http://hal.archives-ouvertes.fr/
http://halshs.archives-ouvertes.fr/

L'observation du fonctionnement des systèmes vivants, quel que soit leur niveau d'organisation, montre que : ***"survivre c'est manger et ne pas être mangé"*** (**http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00351226/**) et que ***"tôt ou tard il est impossible de ne pas être mangé"*** (**http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00130685**).

L'observation de la structuration des systèmes vivants, quel que soit leur niveau d'organisation, montre qu'ils sont constitués par la juxtaposition et l'emboîtement de sous-systèmes pré-existants (**structure modulaire**) (**http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00130218**).

Comment définir de façon univoque et opérationnelle un niveau d'organisation ?

1- Indépendamment du niveau d'organisation et du contexte, tout système vivant, pour survivre -et se survivre (**http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf**)-, possède 7 caractéristiques fonctionnelles mutuellement nécessaires et suffisantes : ***invariance de jauge*** (**http://www.armsada.eu/pb/bernardins/phylotagmotaphologie.pdf**).
2- Tout nouveau niveau d'organisation émerge de la mise en place d'une ***association à avantages et inconvénients réciproques et partagés*** (***ARMSADA***) (**http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00352578/**).

A partir de ces 2 seuls paradigmes il est possible de construire un **tableau de classification périodique des systèmes vivants** -des ***équilibres dynamiques ponctués*** du vivant- depuis le quantum de Planck jusqu'à l'Univers entier (**http://www.armsada.eu/pb/bernardins/phylotagmotaphologie.pdf**). Les colonnes du tableau correspondent à des séries de systèmes vivants, de niveaux d'organisation adjacents, qui, **d'un point de vue fonctionnel**, ont le même **mode de confinement** et surtout ***de transfrontaliérité*** (p. 18/37). Les lignes du tableau correspondent à des systèmes vivants qui, **d'un point de vue structural**, ont la même place relative en terme d'**évolution** de l'emboitement et de la juxtaposition (networking) de leurs sous-systèmes (p. 22/37).

Pour tous les niveaux d'organisation, une **loi de puissance** (**http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00423730/en/**) relie le volume minimal atteint à l'état adulte (caractérisé par l'acquisition de la capacité reproductrice), V, et le temps de génération tg (durée minimale nécessaire pour atteindre l'état adulte : temps d'ontogénie) : $V^2=C.tg^3$ (loi analogue à la loi de Kepler qui relie l'espace et le temps au sein du système solaire). Ce temps de génération est une ***mesure du niveau de complexité*** du système. C'est aussi le **temps de latence minimal** de mise en oeuvre de la **capacité de résilience** d'un système vivant local.

Cette **invariance d'échelle** est mise en évidence ***indépendamment de toute loi thermodynamique***.

Tout phénomène naturel est cependant associé à un phénomène énergétique. D'un point de vue thermodynamique -mobilisation de flux de matière et d'énergie (**http://www.afscet.asso.fr/pbAnde03.pdf**)-, les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés fonctionnent ***en flux tendus, en optimisant leurs flux par des processus de recyclage*** (les déchets des uns sont les aliments des autres et réciproquement), ce qui diminue leurs pertes énergétiques.

Les systèmes vivants ne sont pas des systèmes thermodynamiques passifs, fermés, de dissipation maximale de l'énergie mais au contraire des ***systèmes inter-actifs, ouverts, d'économisation optimale de l'énergie, d'optimisation, mais pas de maximisation.*** Ce **principe d'économie** n'est pas un principe de moindre action. C'est la **structure fractale (D=2,25)** de l'Univers (pp. 26/37 & 34/37), système vivant (pp. 8/37 & 33/37), qui permet, à tous ses niveaux d'organisation, d'optimiser les flux de matière et d'énergie (pp. 32/37) -et non de les maximiser, D maximale = 2,33 (p. 35/37)-, tout en minimisant les pertes et les coûts énergétiques.

