



EMERGENCE

PRESQUE RIEN SUR PRESQUE TOUT

FEDERICO CARMINATI

4 OCTOBRE 2008



POURQUOI S'EN FAIRE



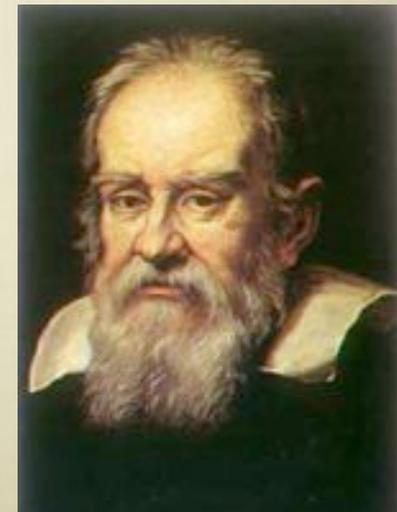
- LE COMPORTEMENT HUMAIN EST-IL TROP COMPLIQUÉ POUR ÊTRE DÉCRIT PAR DES FORMULES?
- CE QUI MARCHE POUR LES ATOMES OU POUR LES BOULES DE BILLIARD PEUT-IL MARCHER POUR LES ÊTRES HUMAINS?
- EST-CE QUE ÇA VAUT LA PEINE DE SE POSER CES QUESTIONS?



DES FORMULES, POUR QUOI FAIRE?

TOUTE LA SCIENCE EN DEUX MOTS

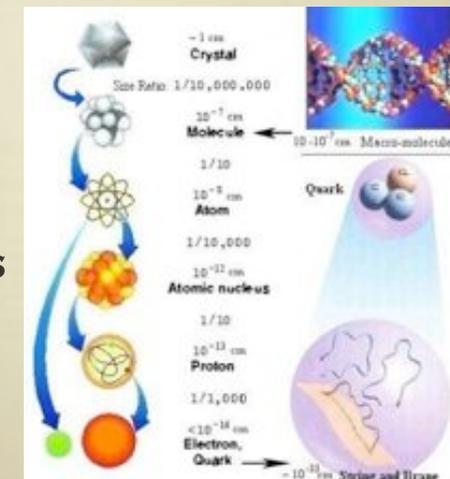
- RÉDUIRE UNE SITUATION RÉELLE À SA MANIFESTATION LA PLUS SIMPLE
 - OU À SES PARTS
- S'ASSURER QUE C'EST "REPRODUCTIBLE"
- TROUVER DES PARAMÈTRES À MESURER
- PRÉVOIR LE RÉSULTAT D'UNE EXPÉRIENCE (THÉORIE)
 - IDÉALISME <-> EMPIRISME?
- FALSIFIER (OU PAS) LA THÉORIE



NOTRE UNIVERS HIÉRARCHIQUE



- NOUS VIVONS DANS UN UNIVERS HAUTEMENT HIÉRARCHIQUE
 - PARTICULES -> ATOMES -> MOLÉCULES -> ORGANISMES -> PENSÉE
 - ÉTOILES -> SYSTÈMES D'ÉTOILES -> GALAXIES -> AMAS DE GALAXIES
 - FORCE FORTE -> FORCE FAIBLE -> ÉLECTROMAGNÉTISME -> GRAVITATION
 - NIVEAUX D'ORGANISATION DE LA SOCIÉTÉ HUMAINE
- LE PASSAGE D'UN NIVEAU À L'AUTRE EST CARACTÉRISÉ PAS SEULEMENT PAR UN CHANGEMENT D'ÉCHELLE
 - MAIS AUSSI PAR DES NOUVELLES QUALITÉS PAS PRÉSENTES AU NIVEAU "INFÉRIEURE"



Big Bang

13.7 billion years
before present

10 billion years
before present

9.2 billion years
before present

200 million years
before present

380 million years
before present

Today
Aujourd'hui



Today we see
the Big Bang
in action when
explosive stars or
galaxies eject
high-speed
particles that
travel at
relativistic
speeds.

Today we see
the Big Bang
in action when
explosive stars or
galaxies eject
high-speed
particles that
travel at
relativistic
speeds.

Life on Earth
Vie sur Terre



A protostar
is a cloud of
gas and dust
that is
collapsing
under its
own gravity.
It is the
beginning of
a star's life.



Today we see
the Big Bang
in action when
explosive stars or
galaxies eject
high-speed
particles that
travel at
relativistic
speeds.

