



# À la mémoire d'Alain Desrosières (1940 - 2013)



# Introduction

**Parties et tout :**  
analogies entre  
physique, économie  
et sociologie

**Pablo Jensen,**  
physicien CNRS  
ENS Lyon/IXXI



« La cellule vivante ne contient rien que des particules minérales, comme la société ne contient rien en dehors des individus ; et pourtant il est impossible que les phénomènes caractéristiques de la vie résident dans des atomes d'hydrogène, d'oxygène, de carbone et d'azote [... La vie] est dans le tout, non dans les parties. [...] La fluidité de l'eau, ses propriétés alimentaires et autres ne sont pas dans les deux gaz dont elle est composée, mais dans la substance complexe qu'ils forment par leur association. »

E Durkheim, Les Règles de la méthode sociologique, 1894

C'est selon ce même modèle que Durkheim pense les rapports du social à l'individuel : le fait social est au fait individuel ce que le fait psychique est au fait biologique et le fait biologique au fait physique. L'autonomie du règne social, son irréductibilité aux individus, s'en déduisent directement.

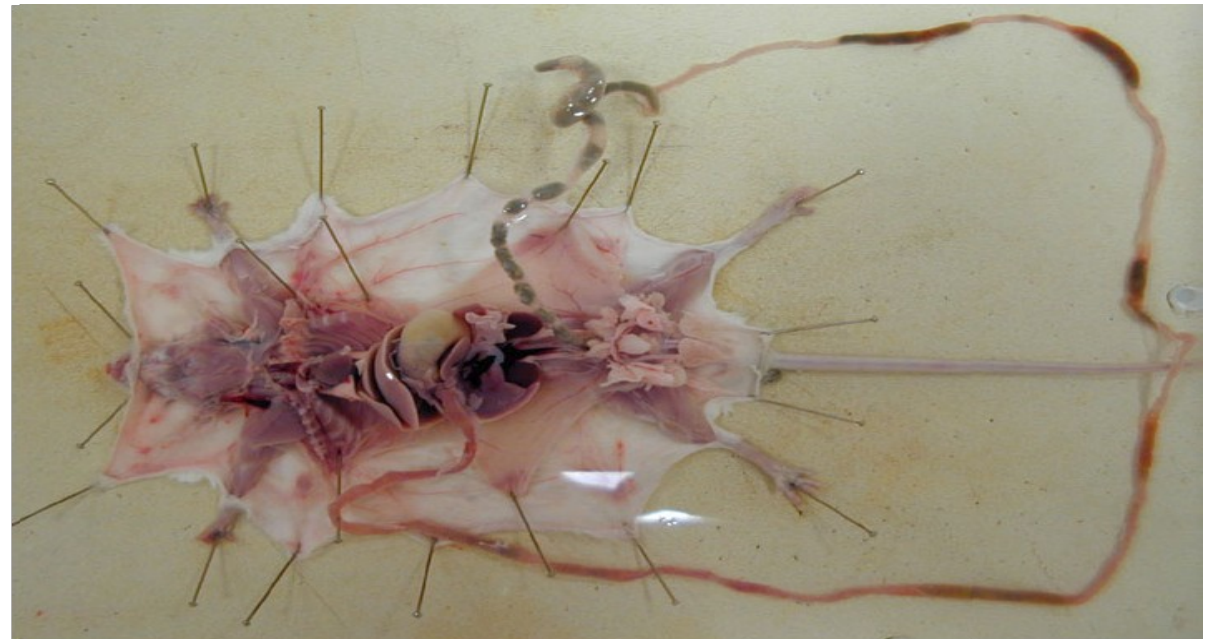
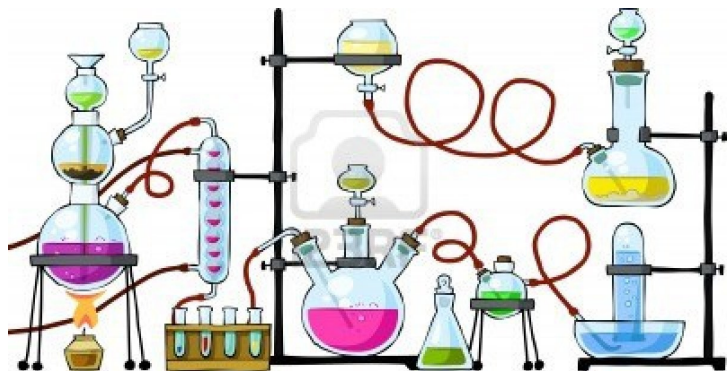
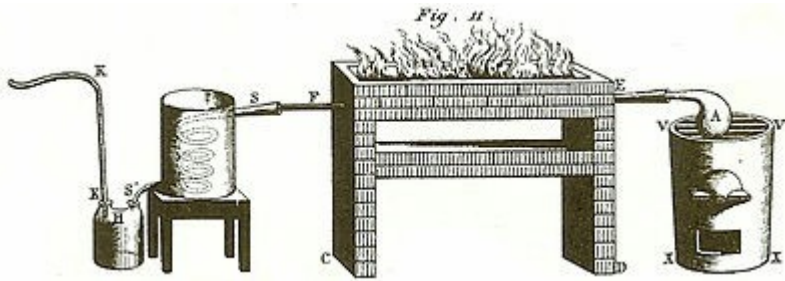
André Orléan, L'empire de la valeur, 2011

# Le tout et les parties, *concepts*

- D'où vient ce niveau spécifique, 'irréductible' au niveau inférieur ? un peu magique ? « Atomes sociaux » isolés ?
- Conceptuellement : on pourrait dire que « la vie », manière simplifiée de voir : parties + **leurs interactions**
- **Georg Simmel, 1898** : « The relations of human beings to each other are **so complex...** it is a **methodological device** to speak of the essence of the state, of institutions, etc., as if each of these were a **unified entity...** as a something that has an **independent existence...** Like our treatment of the "**life processes**" as though they were a proper entity, although we assume that they are merely the complex of the endlessly complicated mechanical reciprocities of the minutest parts of the organic body

# Le tout et les parties, en pratique

Pratique concrète laboratoires : si on prend être vivant et le broie dans acides, électrolyse, etc. pour le réduire à atomes... on le tue ! Surprenant ?



# Pierre Sonigo, l'organisme comme un « tout » ?

- Exemple paradigmatique du « tout » organisé (Durkheim, unité de la société comme de l'organisme vivant) : chaque humain perçoit l'évidence de son individualité et de son autonomie
- Peut-on concevoir une biologie du continu (ondes en physique) où l'individu se dissout dans des phénomènes périodiques interconnectés ?
- La '**biologie continue**' apporte des angles nouveaux aux questions les plus délicates de la biologie :
  - qu'est-ce qu'un cancer?
  - quelle est l'origine de la reproduction sexuée?
  - comment fonctionne le système immunitaire?

# André Orléan, l'empire de la valeur

- **Projet politico-scientifique** : ramener l'économie dans le giron des sciences sociales. Objectiver la valeur (économique) autrement que par l'individualisme méthodologique
- Monnaie = « tout », **institution** qui donne réalité à la notion de valeur économique : « penser la monnaie, c'est penser un engagement de la société en tant que totalité. »
- Monnaie = institution puissante >> individus (payer avec autre chose que € ?). **Comment expliquer cette puissance ?**

# André Orléan, l'empire de la valeur

Pour contrer individualisme méthodologique économistes, appel à l'autre extrême. Valeur = « fait social » objectif à *la Durkheim*

« Introduire **la réalité collective** est une grande innovation car les économistes ne reconnaissent que l'action des volontés privées » (p 199)

« le groupe social est porteur d'une vie psychique **d'un genre particulier** qu'on ne retrouve pas chez les individus isolés » (p 199)

« le fait social se reconnaît au **pouvoir de coercition externe** qu'il exerce sur les individus » (p 201)

**But politique scientifique** : opposition à la psychologie individuelle (Durkheim, *nouvelle science*) ou à l'individualisme méthodologique, pour asseoir la légitimité d'une approche **unifiée** de la valeur (Orléan)

**Explication (ou répétition ?) de la puissance de l'institution ?**



# Transcendance/immanence des faits sociaux

A Orléan & F Lordon, Spinoza et les sciences sociales

Les circulations de la potentia multitudinis permettent de penser le **pouvoir surplombant** des compositions collectives comme le produit de processus **pourtant intégralement immanents**...

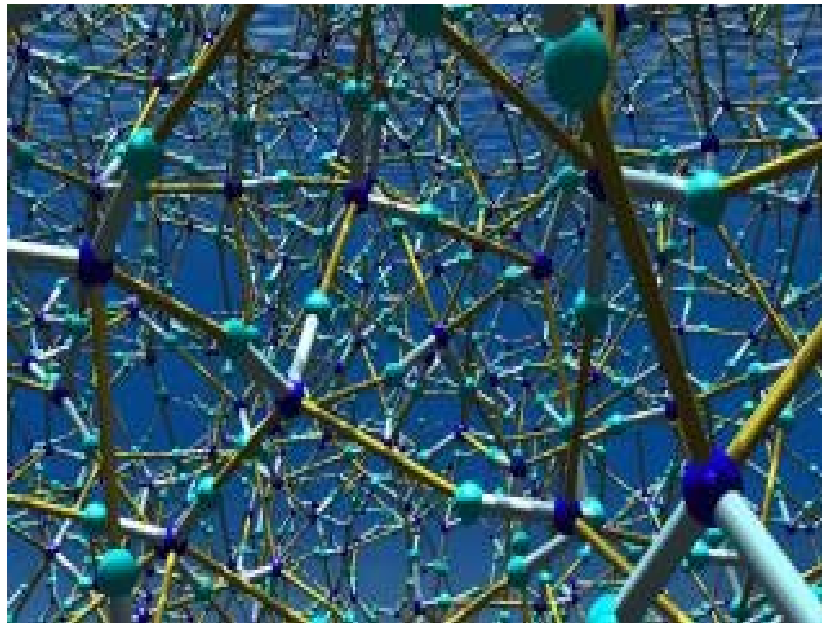
Le mécanisme producteur est l'imitation interindividuelle des affects qui **devient transcendant** quand les sociétés sont des réunions d'hommes **nombreux**. Ce détail anodin est en fait décisif, car il implique que par le jeu de la contagion de proche en proche, la dynamique de l'émulation des affects peut se propager bien au-delà du rayon d'action et d'interaction de chaque agent et lui revenir avec une force accrue qui lui semble **étrangère** puisqu'elle s'est accumulée hors de sa vue (*comme une vague formée au large*).