Ce qui permet des ***déséquilibres dynamiques transitoires, générateurs d'émergences à moindre coût*** énergétique. Mais, à chaque niveau d'émergence, le nouveau Tout est toujours ***à la fois plus et moins que la somme de ses parties*** et est donc **imprédictible**. Seul le passé est connaissable. On ne peut que descendre dans le passé les niveaux d'émergence pour comprendre ***a posteriori*** les structures et les fonctionnements des acteurs d'émergence passés et actuels.

L'émergence n'est pas une auto-organisation, c'est une **co-organisation** (acteurs en inter-actions) **contrainte** (par un double contexte, externe et interne, en interactions -p. 17/37-) et **contractuelle** (***synallagmatique***) pour former un nouveau Tout (pp. 11/37 & 16/37). C'est l'expression d'une **capacité de résilience du Tout**.

Bricage P. (2013) Mobilisation de la matière et de l'énergie et croissance, aux différents niveaux d'organisation des systèmes vivants : principes organisateurs d'émergence des systèmes vivants., 62 p. (textes : 5 p. + 13 p., plan 2 p., discussion 5 p., présentation : 37 p.) Journées AFSCET "Thermodynamique du changement-Aspects systémiques", 01 et 02 juin 2013, Andé, France.
http://www.afscet.asso.fr/Ande13/pbAnde2013.pdf

TEXTE de présentation de la présentation

abstract ..... p. 1/5
résumé ..... p. 1/5
introduction ..... p. 2/5
conclusions ..... p. 3/5
bibliographie ..... p. 4/5

TEXTE associée aux PLANCHES

1. MOBILISATION de FLUX de matière et d'énergie. ..... **p. 1/13**
1a. accumulation, CROISSANCE et émergence. ..... **p. 2/13**
1b. "INVARIANCE de JAUGE" du vivant "vivant". ..... **p. 4/13**
1c. RECYCLAGES agoantagonistes. ..... **p. 5/13**
2. Création d'ordres nouveaux et maintien des ordres anciens. ..... **p. 5/13**
2a. Frontières, barrières et échanges, TRANSFRONTALIERITÉ. ..... **p 6/13**
2b. MÉCANISME de mise en place et maintien de nouveaux niveaux. ..... **p. 7/13**
2c. Tableau de la CLASSIFICATION PÉRIODIQUE des systèmes vivants. ..... **p. 9/13**
3. croissance en MASSE et croissance en NOMBRE. ..... **p. 10/13**
3a. LOIS d'échelle, LOCALES et GLOBALE, INVARIANTES. ..... **p. 10/13**
3b. L'Univers a une STRUCTURE FRACTALE à toutes les échelles. ..... **p. 11/13**
3c. Loi systémique constructale et LOIS de puissance. ..... **p. 11/13**
conclusions ..... **p. 12/13**
references ..... **p. 13/13**

PLANCHES (SLIDES)

page de titre ..... **p. 1/37**
plan ..... **p. 2/37**
introduction ..... **p. 3/37**
1. MOBILISATION de FLUX de matière et d'énergie.
réseaux trophiques ..... **p. 4/37**
1a. accumulation, CROISSANCE et émergence. ..... **p. 5/37**
synthèse des glucides ..... **p. 6/37**
une bactérie n'est pas une cellule ..... **p. 7/37**
définition systémique et cybernétique d'un système ..... **p. 8/37**
exemple d'une mauvaise définition de l'émergence ..... **p. 9/37**
1b. "INVARIANCE de JAUGE" du vivant "vivant". ..... **p. 10/37**
quoi ?, comment ?, pour quoi ? ..... **p. 11/37**
le niveau des organismes méta-cellulaires ..... **p. 12/37**
le niveau des organismes atomiques ..... **p. 13/37**