Today we see
the Big Bang
in action when
explosive stars or
galaxies eject
high-speed
particles that
travel at
relativistic
speeds.

Solar system
Système solaire



Today we see
the Big Bang
in action when
explosive stars or
galaxies eject
high-speed
particles that
travel at
relativistic
speeds.

Today we see
the Big Bang
in action when
explosive stars or
galaxies eject
high-speed
particles that
travel at
relativistic
speeds.

Today we see
the Big Bang
in action when
explosive stars or
galaxies eject
high-speed
particles that
travel at
relativistic
speeds.

Galaxies and stars
Galaxies et étoiles



Today we see
the Big Bang
in action when
explosive stars or
galaxies eject
high-speed
particles that
travel at
relativistic
speeds.

Today we see
the Big Bang
in action when
explosive stars or
galaxies eject
high-speed
particles that
travel at
relativistic
speeds.

Today we see
the Big Bang
in action when
explosive stars or
galaxies eject
high-speed
particles that
travel at
relativistic
speeds.

Light
Aujourd'hui



Today we see
the Big Bang
in action when
explosive stars or
galaxies eject
high-speed
particles that
travel at
relativistic
speeds.

Today we see
the Big Bang
in action when
explosive stars or
galaxies eject
high-speed
particles that
travel at
relativistic
speeds.



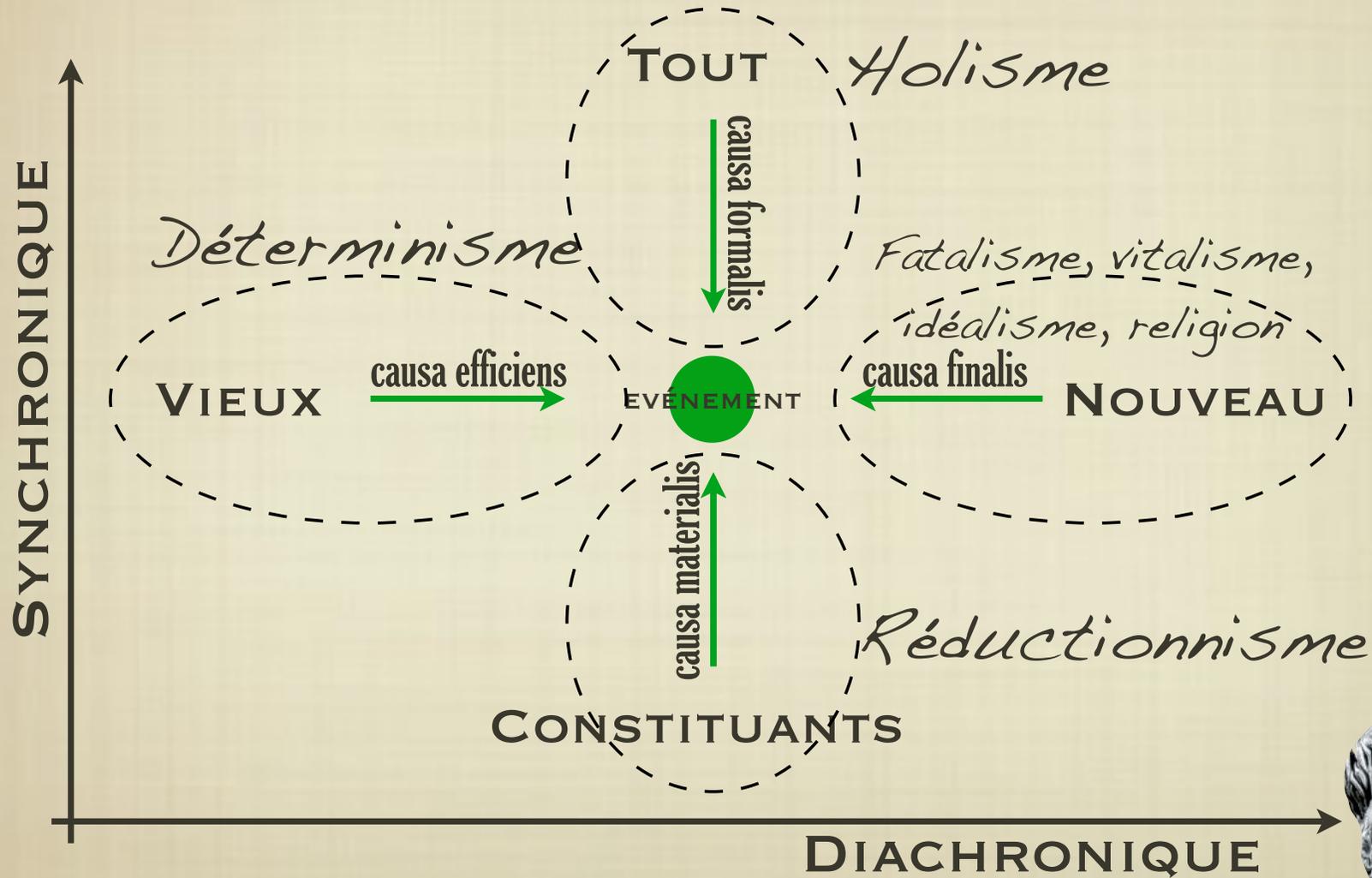
OUI MAIS...