**Tout >> parties, si parties nombreuses**

**Possible de simuler ce mécanisme 'quantitatif', comme physiciens simulent molécules et matériaux ? Micro/macro en physique**

# Explications atomiques en physique

- Expliquer les propriétés des matériaux (macro) par atomes (micro) + loi Newton,  $F = m \gamma$
- Exemple : atomes/molécules, caractéristiques inchangées, ainsi transformation réduite à changement de *configuration*



**Physique : expliquer par  
'entités stables' + lois Nature  
adaptées au phénomène à décrire**

**Pour transformation eau → glace :**  
H<sub>2</sub>O + Newton

**Pour transformation graphite → diamant :**  
(électrons, noyaux) + Mécanique quantique

$$\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\psi(x)}{dx^2} + (E - V(x))\psi(x) = 0$$

**Antoine Georges : De l'atome au matériau.  
Les phénomènes quantiques collectifs**

# Analogies micro macro, sociologie/physique

**(1) Agrégation** : du micro vers macro, individu vers société comme atome vers matière : Durkheim, économie/socio-physique

- Propriétés société (normes, classes...) « émergent » des interactions entre individus, comme viscosité émerge des interactions entre atomes.

- Travaux socio-physiciens : trouver **macro stable** ~ **structures**, lois universelles ?

**Historiquement, régularités 'statistiques' 19<sup>ème</sup>**: élite des physiciens et mathématiciens (Laplace, Poisson...)

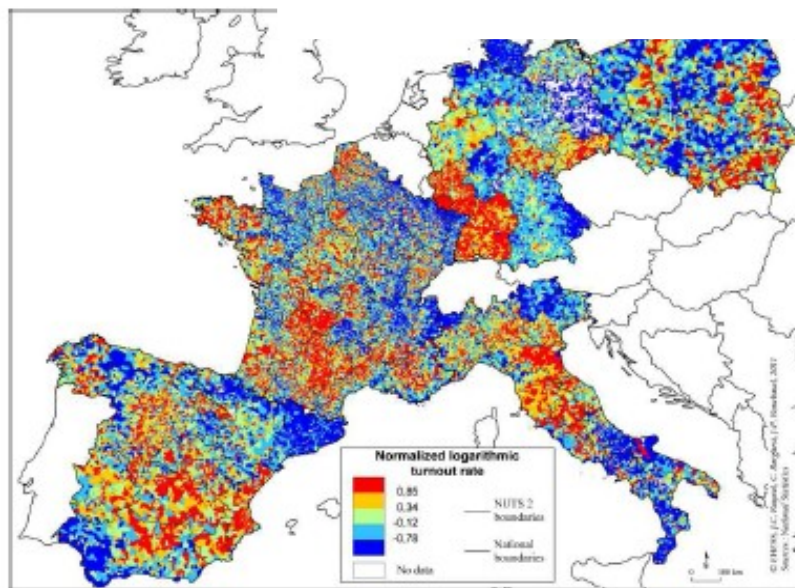
→ taux suicides, crimes : stables

→ fondement de la sociologie Durkheim (et inspiration pour la physique 'statistique')

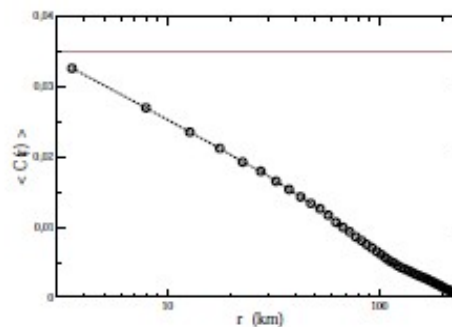
# Macro = champ culturel autonome ?

Crises and collective socio-economic phenomena: cartoon models and challenges

Jean-Philippe Bouchaud



$$\frac{\partial \psi(\vec{r}, t)}{\partial t} = D \nabla^2 \psi(\vec{r}, t) + \eta(\vec{r}, t),$$



« la proportion moyenne de votants présente des corrélations logarithmiques dans l'espace et à longue portée dans le temps. Ceci suggère l'existence d'un 'champ culturel' qui **garde la mémoire indépendamment de la présence d'individus particuliers...** Pertinent pour d'autres phénomènes sociaux ? »

# Analogies micro macro, sociologie/physique

## Problèmes du macro par agrégation :

- Pour socio-physique : simplifie deux extrémités sociales pour faire 'émerger' macro du micro (pas d'atomes sociaux, macro identique)
- Pour sociologie :
  - simplifications macro (à la Simmel) **légitimes** ? Rivière avec viscosité ok, mais 'classe sociale' ? OK quand seulement données agrégées disponibles, plus aujourd'hui !  
**Danger** : relations stat macro à la Durkheim, 'erreur écologique'
  - macro pas '**irréductible**' au micro pour physiciens
  - caractère **coercitif** supposé du fait social « macro » (classe sociale, habitus...), pas chez les physiciens.
- **Explications légitimes, point d'appui stable ?**  
En socio, point d'appui stable pour expliquer = macro, alors qu'en physique, stable = micro...

# Analogies micro macro, sociologie/physique

(2) Macro : structure/contrainte, local/global : 'lois de la Nature'

« L'évolution d'un système macroscopique est **régie** par des lois microscopiques... et **respecte** ainsi certaines lois de conservation comme la conservation de l'énergie »

*(B Diu & coll, physique statistique)*

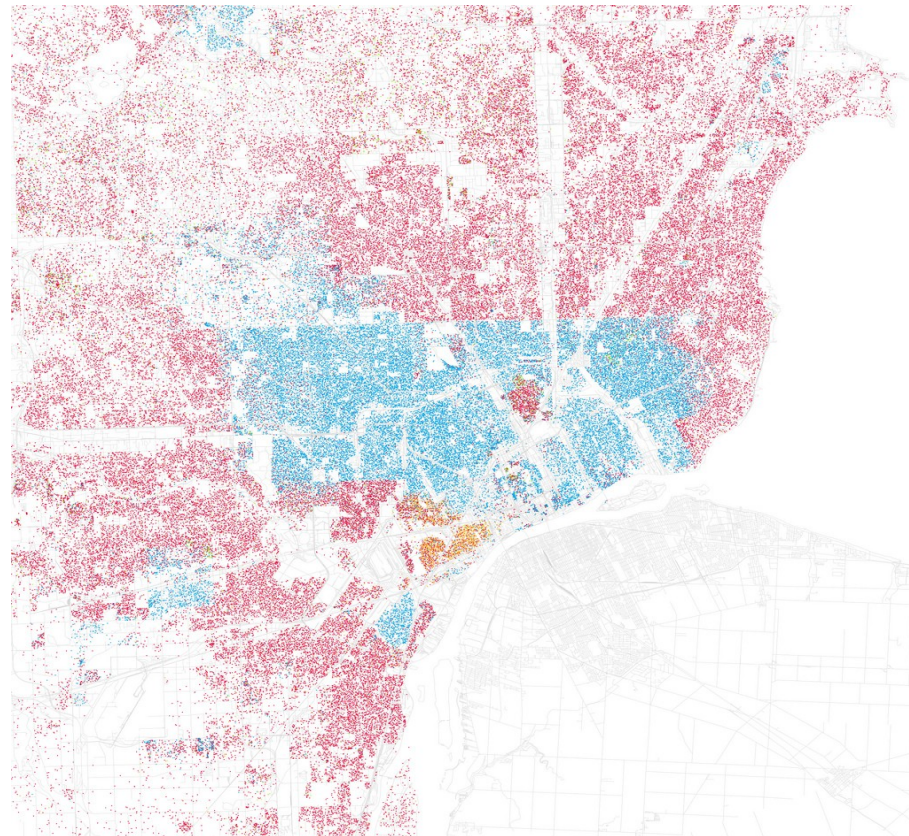
« The stability of bulk matter... is a peculiar **consequence of** quantum mechanics and the fermionic nature of electrons »

*(M Krieger)*

Expliquer en physique par le couple

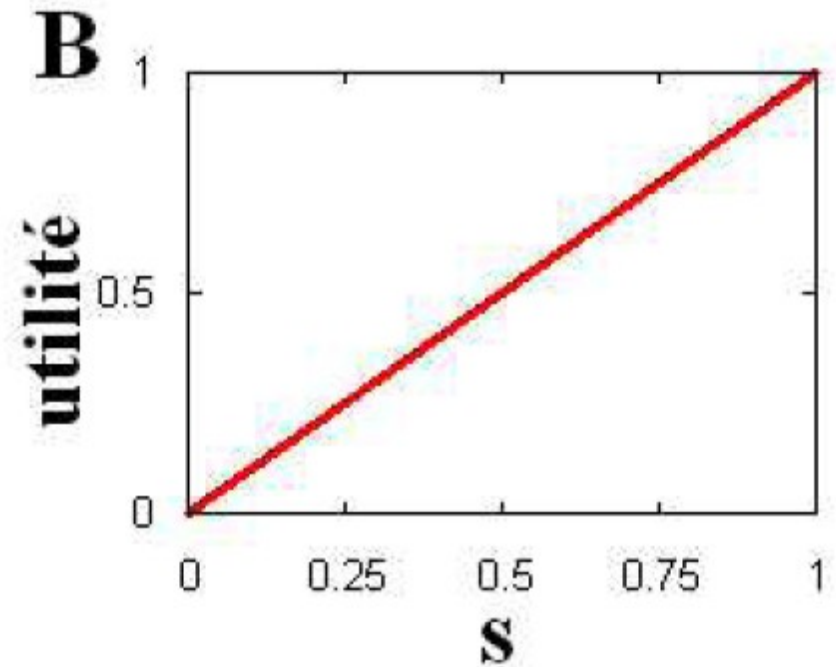
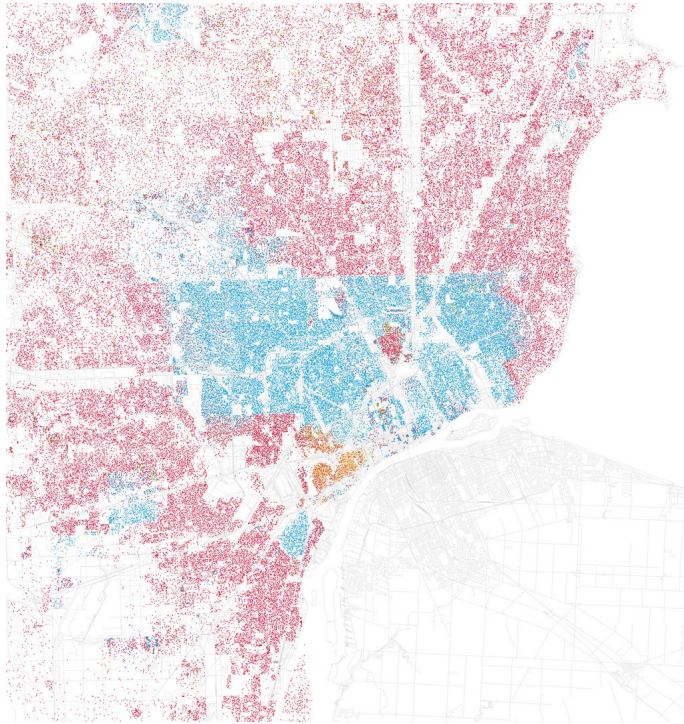
'configuration **locale** d'entités obéissantes' + 'lois **globales**' ?