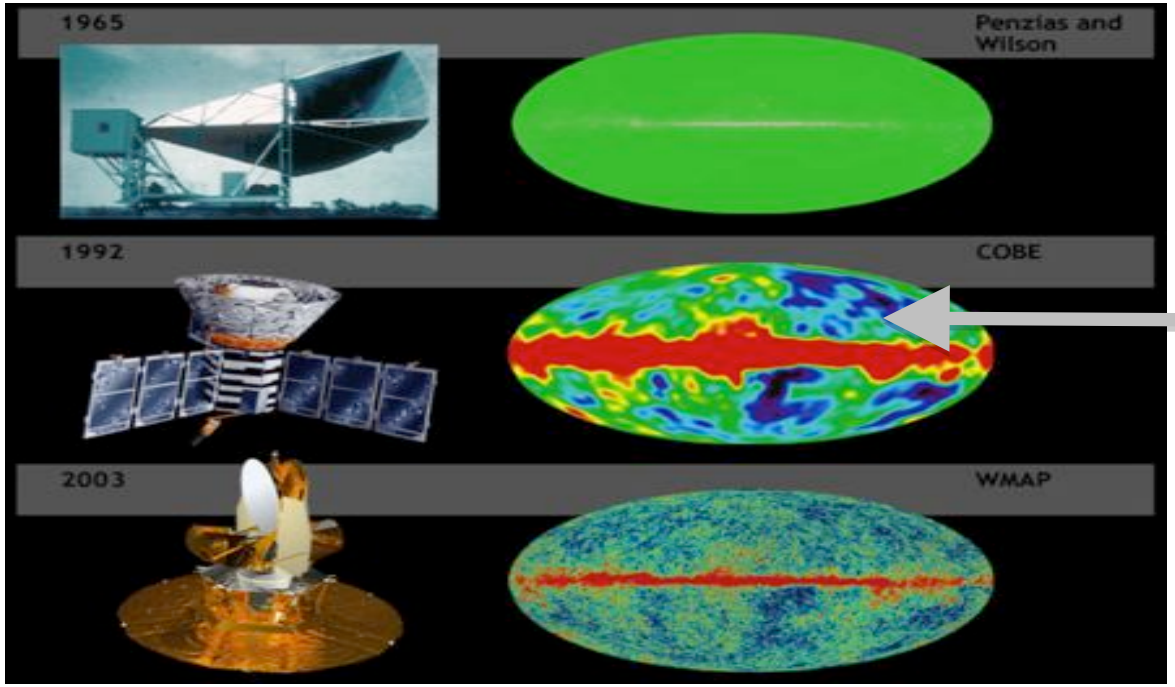
1c. RECYCLAGES agoantagonistes. ..... p. 14/37
2. Création d'ordres nouveaux et maintien des ordres anciens. ..... p. 15/37
partout autour de nous des systèmes ..... p. 16/37
LOI SYSTÉMIQUE CONSTRUCTALE ..... p. 17/37
2a. Frontières, barrières et échanges, TRANSFRONTALIERITÉ. ..... p. 18/37
ARMSADA Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and DisAdvantages p. 19/37
2b. MÉCANISME de mise en place et maintien de nouveaux niveaux.
"il n'y a jamais d'avantages sans inconvénients" ..... p. 20/37
Dynamique (system dynamics)..... p. 21/37
2c. Tableau de la CLASSIFICATION PÉRIODIQUE des systèmes vivants. ..... p. 22/37
3. croissance en MASSE et croissance en NOMBRE. ..... p. 23/37
3a. LOIS d'échelle, LOCALES et GLOBALE, INVARIANTES. ..... p. 24/37
3b. L'Univers a une STRUCTURE FRACTALE à toutes les échelles. ..... p. 25/37
"densité fractale" réelle de l'Univers ..... p. 26/37
3c. Loi systémique constructale et LOIS de puissance.
niveau infra-cellulaire des organismes méta-cellulaires ..... p. 27/37
niveau galactique des organismes méta-galactiques ..... p. 28/37
niveau des organismes méta-cellulaires ..... p. 29/37
masse et mouvement : loi systémique constructale ..... p. 30/37
conclusions
~~maximum entropy production~~ ..... p. 31/37
recyclages juxtaposés et emboîtés en flux tendus ..... p. 32/37
L'Univers est UN organisme en phase de croissance ..... p. 33/37
L'Univers est UNE éponge multi-dimensionnelle ..... p. 34/37
"simulations" de la "topologie" de l'Univers ..... p. 35/37
un "pavage" d'un Univers "optimal" ..... p. 36/37
bibliographie ..... p. 37/37