- MÊME UNE ÉTUDE TRÈS POUSSÉE D'UNE TERMITE AURAIT DU MAL À PRÉVOIR LA COMPLEXITÉ DE SON NID
- QU'EST-CE QUE C'EST LA COMPLEXITÉ?
- POURQUOI L'ÉTUDE DES PARTS A SI MAL À PRÉVOIR CE QUI SE PASSE QUAND LE PARTS SONT RÉUNIES ET ELLES INTERAGISSENT?
- L'ENSEMBLE EST PLUS QUE LA SOMME DES SES PARTS
 - MAIS D'OÙ VIENT CE "PLUS"?
 - HOLISME <-> RÉDUCTIONISME



PAS ENCORE LUI!



LA PART DES PARTS



- RÉDUCTIONNISME
 - LE TOUT N'EST PAS PLUS QUE LA SOMME DE SES PARTS
- HOLISME – VITALISME
 - LE TOUT EST PLUS QUE LA SOMME DE SES PARTS
 - ENTELECHIA, DIEU, ORGASME VITALE...
- ÉMERGENTISME
 - LE PARTS PEUVENT AVOIR DES QUALITÉ
“ÉMERGENTES”
- MÊME SI C'EST UN PEU ... COURT



PRÉDICTION ET DÉTERMINISME

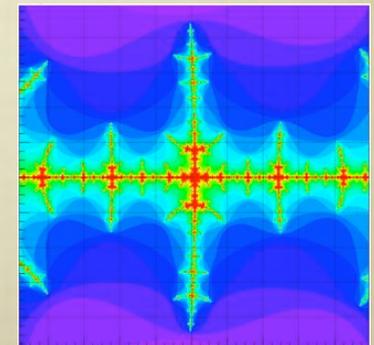
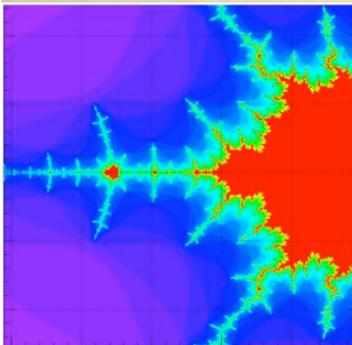


TOUT EST NOMBRE (PYTHAGORE)

- JUSQU'À LA DÉCOUVERTE DE PHÉNOMÈNES CHAOTIQUES L'ÉQUIVALENCE ENTRE DÉTERMINISME (POSSIBILITÉ DE DÉCRIRE MATHÉMATIQUEMENT UN PHÉNOMÈNE) ET PRÉDICTABILITÉ ÉTAIT "NATURELLE"
- AVEC LE CHAOS LA SCIENCE A DU RENONCER À CETTE ÉQUIVALENCE TELLEMENT PRATIQUE
- LE CHAOS C'EST UN PHÉNOMÈNE ÉMERGENT