# Macro plus petit que parties ? Exemple ségrégation raciale



**Detroit : non-Hispanic white is red, black is blue, Hispanic is orange and Asian is green (toutes les couleurs !)**

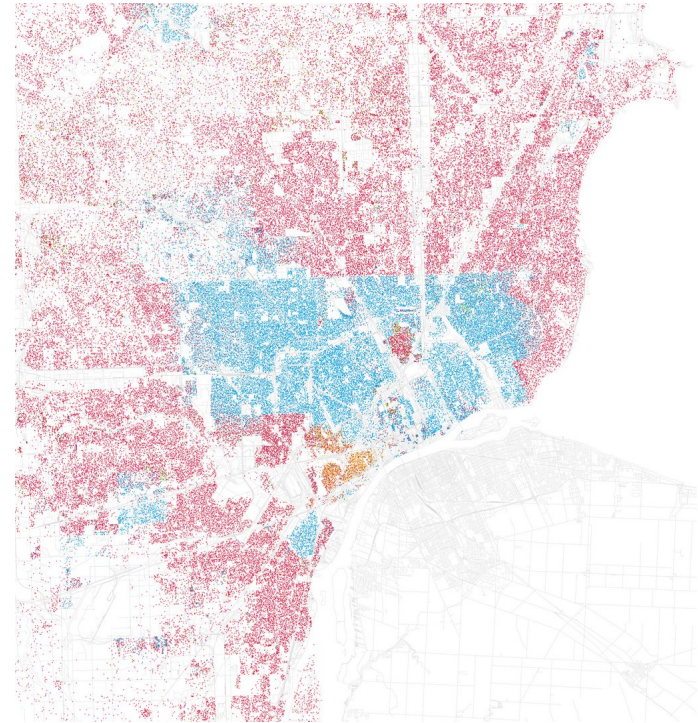
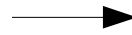
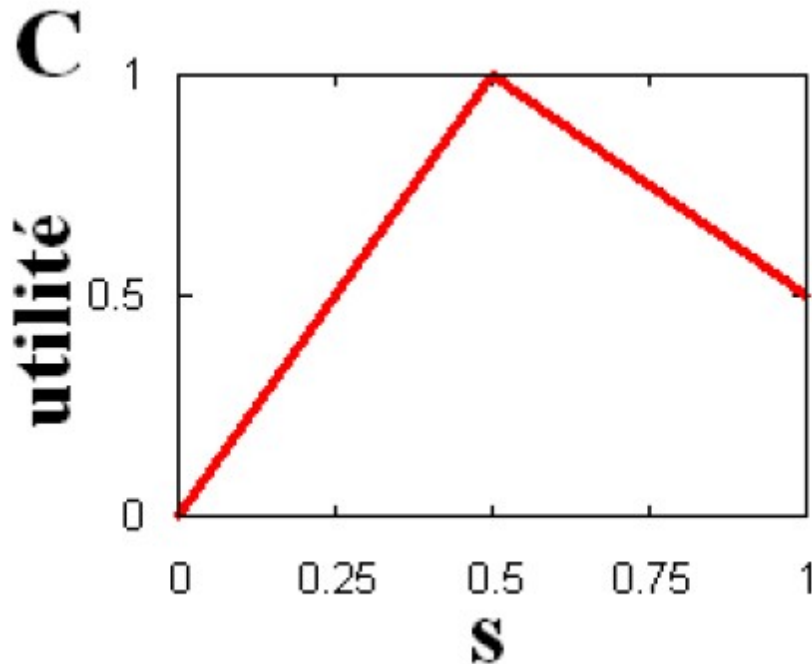




**Micro ↔ macro, sociologie à la Durkheim (caricature) :**

1. Régularité statistique (ségrégation **macro**, stable)

2. Explication : norme intériorisée par individus (**macro** → **micro**),  
préférence (inconsciente ?) vers ségrégation

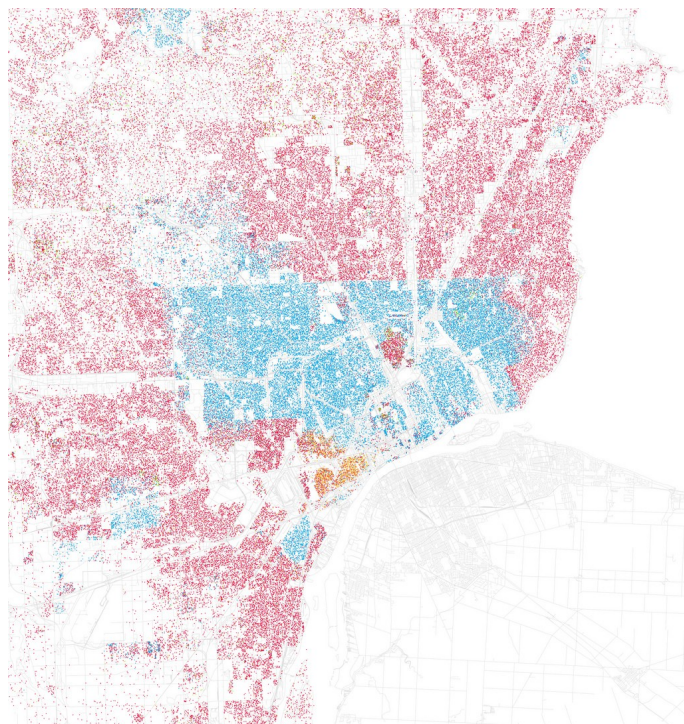


### **Micro/macro en économie/socio-physique :**

Chaque 'atome social' va maximiser son utilité *individuelle* (d'où vient-elle?)

Préférence individuelle pour mixité mène à... ségrégation !  
(Schelling, Grauwil et al 2009) *Macro* → *micro* : attention !

Physique : maximiser (énergie) *globale*

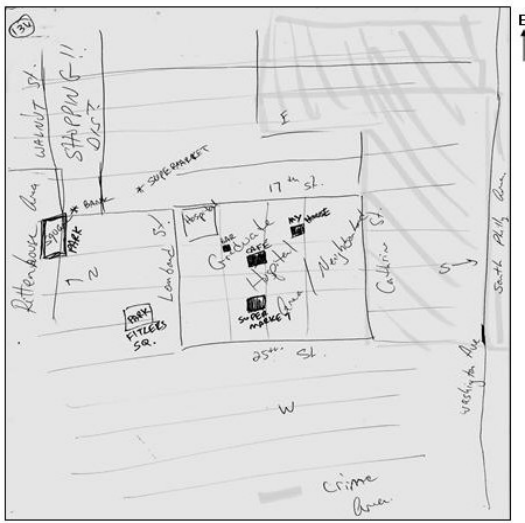


**Macro** (ville, quartier) est complexe et grand, fait d'interconnexions entre parties homogènes (**micro**, simples)

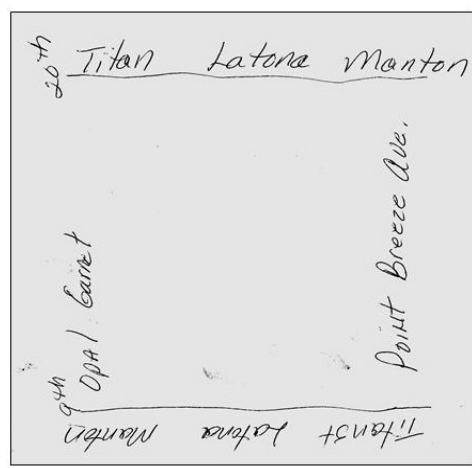
Vision alternative : macro est plus petit que les parties.

**Bruno Latour, Dominique Boullier** : alternative Tardienne

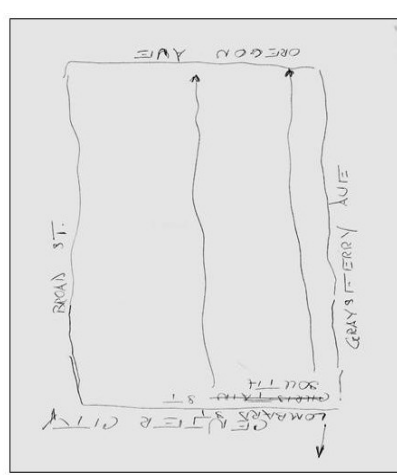
Macro comme cohérence **partielle et construite**



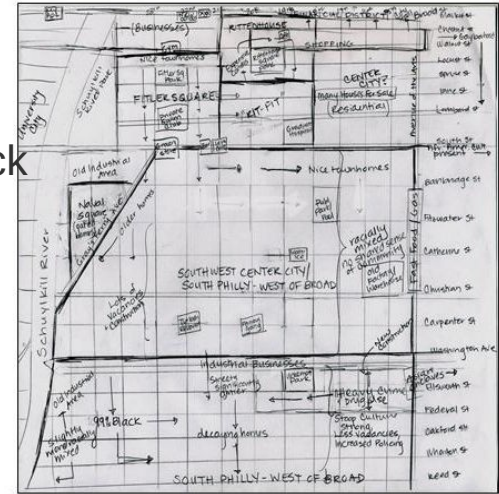
Melissa, 30-year-old  
White female



Alan, 62-year-old  
retired Black



Denise, 37-year-old Black



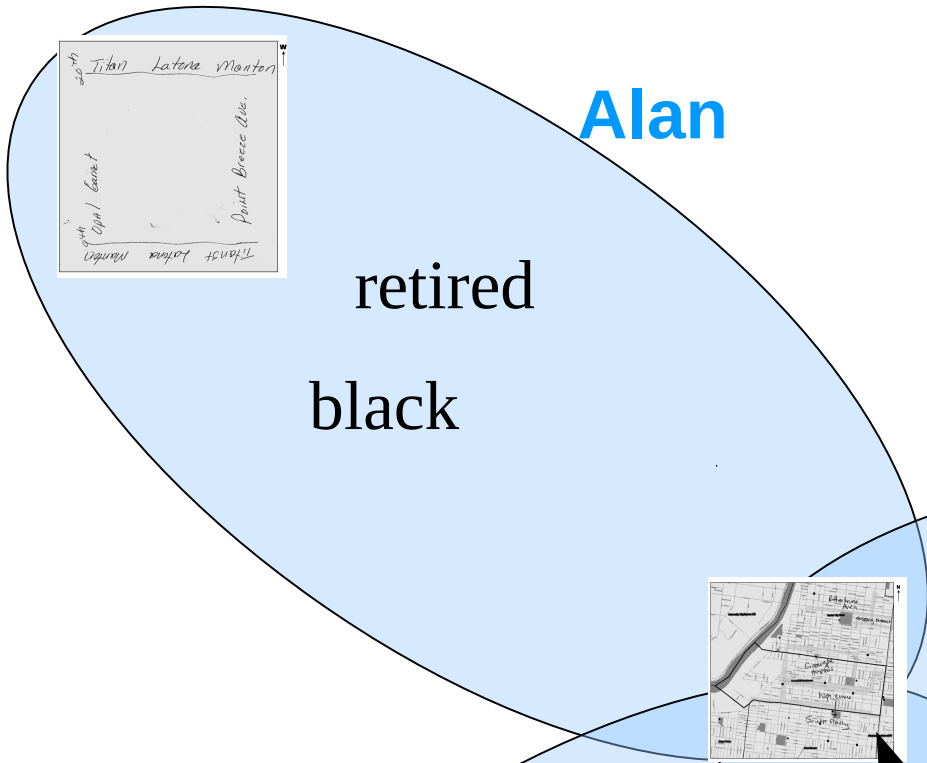
My personal map

Translation of Melissa's map onto  
**standard map** provided by  
Philadelphia NIS (Macro)