DISCUSSION

RÉPONSES AUX QUESTIONS

Tout système vivant est un réseau autopoïétique, "invariant" mais "contingent". ..... p. 1/5
Validité de la "loi équivalente à la deuxième loi de Kepler" $V_A^2 = C.\ t_g^3$ ..... p. 2/5
Tableau <u>périodique</u> de classification des systèmes vivants ..... p. 2/5
Comment définir et mesurer la complexité d'un système ? ..... p. 3/5
ARMSADA : compartimentation et interfaces d'échanges, barrières et flux. ..... p. 4/5
bibliographie complémentaire. ..... p. 5/5

Mobilisation de la matière et de l'énergie :
la nature de la maîtrise d'oeuvre du vivant ?



LES PRINCIPES ORGANISATEURS des SYSTÈMES VIVANTS :
LA VIE de l'UNIVERS d'ACCUEIL de nos FORMES de VIE.

Pierre BRICAGE

introduction

1. MOBILISATION de FLUX de matière et d'énergie.

- **1a. accumulation, CROISSANCE et émergence.**
- **1b. "INVARIANCE de JAUGE" du vivant "vivant".**
- **1c. RECYCLAGES agoantagonistes.**

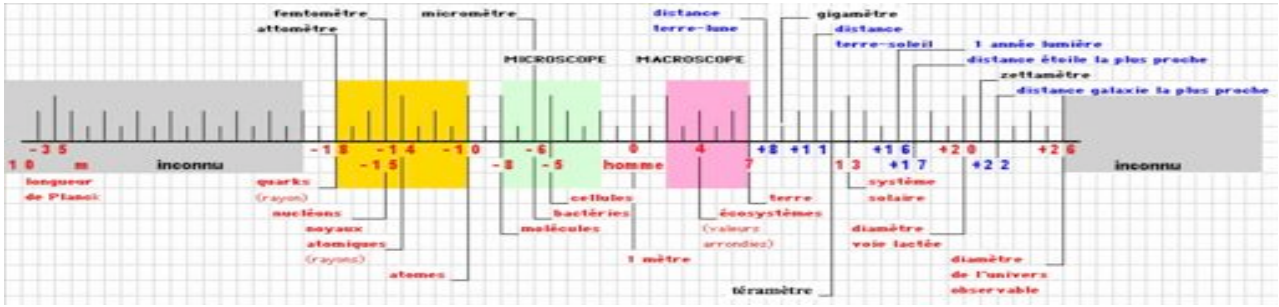
2. Création d'ordres nouveaux et maintien des ordres anciens.

- **2a. Frontières, barrières et échanges, TRANSFRONTALIERITÉ.**
- **2b. MÉCANISME de mise en place et maintien de nouveaux niveaux.**
- **2c. Tableau de la CLASSIFICATION PÉRIODIQUE des systèmes vivants.**

3. croissance en MASSE et croissance en NOMBRE.