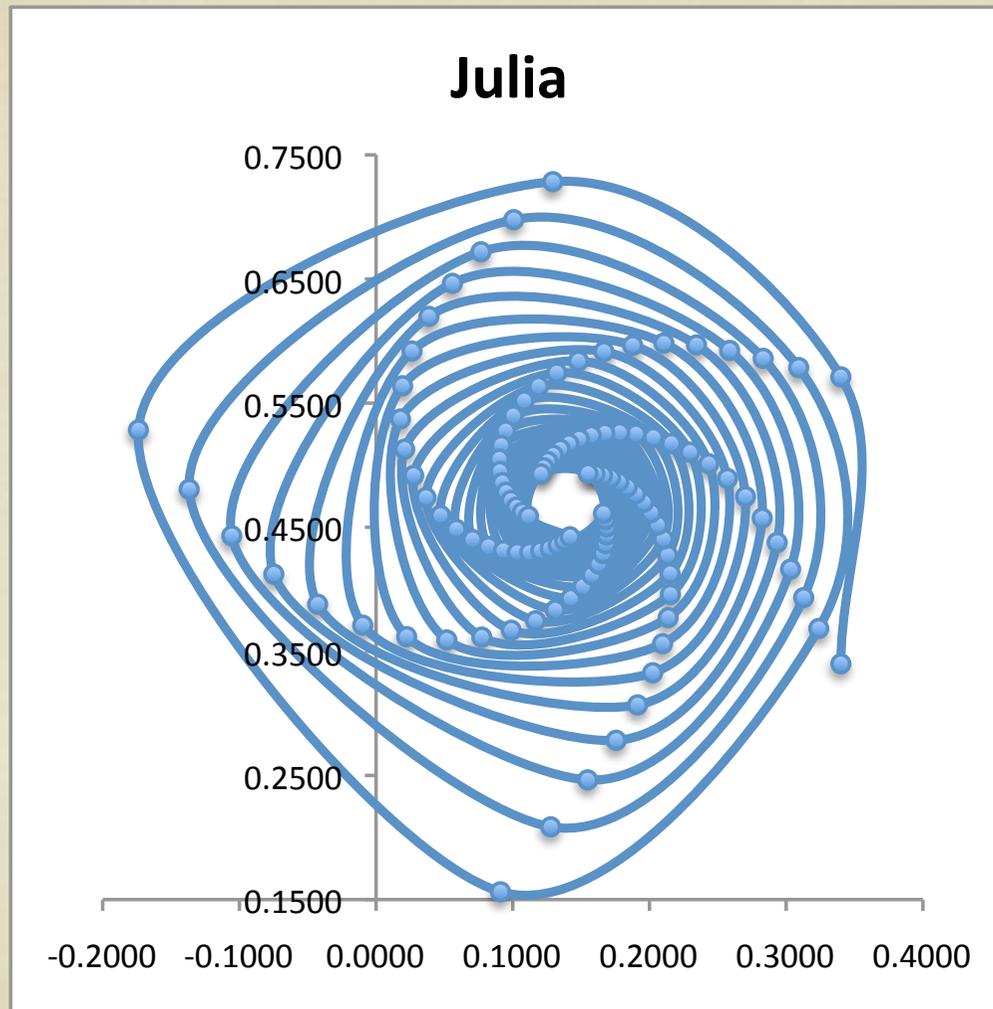
$$z_{i+1} = z_0 + z_i^2$$

"TO SEE THE UNIVERSE IN A GRAIN OF SAND,
AND HEAVEN IN A WILD FLOWER,
HOLD INFINITY IN THE PALM OF YOUR HANDS,
AND ETERNITY IN AN HOUR..."
-WILLIAM BLAKE