From J Hwang  
Sociology Department  
Stanford University

**Exemple : chaque habitant a sa propre vision de 'son' quartier (et de 'sa' ségrégation) : cohérence macro ?**



Alan

retired

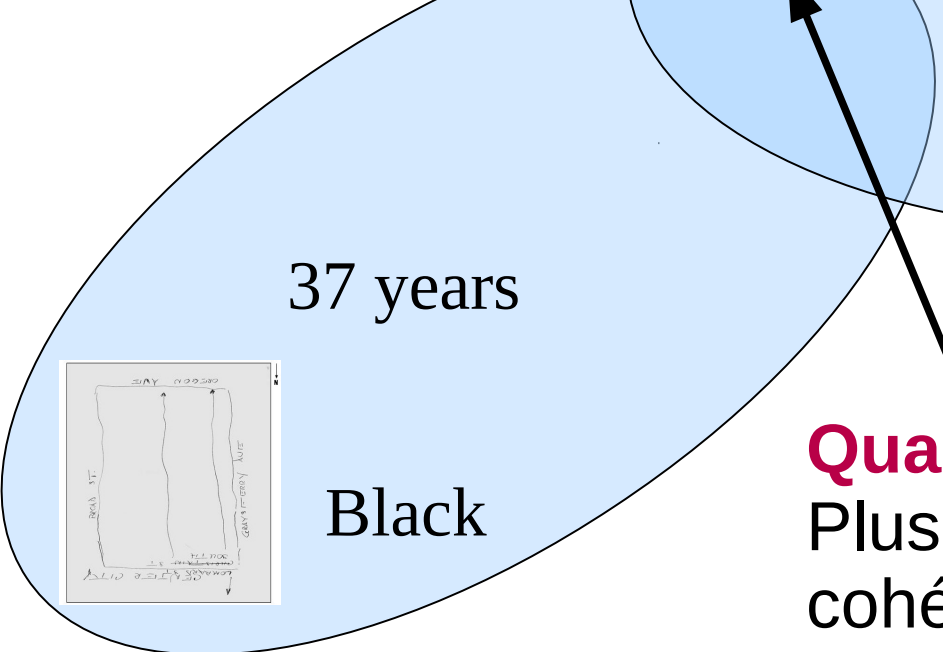
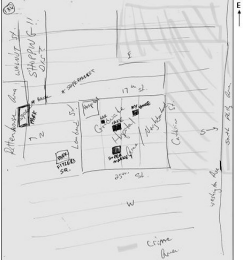
black

Melissa

30 years

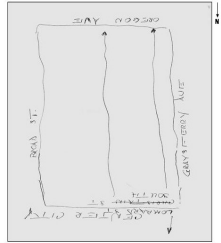
White

female



37 years

Black



Denise

**Quartier = Tout = carte standard**  
 Plus petit que parties, intersection,  
 cohérence partielle, construite :  
**d'où vient stabilité, puissance ?**

# Macro/global, petit en physique ?

Comment la loi de conservation de l'énergie se fait-elle « respecter »? Pourquoi électrons « obéissent » à équation de Schrödinger?

Lois de la Nature 'régissent' ~ Dieu ?

Vision laïque :

- lois = global petit, intersection de nombreuses expériences de laboratoire

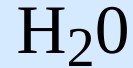
- lois = ne mènent pas le monde en coulisse, manière commode (et puissante!) de **représenter** le monde, qui est avant tout **action**, reproduction, surprise possible

« Lois de la Nature » ou « Capitalisme » macro/global, toujours à **localiser, prix à payer** pour se connecter au global (laboratoire/ordinateur, Newton : spécifier force  $F=kx$ , TIP4P pour eau...)



## Expé 1 eau/glace

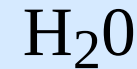
$$T = 0^{\circ}\text{C}$$



$$F = \text{TIP4P}$$

$$F = m\gamma$$

## Expé 2 Eau/vapeur



$$F = \text{LJ612}$$

$$T = 100^{\circ}\text{C}$$

Friction ?

Billet

vent

## Expé 4 Chute billet

$$H \Psi = E \Psi$$

(DFT)

T, P fortes

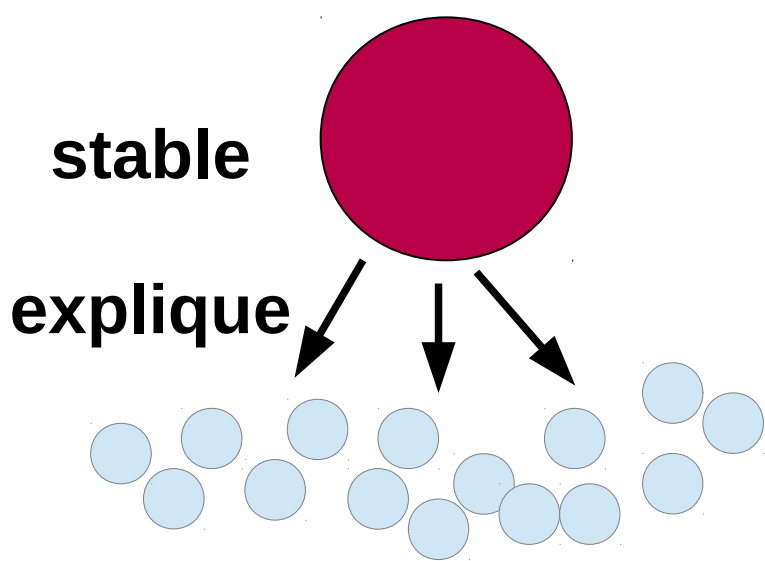
e-, noyaux

## Expé 3 = graphite/diamant

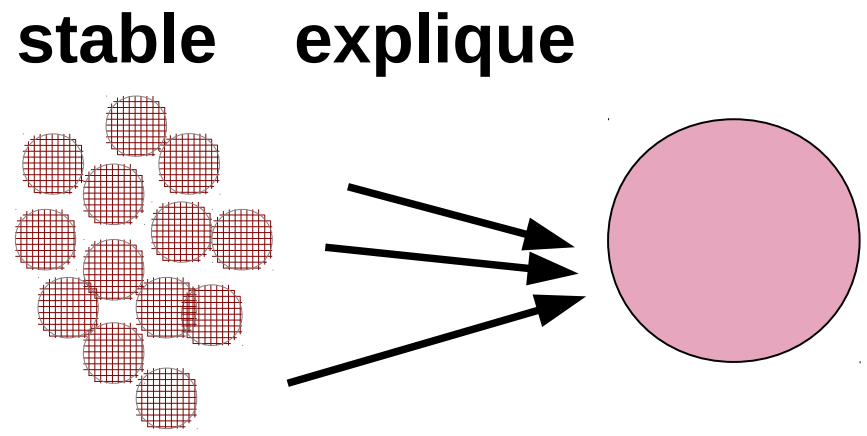
**TOUT** : loi Newton

Intersection, cohérence partielle

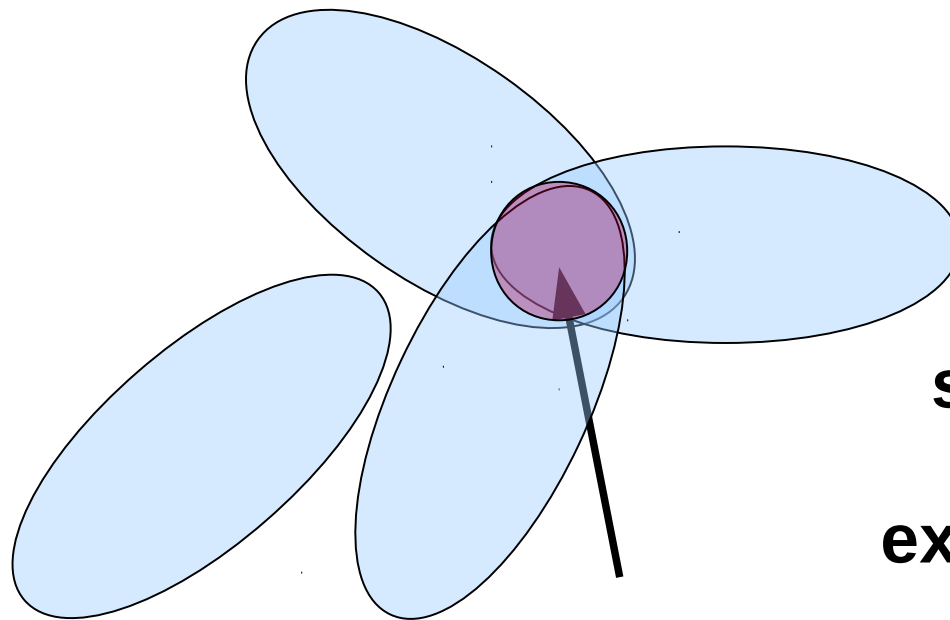
Plus petit que parties (expé)



