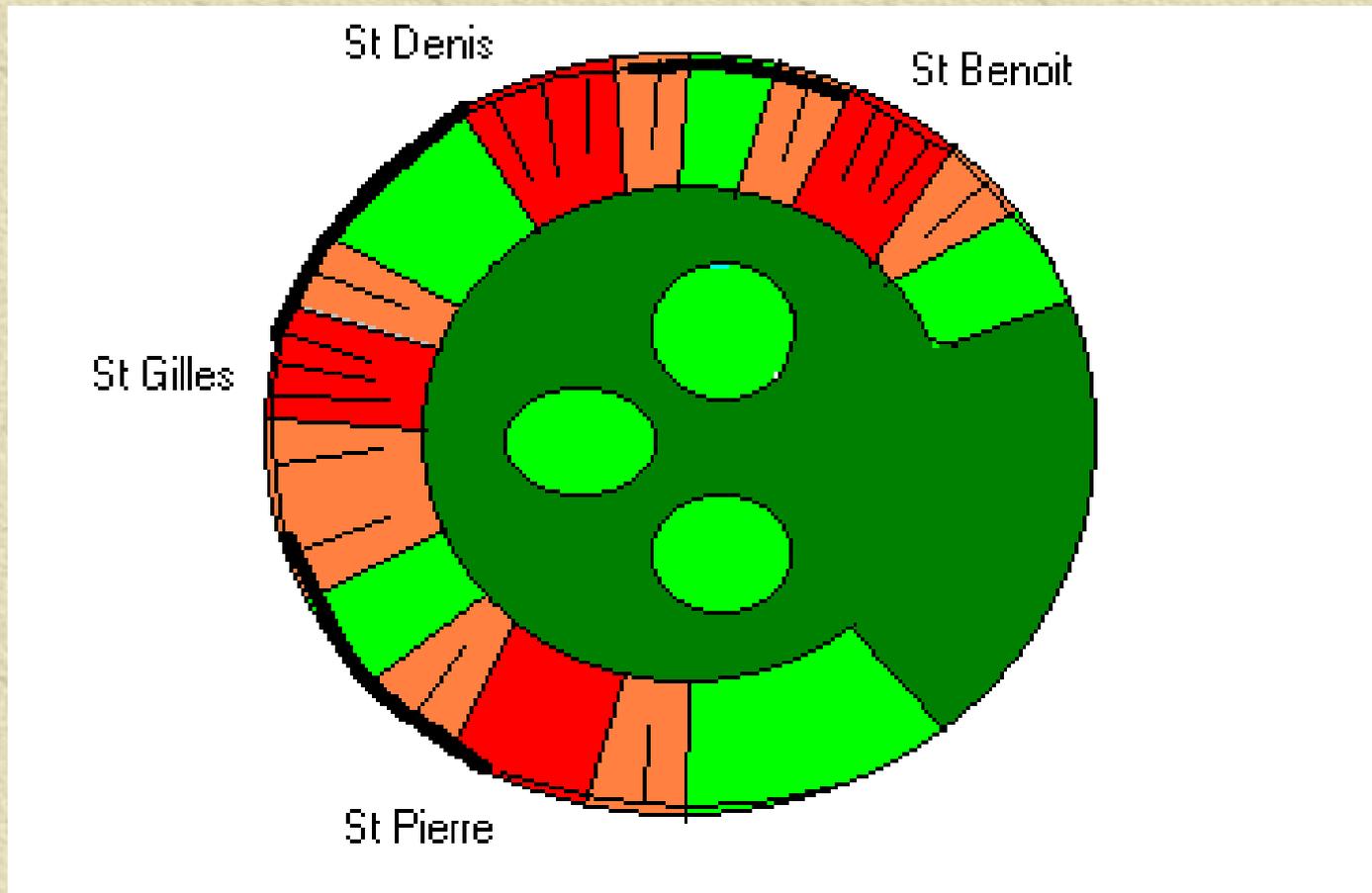
- ✦ Une approche basée sur l'accessibilité
- ✦ n zones numérotées de 1 à n
- ✦ Accessibilité  $A_i$  de la zone  $i$
- ✦  $A_i = \text{Somme sur les } j \text{ de } (\text{Exp}(-c_{g(i,j)}/x_0))$
- ✦  $U_i = \log(A_i)$
- ✦  $U_i$  donne le coefficient multiplicatif de la rente par logement
- ✦ Si une seule destination, on retrouve le modèle monopolaire