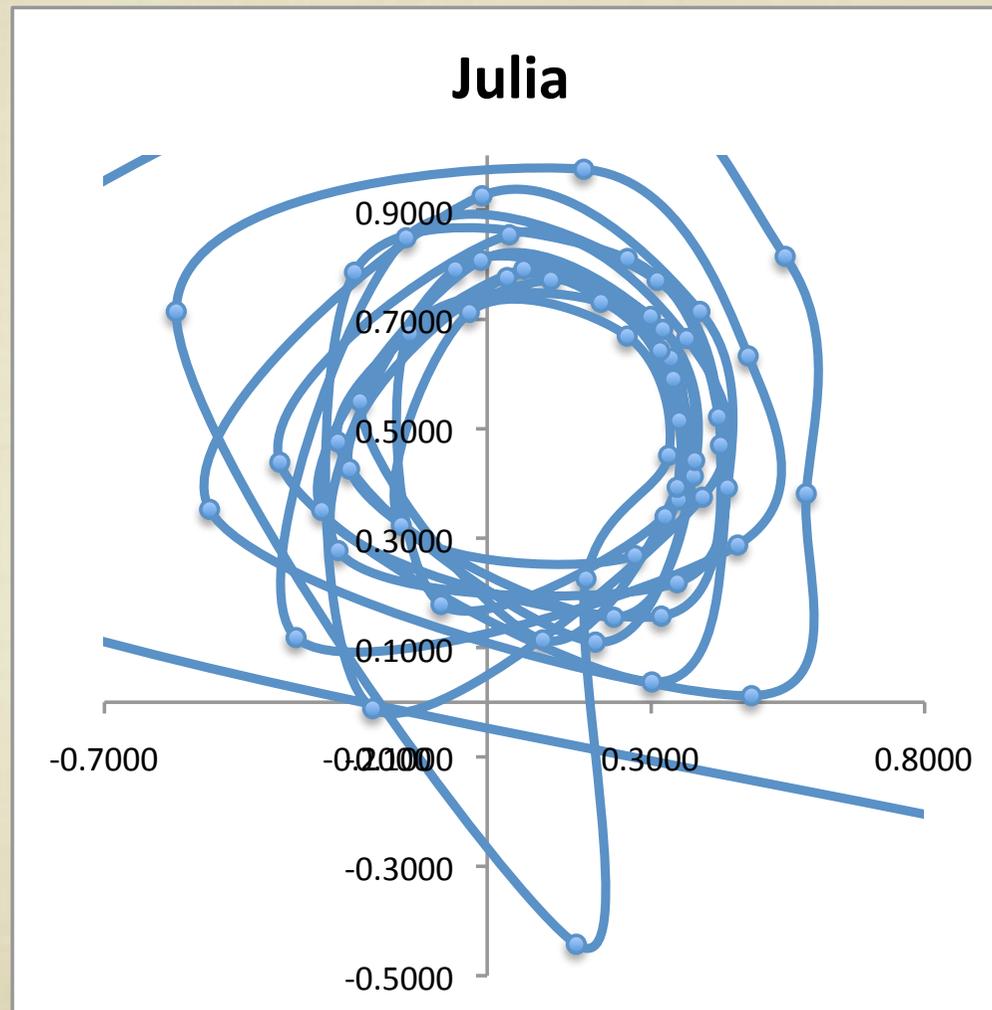


$$Z = (0.33, 0.33)$$

Julia



$$Z = (0.35, 0.37)$$



EMERGENCE

Chaque résultante est une somme ou une différence des forces de co-opérateurs: leur somme, quand leurs directions sont identiques -- leur différence, quand leurs directions sont contraires. De plus, chaque résultante est clairement décelable dans ses composants, parce que ils sont homogènes et commensurables. Ceci est différent dans le cas des émergents, quand, au lieu d'ajouter le mouvement mesurable au mouvement mesurable, ou choses d'une sorte à d'autres chose de la même sorte, il y a une coopération des choses des sortes différentes.

L'émergent est différent de ses composants, pour autant qu'ils soient incommensurables, et il ne peut pas être réduit à leur somme ou à leur différence.

Lewes, G. H. (1875), Problems of Life and Mind (First Series), vol. 2, Trübner

En effet, si l'on constate que les chats sont vivement attirés par les souris, il semble absurde d'en inférer que ce sont les molécules des chats qui sont directement attirées par les molécules des souris. La cause de cet attrait doit donc être cherchée dans l'organisation interne de celles-ci, ou de structures plus complexes encore comme, ici, celles des système nerveux et hormonaux.

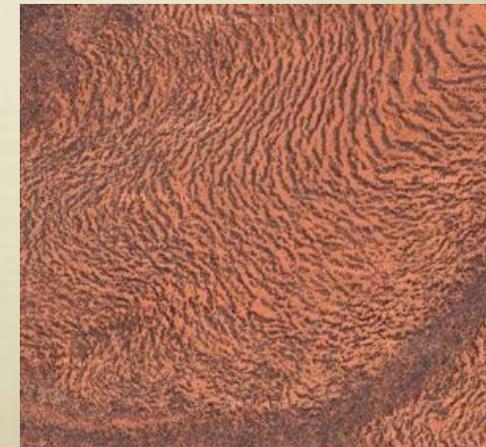
Stewart et Cohen, The collapse of Chaos, 1994