**Tout**, au-dessus des parties  
 Fait social coercitif, Durkheim



**Tout**, simplification des parties  
 + interactions : éco, physique

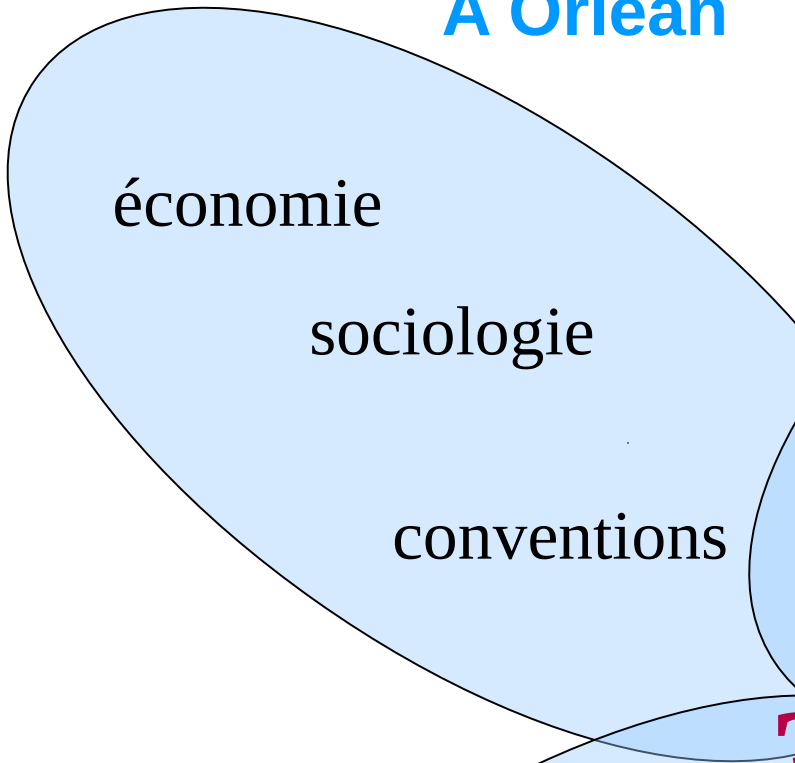


stabilité ?  
 explication ?

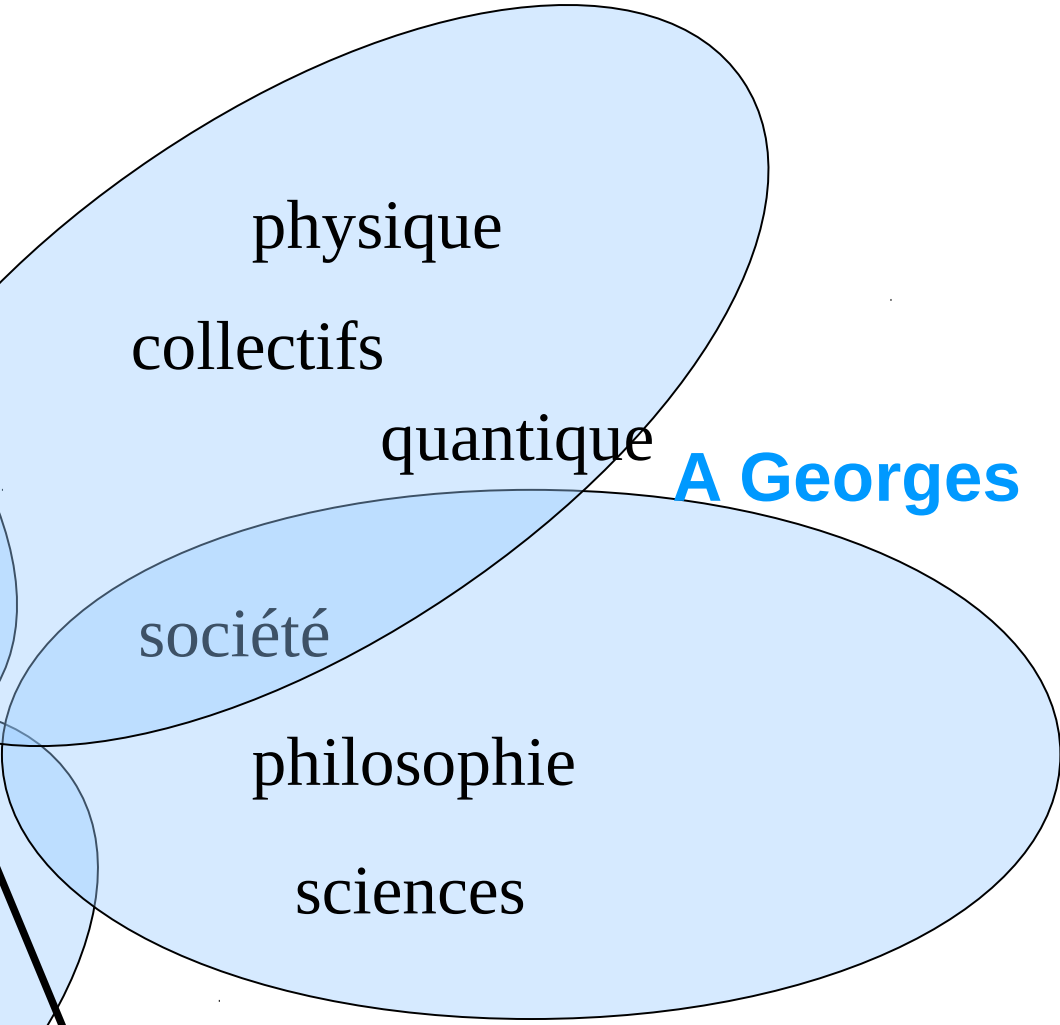
**Tout**, plus petit que parties, Tarde



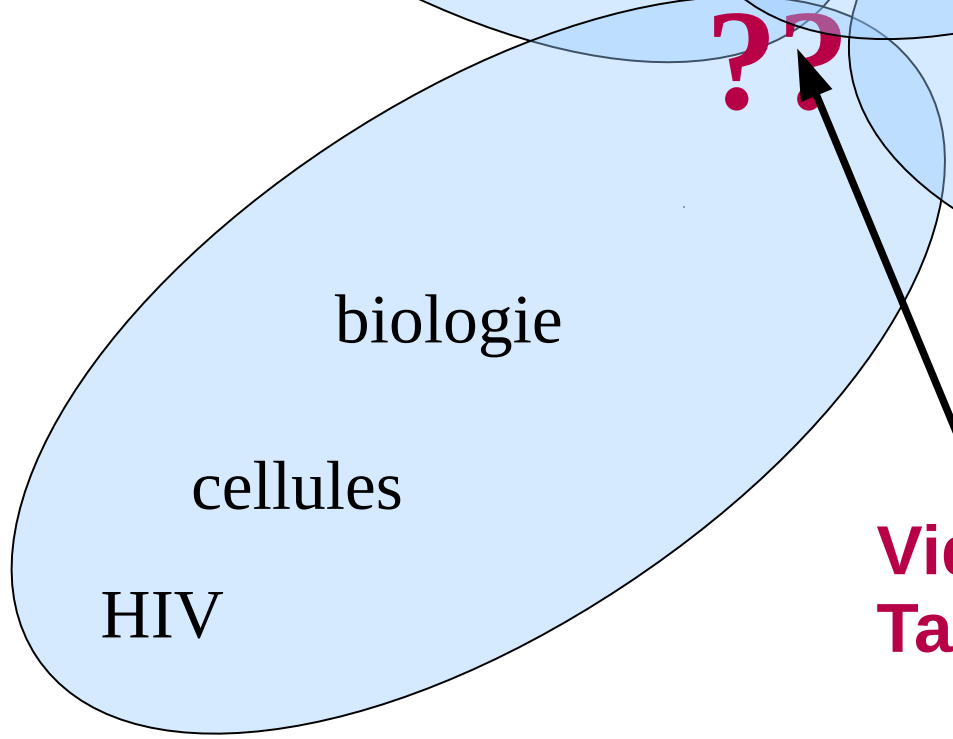
**A Orléan**



**A Georges**



**B Latour**



??

**Vide ?  
Tarde ?**



**P Sonigo**

# Au menu...

- **10h30 – André Orléan (PSE) « La valeur économique comme fait social, irréductible aux individus »**
- **11h30 – Bruno Latour (Sciences Po) « Vision Tardienne du “tout”, plus petit que les parties »**
- **12h30 – 14h Pause déjeuner**
- **14h – Antoine Georges (collège de France), « émergence de propriétés collectives dans la matière »**
- **15h – Pierre Sonigo (INSERM) « L’organisme et les cellules : les métaphores de la machine et de la forêt »**
- **16h Pause café, gâteau d'anniversaire !**
- **16h30 – Jean-Philippe Bouchaud (Polytechnique) « Effets collectifs en physique et dans les systèmes sociaux »**
- **17h30 – Dominique Boullier, « Puissance de circulation des attributs d’une photo sur Flickr »**



# Intérêt couple micro - macro ?

- Physique micro : atomes plus stables que matériaux, mais macro pas irréductible au micro par principe
- économie : individu méthodologique, micro, 'atomes sociaux' seul niveau action légitime, n'explique pas grand-chose concrètement
- Simplification car micro trop compliqué (Simmel) : *mais bonne simplification ? Viscosité, oui ! Socio ?*
- Sociologie : macro, stabilité, régularité statistique pour expliquer
  - Intérêt *explicatif* pas évident, émergence niveau macro irréductible mystérieuse
  - macro = phénomène irréductible au niveau micro : *problème de légitimation scientifique (Orléan/Durkheim) ?*
- Se passer du couple micro/macro en sociologie :  
Bruno Latour, Dominique Boullier : 'troisième voie' Tardienne

# Ajustements avec variables macro

(tiré de D Courgeau, groupe/individu)