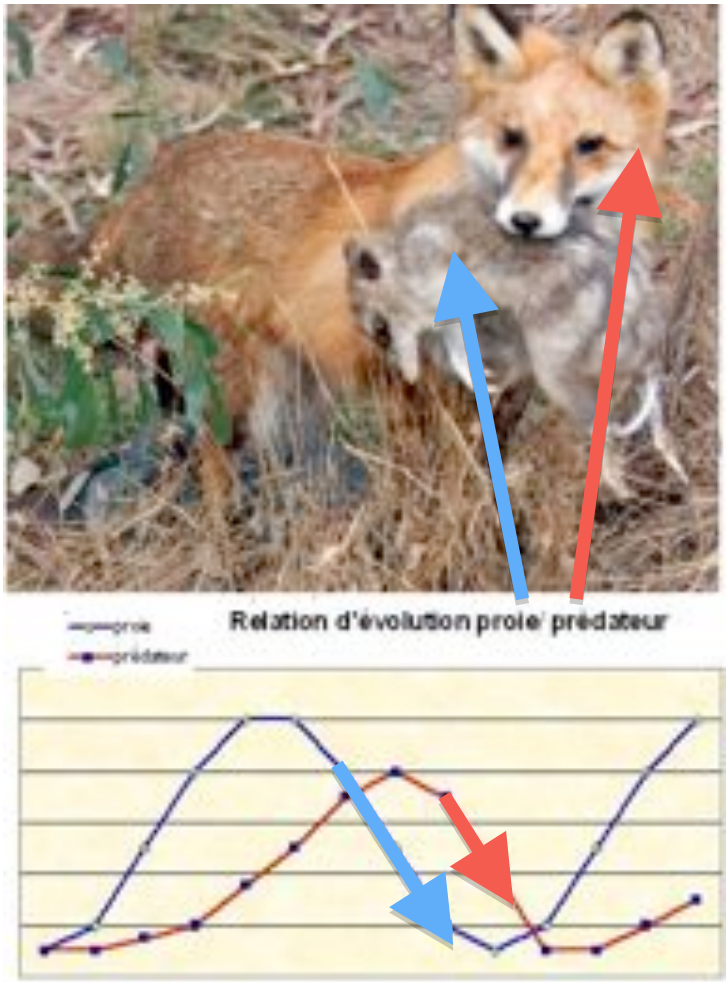
- **3a. LOIS d'échelle, LOCALES et GLOBALE, INVARIANTES.**
- **3b. L'Univers a une STRUCTURE FRACTALE à toutes les échelles.**
- **3c. Loi systémique constructale et LOIS de puissance.**