RE-ÉMERGENCE DE L'ÉMERGENCE



- L'APPARITION DE STRUCTURES, MODÈLES ET PROPRIÉTÉS ORIGINAUX ET LOGIQUES PENDANT LE PROCESSUS DU AUTO-ORGANISATION DANS LES SYSTÈMES COMPLEXES
- NOUVEAUTÉ RADICALE (DISPOSITIFS PAS PRÉCÉDEMMENT OBSERVÉS DANS LES SYSTÈMES)
- COHÉRENCE OU CORRÉLATION (ENSEMBLES INTÉGRÉS QUI SE MAINTIENNENT PENDANT UNE CERTAINE PÉRIODE)
- UN NIVEAU GLOBAL OU MACROSCOPIQUE, C'EST-À-DIRE A UNE CERTAINE PROPRIÉTÉ DE "ENTIÈRETÉ"
- C'EST LE PRODUIT D'UN PROCESSUS DYNAMIQUE (IL ÉVOLUE)
- C'EST "OSTENSIBLE" - IL PEUT ÊTRE PERÇU (CORNING 2002)



EMERGENCE ET SCIENCE



- COMME “RIEN” N’EXISTAIT AU MOMENT DU BIGBANG, TOUT CE À QUOI S’INTÉRESSE LA SCIENCE A ÉTÉ ÉMERGENT
- ONTOLOGIQUEMENT OU BIEN DANS LE TEMPS (ÉMERGENCE DIACHRONIQUE OU SYNCHRONIQUE)
- DONC CE NE SERAIT PAS TROP DEMANDER QU’UNE THÉORIE SCIENTIFIQUE DE X EXPLIQUE AUSSI SON ÉMERGENCE
- MAIS CELA ÉQUIVAUDRAIT À INTRODUIRE UN NOUVEAU CRITÈRE DE NON-FALSIFICATION SCIENTIFIQUE
- ET C’EST CLAIREMENT IMPOSSIBLE POUR UNE ÉMERGENCE “IRRÉDUCTIBLE”



ÉMERGENCE ET CAUSATION



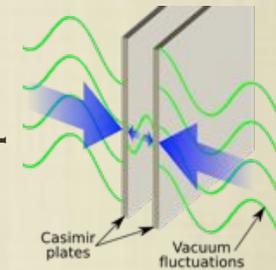
- C'EST BIEN D'IMAGINER QUE MON ÂME EST GÉNÉRÉE PAR L'INTERACTION ÉMERGENTE DES PARTICULES DE MON CORPS ET QU'ELLE "FLOTTE" AVEC EUX
- MAIS C'EST PEUT-ÊTRE PLUS SATISFAISANTE DE S'APERCEVOIR QUE ÇA PEUT FAIRE UNE DIFFÉRENCE...
- TOUTE ÉMERGENCE QUI N'EST PAS "BANALE" C'EST UNE ÉMERGENCE DE CAUSATION
- MAIS TOUTE CAUSATION DOIT S'APPLIQUER AU NIVEAUX INFÉRIEURES...
- LE TOUT EST À UN CERTAIN DEGRÉ CONTRAINT PAR LES PARTS (CAUSATION ASCENDANTE), MAIS EN MÊME TEMPS LES PARTS SONT À UN CERTAIN DEGRÉ CONTRAINT PAR LE TOUT (CAUSATION DESCENDANTE)



EMERGENCE ET CAUSATION II



- UNE NOUVELLE PROPRIÉTÉ
 - SI ELLE EST VRAIMENT “ÉMERGENT”, LA FERMETURE LOGIQUE DE L’UNIVERS EST EN DANGER
 - SI ELLE VIENT DE L’”ORGANISATION” DES CONSTITUANTS, ON EST REPOUSSÉ VERS LA MICROCAUSALITÉ
 - MAIS IL N’Y A PAS DES CONSTITUANTS... IL Y A QUE DES CHAMPS, C’EST-À-DIRE, DE L’”ORGANISATION”
- IT IS PATTERNS OF PROCESS ALL THE WAY DOWN, AND ALL THE WAY UP