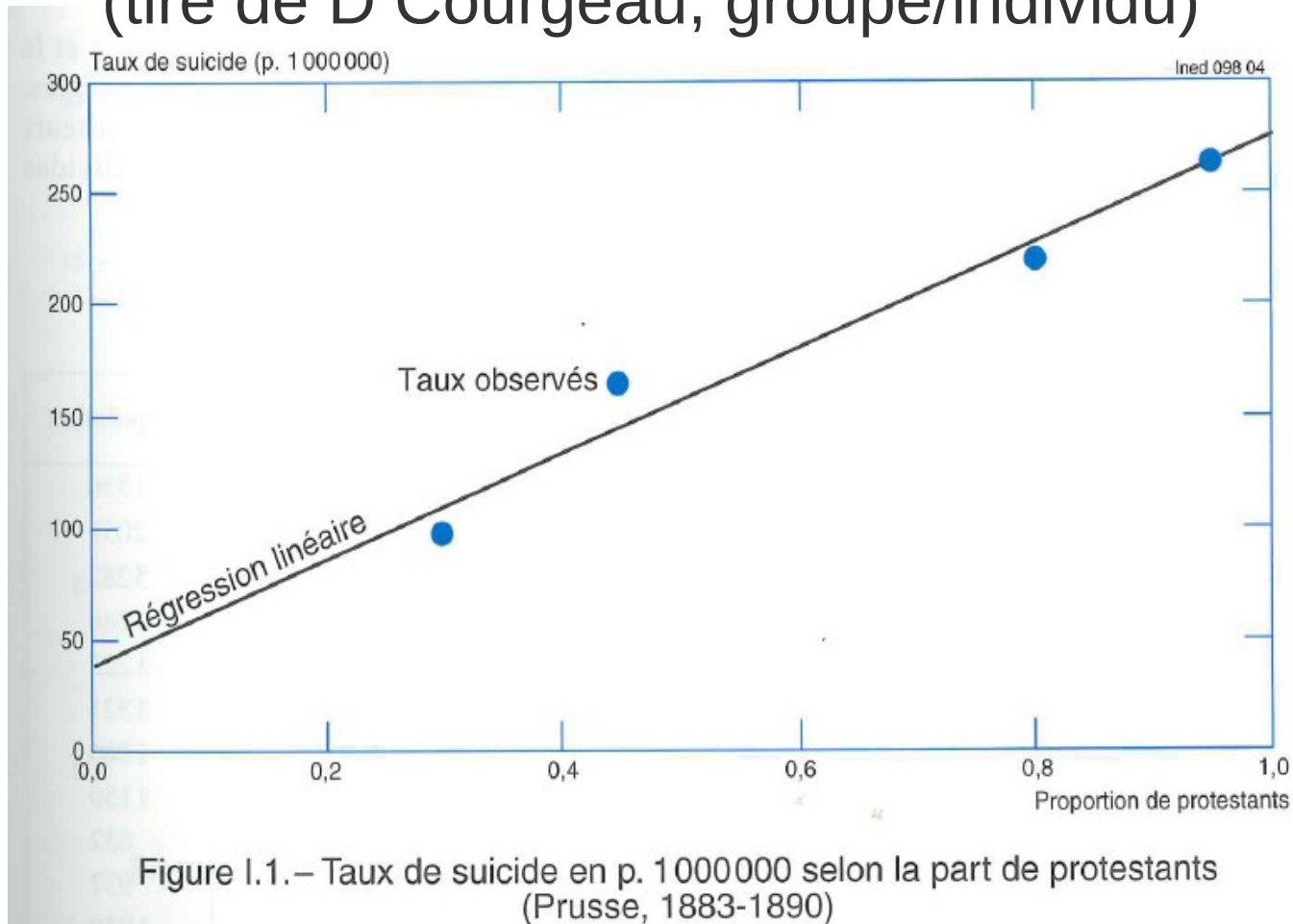


Figure I.1. – Taux de suicide en p. 1000000 selon la part de protestants (Prusse, 1883-1890)

$$y_j = a + b x_j + e_j \quad (1)$$

où  $y_j$  taux suicide région  $j$ ,  $x_j$  % protestants région  $j$  (**macro**),  $b$  interprété comme tendance au suicide des **individus (micro)** protestants

# Exemple avec migration agriculteurs

$$y_j = a + b x_j + e_j \quad (1)$$

où  $y_j$  taux migration région  $j$ ,  $x_j$  % agriculteurs région  $j$ ,  $b$  interprété comme propension à la migration des **individus (micro)**

- Or, un modèle plausible **individuel** serait :

$$y_{ij} = b_0 + b_1 x_{ij} + b_2 x_j + e_{ij} \quad (2)$$

où  $x_{ij} = 1$  si personne  $i$  dans région  $j$  est agriculteur,  $y_{ij}$  si elle a migré, et  $x_j$  est une variable **macro** contextuelle, pourcentage d'agriculteurs, influençant éventuellement la migration dans la région  $j$

- Si on agrège (2) par région, on trouve

$$y_j = b_0 + b_1 x_j + b_2 x_j + e_j = b_0 + (b_1 + b_2) x_j + e_j \quad (3)$$

- Coefficient  $b = b_1 + b_2$  de l'ajustement mélange micro et macro !
- **Interprétation** : migration augmente avec %agri car moins d'emplois industriels, MAIS ce ne sont pas les agriculteurs qui migrent. Importance de travailler avec **données individuelles**.

# André Orléan, l'empire de la valeur

Appel à l'autre extrême : valeur = « fait social » objectif à *la Durkheim*

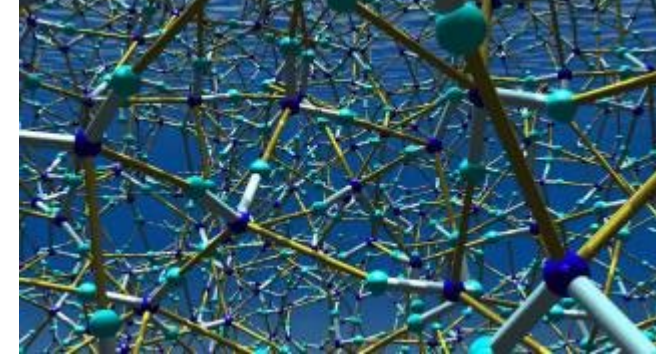
« Introduire la réalité collective est une grande innovation car les économistes ne reconnaissent que l'action des volontés privées » (p 199)

« le groupe social est porteur d'une vie psychique **d'un genre particulier** qu'on ne retrouve pas chez les individus isolés » (p 199)

« le fait social se reconnaît au **pouvoir de coercition externe** qu'il exerce sur les individus » (p 201)

**But politique scientifique** : opposition à la psychologie individuelle (Durkheim) ou à l'individualisme méthodologique, pour asseoir la légitimité d'une approche unifiée de la valeur (Orléan)

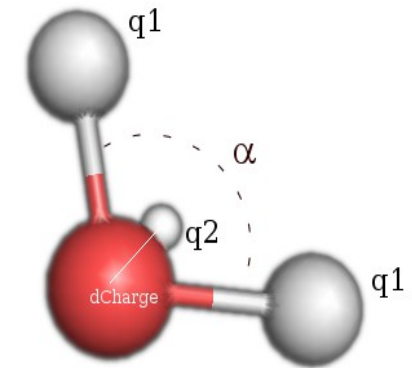
**Bruno Latour : 'troisième voie' Tardienne entre individualisme méthodologique et fait social sui generis ?**



# Eau-glace : limites

512 molécules, pas d'impuretés, forces bricolées...

$$E^{ab} = k_C \sum_i^{\text{in a}} \sum_j^{\text{in b}} \left( \frac{q_i q_j}{r_{ij}} \right) + \frac{tipA}{r_{OO}^{12}} - \frac{tipC}{r_{OO}^6}$$



Parameter	Tip3p[13]	Tip4p[13]	Tip4p/2005[19]
Distance H-O (Å)	0.9572	0.9572	0.9572
Distance O-charge(Å)	0.0	0.15	0.1546
Angle (deg)	104.52	104.52	104.52
Charge H	0.417	0.52	0.5564
$TipA$ (Å <sup>12</sup> kcal/mol)	$582 \times 10^3$	$600 \times 10^3$	$731.6 \times 10^3$
$TipC$ (Å <sup>6</sup> kcal/mol)	595	610	736.2
$k_C$ (Å kcal/mol)	332.064	332.064	332.064



*Vision performative du monde, atomes isolés dans labos, ne pré-existent pas? Atomes utiles car gap fort sur les excitations, donc configuration unique, alors que molécule isomères ou configurations? Pureté? Isolabilité? Identité? Stabilité? Cela permet de faire en sorte que les "structures globales" (à la Durkheim) soient coercitives réellement?*

*Bon point de départ pour socio : interactions jamais locales, global toujours à localiser pour pouvoir affecter concrètement actions. Pareil pour "lois physiques"? Comment "conservation de l'énergie" exerce-t-elle son action? Pourquoi électrons obéissent à équation de Schrödinger? En gros, lors d'expé au labo et situations standard, on peut l'admettre pour se simplifier la vie, mais toujours possibilité de surprise, juste un raccourci, une manière commode de REPRESENTER le monde qui est avant tout action (Pickering). Pour montrer que tel modèle atomique "explique" quelque chose, il faut en payer le prix, le démontrer dans le laboratoire/ordinateur.*

# Logique, intérêt couple micro - macro

- Quel point d'appui stable, régulier, « fondamental », pour asseoir explications, quelles causalités légitimes ?

Sociologie Quételet, Durkheim : **macro** : expliquer cohérence société moderne, sans transcendance Divine/Royale, grâce à régularités statistiques observées, supposées intériorisées par individus, normes=ciment de la société

« les habitudes collectives existent d'une manière permanente, elles ne changent pas avec les diverses applications qui en sont faites, elles constituent un objet fixe, un étalon [objectif] constant à la portée de l'observateur »

Physique : **micro** : expliquer les propriétés diverses de la matière (observées, macro) en les ramenant à des phénomènes plus stables, plus généraux (atomes micro, lois de la Nature ??)

Individualisme méthodologique (économie, sociologie) **micro** : expliquer émergence macro complexe grâce à individus rationnels, « atomes sociaux », inspiré de physique

# Société - individu

Simulating macro as emerging from the interactions among micro works because the properties of micro-agents, the rules of interaction and the nature of macro-structures are conveniently *simplified* to fit each with other

But why simulate the link between *artificial extremes*, when we can deploy the imbroglios of heterogeneous entities and map their roles **empirically**?

Micro-macro distinction

not relevant for social?

"Interactions" not local

in space nor time

- En quoi une « régularité statistique » (suicides, héritage social scolaire...) implique un « fait social coercitif » ?
- Thévenot : phrase mystérieuse au début : « l'agrégat statistique permet d'enregistrer les régularités **dont procède** la consistance des collectifs...  
Conçue comme une règle collective intériorisée produisant des conduites stables et alignées, la norme sociale (Durkheim) transpose alors le modèle nomothétique dans une théorie de l'action. »

# Atomes :

## approche *configurationnelle* des transformations de la matière

- Neige et eau : atomes comme substance, substrat inchangé au cours du changement
  - Seule leur configuration varie au cours de la fusion
  - Atomes = caractéristiques intrinsèques demeurent inchangées et permettent d'asseoir une *explication*
  - Transformation réduite à changement de configuration
  - « *Rien ne se créé, rien ne se perd, tout se transforme* »  
(*superficiellement?*)
- [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_detailpage&list=PL66AB1A01A5FF7B7C&v=gmjLXrMaFTg](http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&list=PL66AB1A01A5FF7B7C&v=gmjLXrMaFTg)



Hobbes,  
Léviathan

# Atomes et transformations sociales

- Configurations de quels « atomes sociaux » ?
- Individualisme méthodologique ?
- Humains = « êtres dont l'être est de ne pas être » (Beauvoir)

# Micro - macro

- **Sociologie :**
- Il ne faut pas imaginer que chaque individu est originellement doté de sa puissance propre, qu'il mettrait ensuite au service d'institutions communes. Au contraire, c'est de la puissance commune que chaque individu tire sa puissance individuelle – c'est grâce à une langue forcément commune qu'on peut réfléchir.
  - (*Y Citton, Mythocraties, éd. Amsterdam, 2010*)



# Latour, Changer de société, 2007

- Qui agit? Intuition origina(el)le de la sociologie! Action n'est jamais transparente, totalement consciente, individuelle.
- Exemples :
  - Me marie avec personne 'très spéciale'... dont CSP est statistiquement prévisible! Amoureux ou victime d'un habitus?
  - Un criminel dit "j'avais de mauvais parents", une soprano "c'est ma voix qui me dit quand commencer et quand m'arrêter", un marionnettiste "elles m'apprennent à bien jouer"...
- Aucune "interaction" n'est purement
  - Isolée (lieu socialement déterminé : salle, parlement...)
  - locale (rassemble matériaux plusieurs sites)
  - synchrone (temps antérieurs, langage)
- Relations "sociales" durables car portées également par objets, institutions : sinon société de babouins, limitées et coûteuses (en temps) à entretenir!