# Adaptation à la ville polycentrique en Ile de France

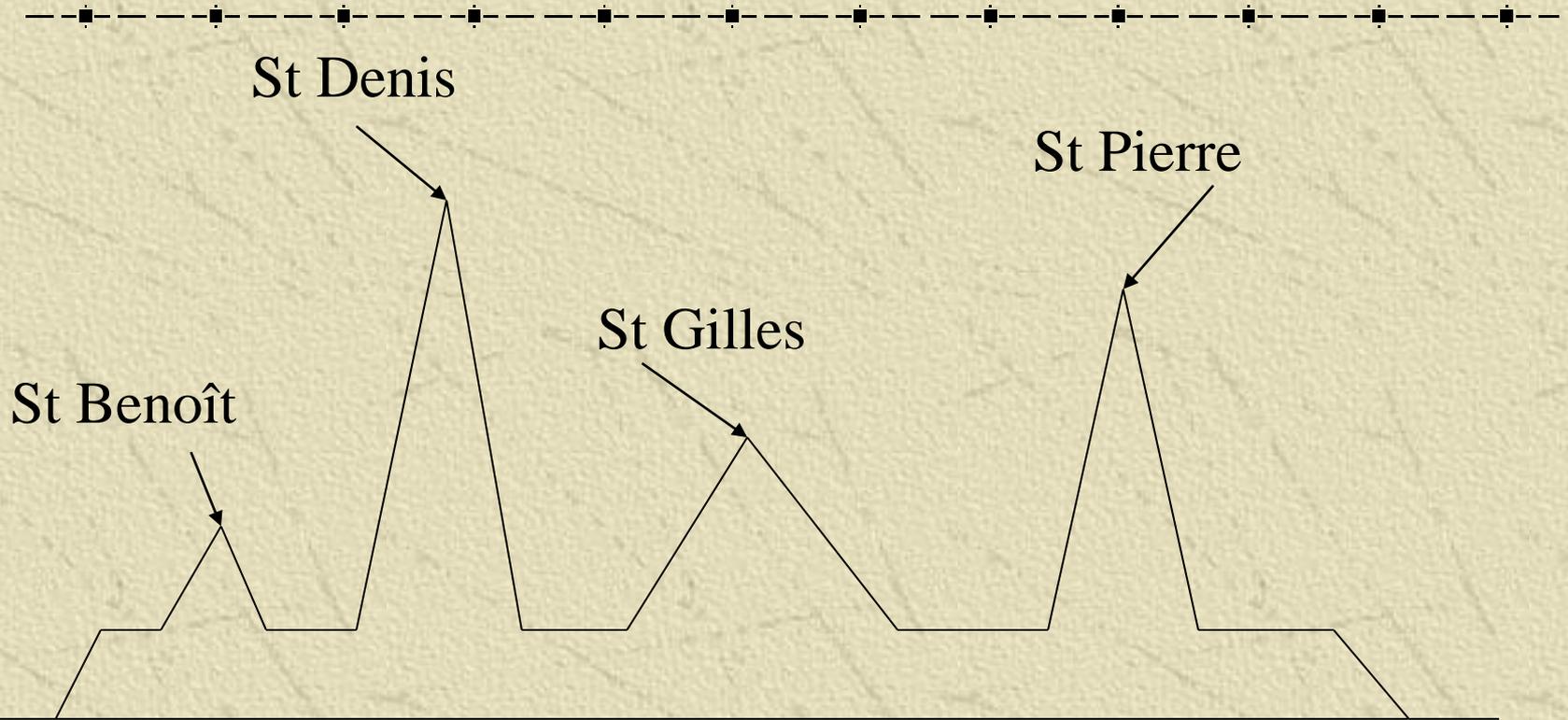
---

- ✦ Test sur agglo parisienne
- ✦ Nettement moins explicatif que modèle mono-centrique; pourquoi ?
- ✦ Importance de la demande « de proximité » (ville à pied) → ajuster fonction demande
- ✦ Effet négatif des quartiers de bureau le soir
- ✦ Effet d'image des quartiers centraux (Image de lieux de pouvoir, de centralité, de culture)

# Exemple 3 : L 'île de la Réunion



# Profil en long de la rente foncière



# L 'impact d 'un choc macroéconomique

---

- ✦ En quelques années, les revenus des Réunionnais montent en flèche (égalité sociale avec la métropole : introduction du RMI, alignement du SMIC,...)
- ✦ L 'accès à l 'automobile se généralise
- ✦ Les temps de trajet s 'allongent fortement du fait des embouteillages

# Les effets prévus par le modèle

---

✦  $R'(D) = -CTG'_i(D)$

✦  $CTG'_i(D) = CF'(D) + TP'(D) * V_{ti}$

✦ Valeur du temps  $V_{ti}$  croît

✦ Temps passé  $TP(D)$  croît

✦  $R'(D)$  croît

✦ la rente  $R(D)$  croît, particulièrement en centre ville

# Les effets constatés

- 
- ✦ Triplement de la valeur vénale des terrains à bâtir en quelques années en centre ville de St Denis, doublement à St Pierre, augmentation sensible ailleurs

# Conclusion

---

- ✦ Un modèle adapté pour expliquer des localisations agricoles, industrielles, ou urbaines
- ✦ Rend compte de la formation de la rente foncière au niveau global
- ✦ Modèle adaptable à des situations plus complexes que la ville mono-centrique

# Principales limites du modèle

---

- ✦ Ne rend pas compte des questions de marquage social liées à l'histoire des territoires (Est/ouest, politiques de peuplement communales,...)