CAUSATION DESCENDANTE



- LES CONTRAINTES NON LINÉAIRES INTERNES AUX CONSTITUANTS D'UN SYSTÈME SONT ENTRE LES CAS LES PLUS INTÉRESSANTS DE CAUSATION DESCENDANTE
- LES PROCESSUS INTERNES AUX CELLULES SONT FORTEMENT CONTRAINTS PAR LES PROCESSUS GLOBAUX DE L'ORGANISATION
 - JUSQU'À L'EXISTENCE DES MOLÉCULES COMPLEXES QUI N'EXISTERAIENT PAS AUTREMENT
- LES CHANGEMENTS DE L'ORGANISATION D'UN ÉCOSYSTÈME, PAR EXEMPLE, PEUVENT CHANGER LES PRESSIONS DE CHOIX SUR LES ORGANISATIONS CONSTITUTIVES
- LES CHANGEMENTS DE LA BIOSPHÈRE PEUVENT CHANGER LA SÉLECTION ET, INDIRECTEMENT, LA VARIATION DES ESPÈCES ET DES ÉCOSYSTÈMES AUX NIVEAUX CONSTITUTIFS
- LA CAUSATION DESCENDANTE EST PARMI LES GENRES LES PLUS FORTS DE CAUSATION ÉMERGENTE



SUPERVENIENCE



- L'INTUITION QUE LA NATURE EST DÉTERMINÉE PAR LA NATURE DE SES COMPOSANTS EST TRÈS FORTE
- MAIS CE N'EST QU'UN RÉSIDU DE LOGIQUE ARISTOTÉLIQUE: ENTITÉS ET RELATIONS
- UNE FLAMME EST ENTIÈREMENT DÉTERMINÉE PAR LES RELATIONS EXTERNES ET LE PROCESSUS, PAS PAR LES CONSTITUANTS (QUI CHANGENT EN CONTINUATION)
- C'EST VRAI POUR TOUS LES SYSTÈMES LOIN DE L'ÉQUILIBRE
- COMME LA VIE!



PANTA REI



- SI ON SE LIBÈRE DES CONSTITUANTS ON RESTE AVEC LE PROCESSUS
- COMME DES VAGUES DANS L'EAU
- LES CONSTITUANTS SONT DES ORGANISATIONS PERSISTANTES – QUE DE LA TOPOLOGIE...
- POUR DES SYSTÈMES LOIN DE L'EQUILIBRIUM LE PROCESSUS C'EST ÉVIDENT ET ON NE PEUT PLUS SE BERGER DANS L'ILLUSIONS DES CONSTITUANTS
- QUID MICRO-RÉDUCTION ET LOCALITÉ
- EPR ET PRINCIPE DE PAULI



LE BONHEUR EST DANS LE PRÉ



- L'ÉLECTROMAGNÉTISME INTRODUIT LE CHAMPS COMME MODÈLE
- LA RELATIVITÉ MET LES CHAMPS À LA BASE DE LA PHYSIQUE
- LA THÉORIE QUANTIQUE DES CHAMPS ÉLIMINE LES PARTICULES ET LE REMPLACE PAR DES CHAMPS EN INTERACTION CONTINUELLE
- UNE PARTICULE EST UNE VIBRATION D'UNE CORDE, DONC UN PROCESSUS D'ORGANISATION
- UNE MÉTAPHYSIQUE DES CHAMPS PEUT RENDRE COMPTE DE L'ÉMERGENCE EN TERMES DE NIVEAU DE PROCESSUS



ET AU FOND...