# Atomes et transformations sociales

**Atomes sociaux ?** Problème aussi politique

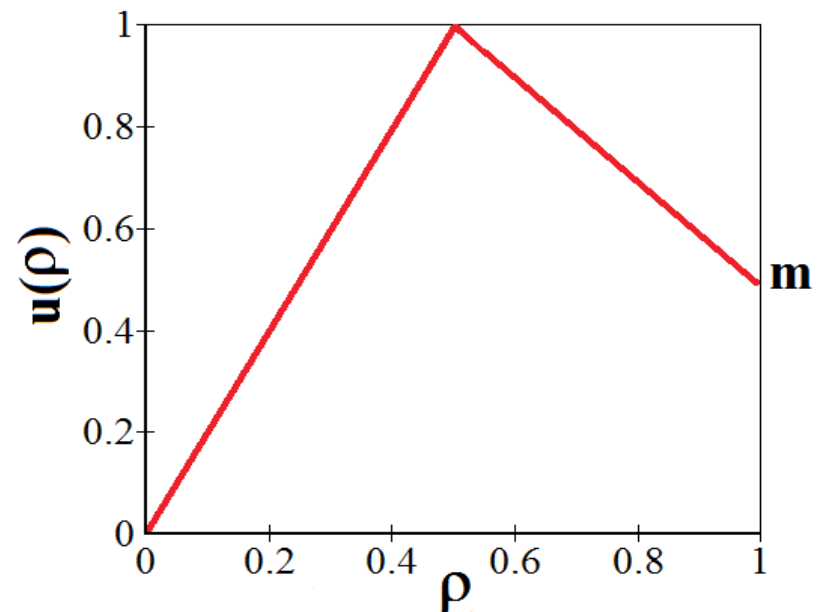
- Lois *physiques* pour atomes pertinentes pour matière simplifiée, artificielle, construite en laboratoire
- Lois des **atomes sociaux** : modèle des lois économiques, environnement construit, société *économisée* (monétarisation...)

# Micro - macro

- **Atomisme** : réalité ultime faite d'entités possédant des qualités indépendantes de leur relation aux autres entités.
- Approximation fructueuse pour la matière
- **Organicisme** : les caractéristiques essentielles des entités sont le résultat de leurs relations avec d'autres entités. Comment modéliser alors ?
- Partir d'individus complexes qui se simplifient en se connectant? : "**Le tout est plus petit que ses parties**" collaboration avec médialab, Bruno Latour (Sciences Po, Paris)
- D'où viennent les utilités individuelles? Modèle de co-évolution micro-macro, états doublement stationnaires?

# Société - individu

- Itération - 1 : déménager suivant sa fonction utilité actuelle
- Itération - 2 : modifier sa fonction d'utilité selon le voisinage
- État doublement stationnaire (micro et macro) ?  
Compatibilité des deux ?
- Outils de physique stat ?





# Atomes et agents économiques



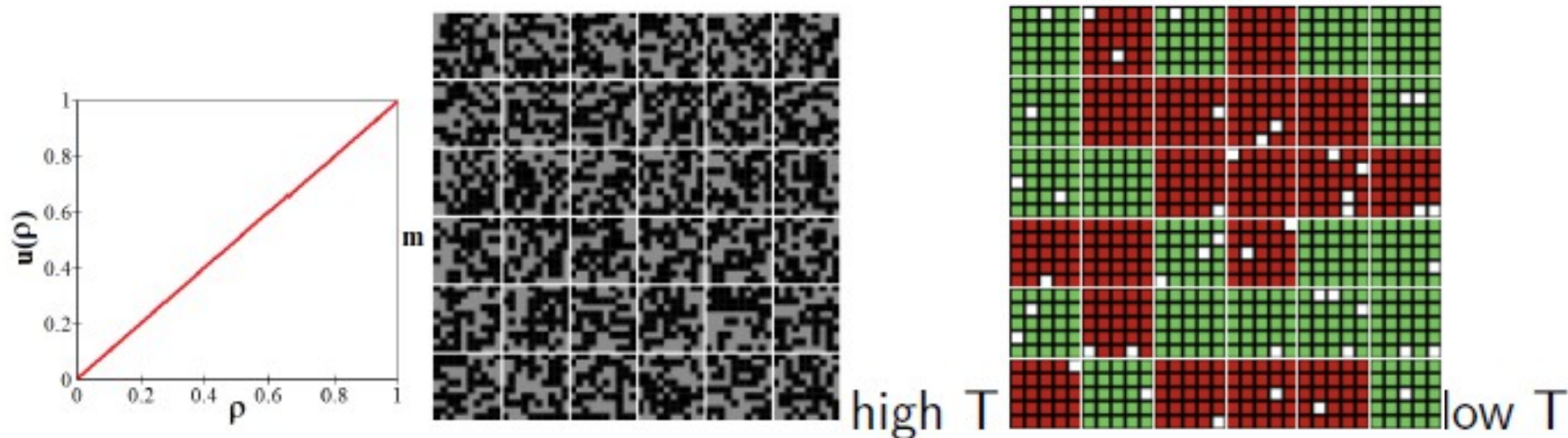
## Atome carbone

- Lien pptés C sp<sup>3</sup> + interactions et friabilité graphite
- Mais dureté diamant : échec !
- Modèle atome C?  
Configuration INTERNE changé par contexte
- Aller au niveau inférieur, électrons et noyaux, inchangés contexte étendu
- Prix à payer immense: mécanique quantique !

## Modèle client(e) magasin

- Expériences sur un type de magasin -> recherche prix minimum
- Si teste sur autres contextes: échec ! Change personnalité?
- Pas de "niveau inférieur", aux capacités inchangées avec contexte (neuroéco?)
- Maximiser utilité ?  
Expression utilité?

# Example

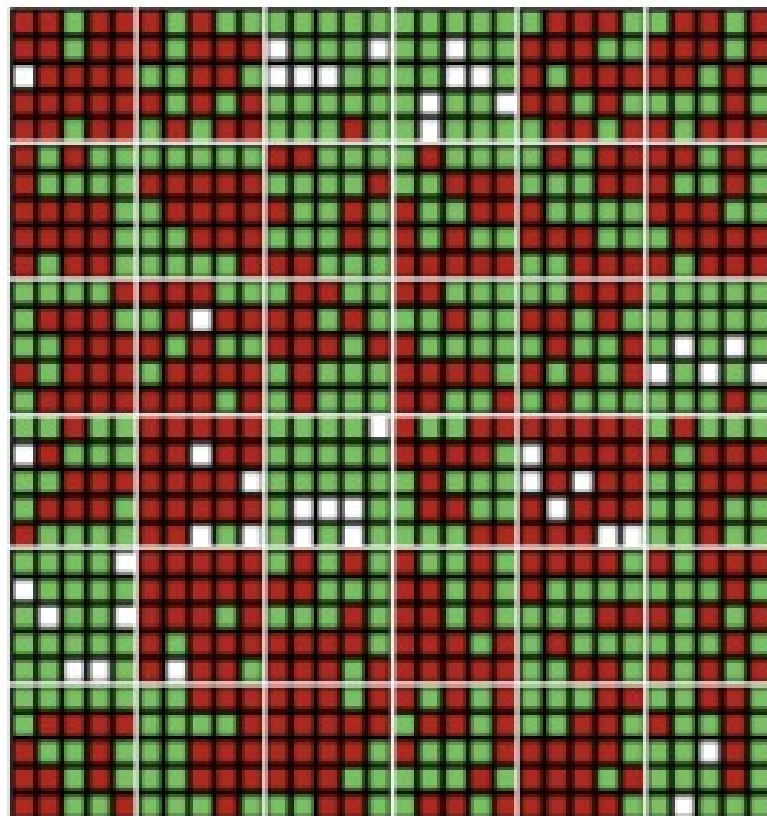


Similarity with Ising?

Stauffer and Solomon, arXiv :physics/0701051v1 "Schelling could have based his work on a long history of physics research (and Ising model)... but in 1971 Schelling did not yet know this physics"



# Schelling's model of segregation (1971, simplified)



City  $\equiv Q$  blocks composed of  $H$  cells

Mean density  $\rho_0$  of particles fixed

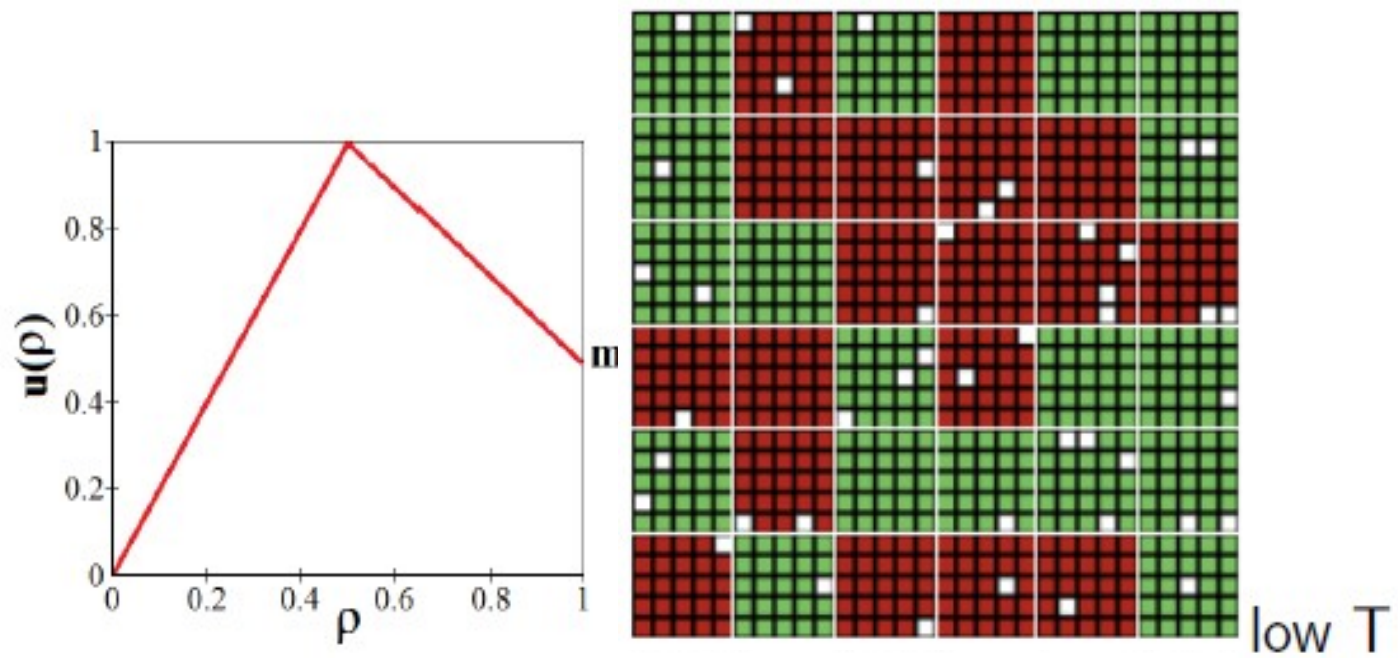
State of the system  $x \equiv \{\rho_q\}$