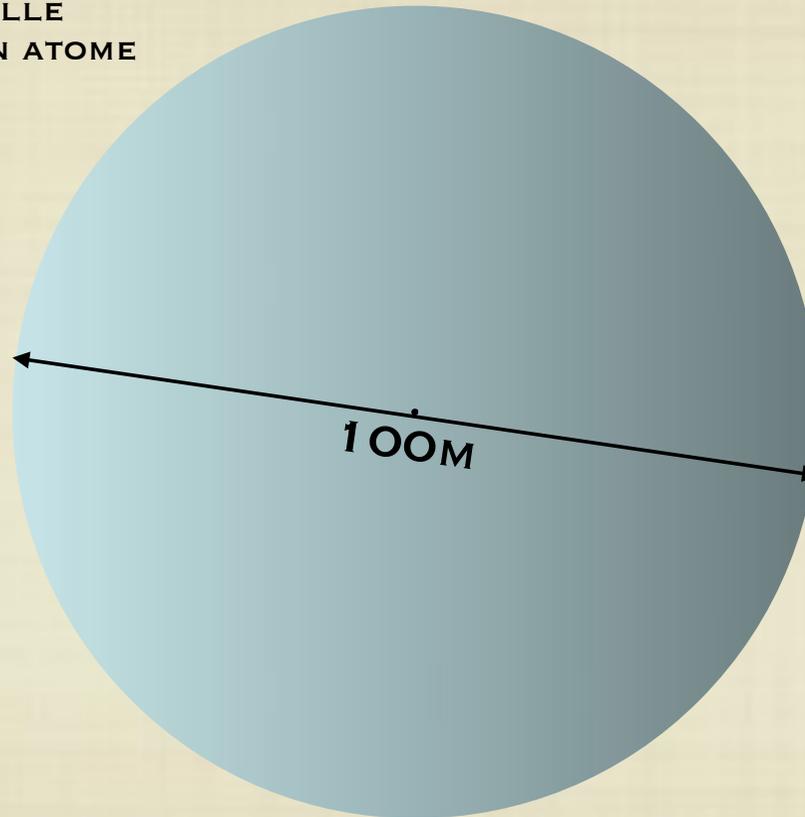
- LA SOURCE DE PLUSIEURS PHÉNOMÈNES D'ÉMERGENCE PEUT ÊTRE TRACÉE DANS L'EXISTENCE DE RELATIONS NON LINÉAIRES ENTRE LES CONSTITUANTS
- ENTRE AUTRE LA RÉTROACTION QUI EST À LA BASE DES PHÉNOMÈNES BIOLOGIQUES
- ON PEUT ARGUMENTER QUE LA “FASCINATION” POUR L'ÉMERGENCE DÉRIVE DE NOTRE “INCAPACITÉ” COGNITIVE À APPRÉCIER LES PHÉNOMÈNES NON LINÉAIRES
- DE PLUS, LA FAUSSE DISTINCTION ENTRE “CONFIGURATION” ET “CONSTITUANTS” NOUS AMÈNE À DES PROBLÈMES DE “FERMETURE” LOGIQUE DANS LA CAUSATION



ET À VRAI DIRE...

SI ON GROSSISSAIT MILLE
MILLIARDS DE FOIS UN ATOME
D'HYDROGÈNE:

LE NOYAU AURAIT
UNE TAILLE DE
1 MM ET UNE
MASSE DE 1,7
MILLIONS DE
TONNES !



L'ATOME OCCUPERAIT
UN VOLUME DE 1000
DE DIAMÈTRE

LES ÉLECTRONS
AURAIENT UNE
TAILLE DE 0.1 MM
ET UNE MASSE DE
17 TONS !

DOUTEZ VOUS ENCORE QUE NOUS SOMMES PLUS
“PROCESSUS” QUE “COMPOSANTS”?

ET DONC



- TOUT CECI SEMBLE METTRE LA MÉCANIQUE QUANTIQUE AU CENTRE DU STAGE POUR EXPLIQUER L'ÉMERGENCE
- PRIMAUTÉ DU PROCESSUS (CHAMPS) SUR LES CONSTITUANTS
- NON LINÉARITÉ DES CHAMPS (QCD)
- DONC CE N'ES PAS SURPRENANT QUE LES MÉTHODES DE LA MÉCANIQUE QUANTIQUE SOIENT LES MÉTHODES DE CHOIX POUR LES PROCESSUS ÉMERGENTS
- ...ET LES PREMIERS D'ENTRE EUX SONT LA VIE ET LA PSYCHÉ



REFERENCES



- **UNE GRANDE PARTIE DE CETTE PRÉSENTATION VIENT DE**
- **EMERGENCE DE MARK H. BICKHARD ET DONALD T. CAMPBELL, LEHIGH UNIVERSITY BETHLEHEM, PA, [HTTP://WWW.LEHIGH.EDU/~MHBO/EMERGENCE.HTML](http://www.lehigh.edu/~mhbo/emergence.html)**
- **AUTRES SOURCES SONT**
- **BECKERMANN, A., FLOHR, H., AND KIM, J., EDS. (1992). EMERGENCE OR REDUCTION? BERLIN: WALTER DE GRUYTER.**
- **CHALMERS, DAVID (1996). THE CONSCIOUS MIND: IN SEARCH OF A THEORY OF CONSCIOUS EXPERIENCE. NEW YORK: OXFORD UNIVERSITY PRESS.**
- **KAUFFMAN, S. (1993B). AT HOME IN THE UNIVERSE: THE SEARCH FOR THE LAWS OF SELF-ORGANIZATION AND COMPLEXITY. NEW YORK: OXFORD UNIVERSITY PRESS**
- **KIM, JAEGWON (2006B). "EMERGENCE: CORE IDEAS AND ISSUES," SYNTHÈSE, 151/3, PP. 347-354**