Agents are sensitive to the composition of their neighborhood  
 $\Rightarrow$  utility  $u(\rho_q)$





CAUTION!



Not so simple...



# Concepts from physics and economics



## Physics

Particles

Energy of a particle  $\epsilon$

Total energy  $E$

Dynamics : minimization of system's **total** (free) energy

## Economics

Agents

Individual utility  $u$

Collective utility  $U = \sum u$

Dynamics : maximization of agents' **individual** utility





- Change continuously between individual and collective dynamics :

$$Pr\{move\} = \frac{1}{1 + e^{-C/T}}$$

- $C = \Delta u + \alpha(\Delta U - \Delta u)$
- $\alpha$  : tax/cooperativity parameter
  - $\alpha = 0 \longrightarrow$  “economics”, individual dynamics
  - $\alpha = 1 \longrightarrow$  “physics”, collective dynamics
- How to predict the global state for a given utility  $u(\rho)$  ?
- No state function ? !



# Our solution : Link function



- There exists a **global** (state) function  $L(x)$  such that, for each move

$$\Delta u = \Delta L$$

$L$  links micro (individual moves) to macro (state function) !

$$L(x) = \sum_q \sum_{m=1}^{n_q} u(m/H) \quad (\textit{simplifiée})$$

- $\Pi(x) = \frac{1}{Z} e^{F(x)/T}$ ,  $F(x) = \alpha U(x) + (1 - \alpha)L(x) + TS(x)$

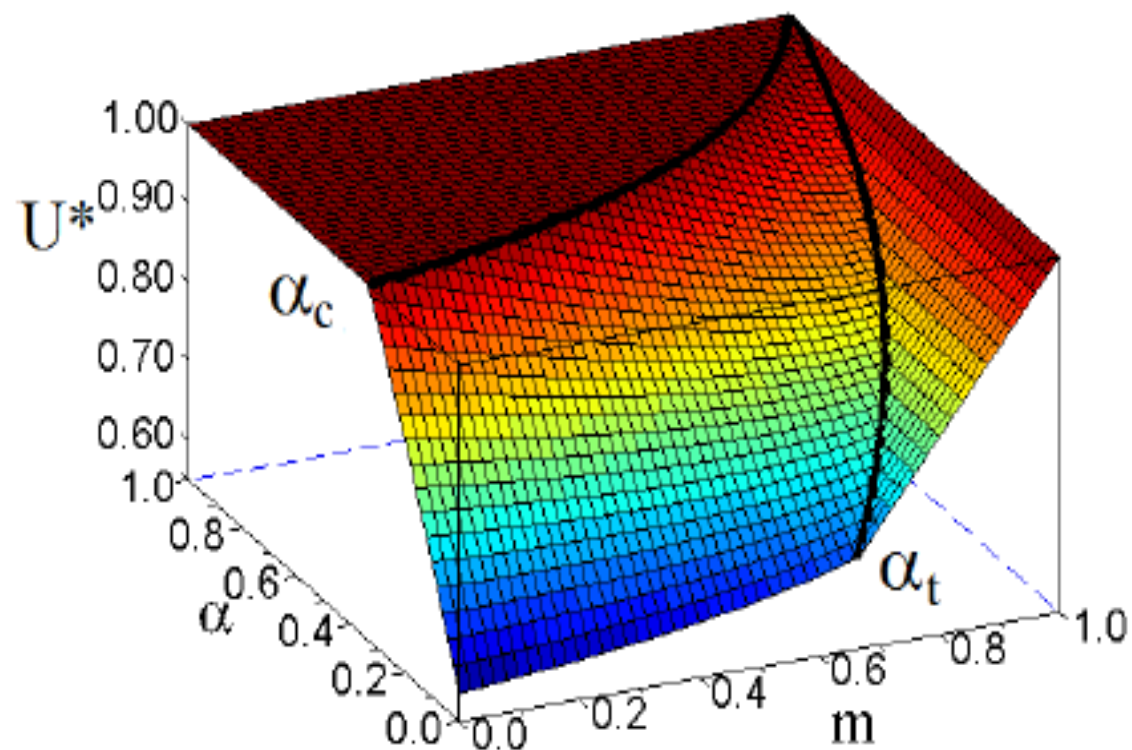
$F(x)$  : Generalized “free collective utility”

Resolution :  $H, Q \gg 1$  + standard phase separation methods

Stationary state maximizes  $F(x)$  (not  $U$ !)



# Collective utility - analytical result !



$$U^* = U/U_{max} = U/(\rho_0 H Q)$$



# Conclusion



## Conceptual differences between individual and collective dynamics

- $L$  extends free energy to deal with individual dynamics
- First analytical solution of (a simplified) Schelling model
- Paradigmatic example of unexpected macro behavior (40 citations/year)
- Interdisciplinary fruitful for both disciplines **if** respect of specificities !

*JP Bouchaud (review, J Stat Phys, 2013) : the most striking example in this review ... is the clear quantitative demonstration **[Grauwin]**, that the invisible hand can fail at solving simple coordination problems*



# À quoi servent les atomes (micro) ?

- Qui agit ?
- Creuser : caractéristiques des atomes dépendent du « contexte » ? Molécule eau avec modèle potentiel, oui, noyaux+élec+Schro moins...
- Vrai point de départ = matériaux macroscopiques, atomes construction liée réseau techno, et émergence de la matière à partir d'atomes = expé pensée
- Individus caractéristiques essentielles pas possible de définir isolée, évident et reste à travailler le « so what ? », qu'est-ce que cela change au niveau micro-macro ? Que cette stratégie individualisme méthodo marche pas, ok, mais au niveau réductionnisme ?

# Le **TOUT** est-il **plus grand** **ou plus petit** que (la somme de) **les parties ?**

Regards interdisciplinaires  
pour stimuler les discussions

**4<sup>ème</sup> anniversaire médialab**

**Article BJS (Latour et al)**

24 mai 2013

**Introduction :**

Pablo Jensen,  
CNRS/ENS Lyon/IXXI





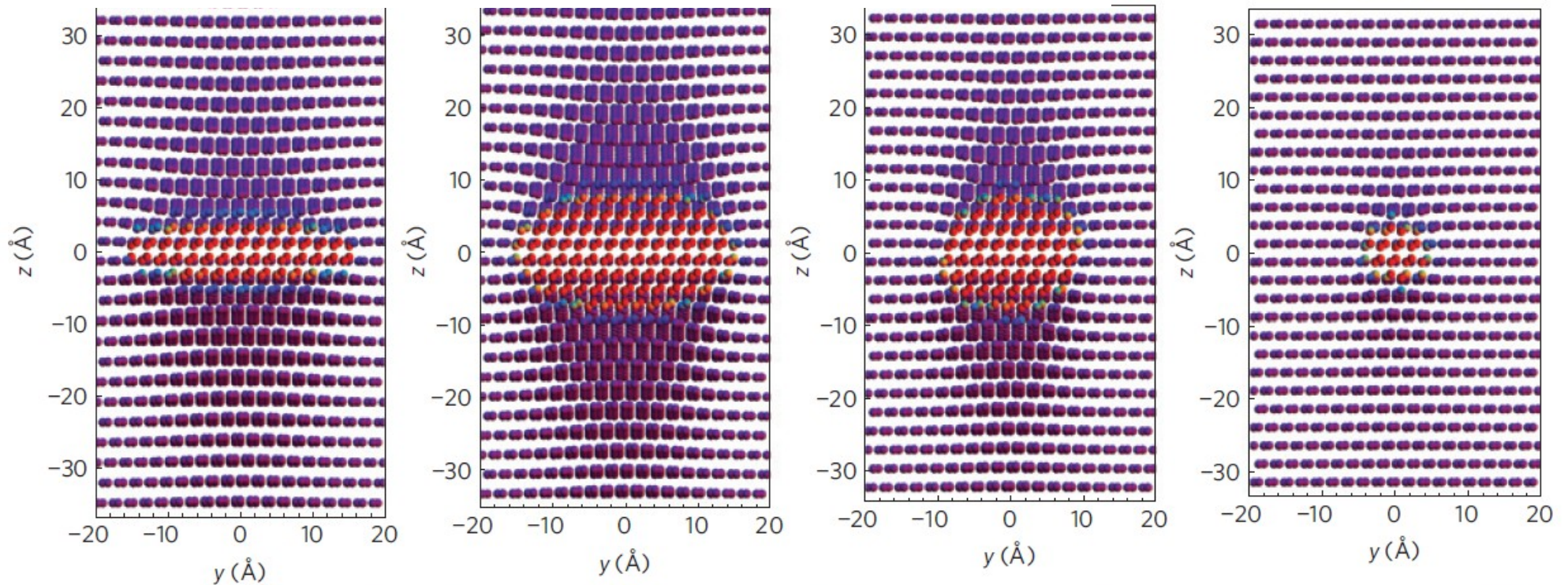
# Atomes pas toujours « atomiques »

nature  
materials

LETTERS

PUBLISHED ONLINE: 24 JULY 2011 | DOI: 10.1038/NMAT3078

## Nucleation mechanism for the direct graphite-to-diamond phase transition



0 0.2

0.4 0.6

0.8 1.0

Tetrahedral order parameter,  $\chi$

C 'graphite'

C 'diamant'