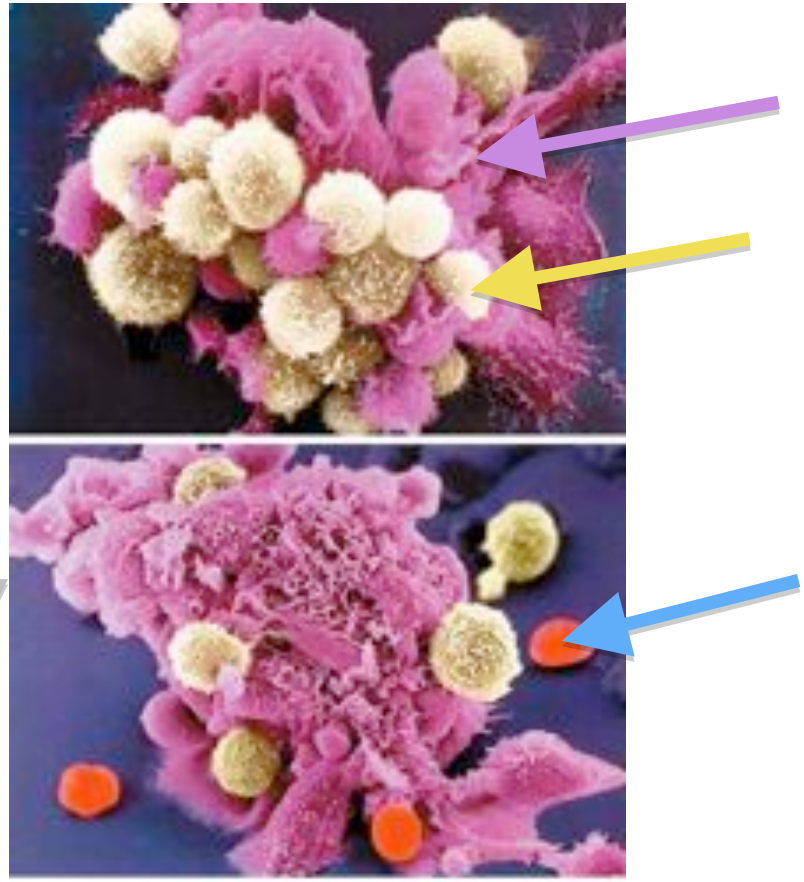
conclusions & bibliographie



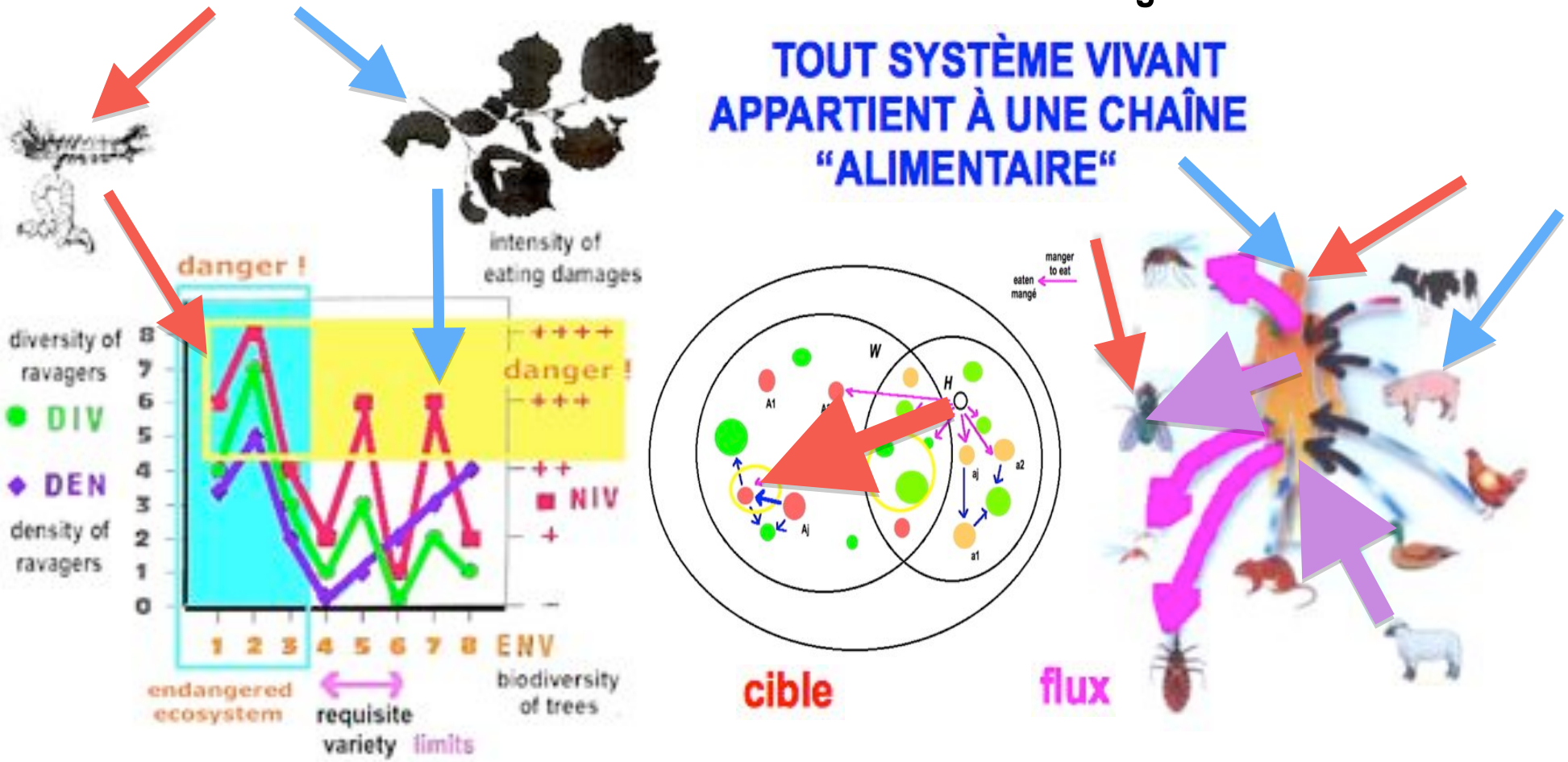
introduction

SURVIVRE C'est "MANGER ET NE PAS ÊTRE MANGÉ"





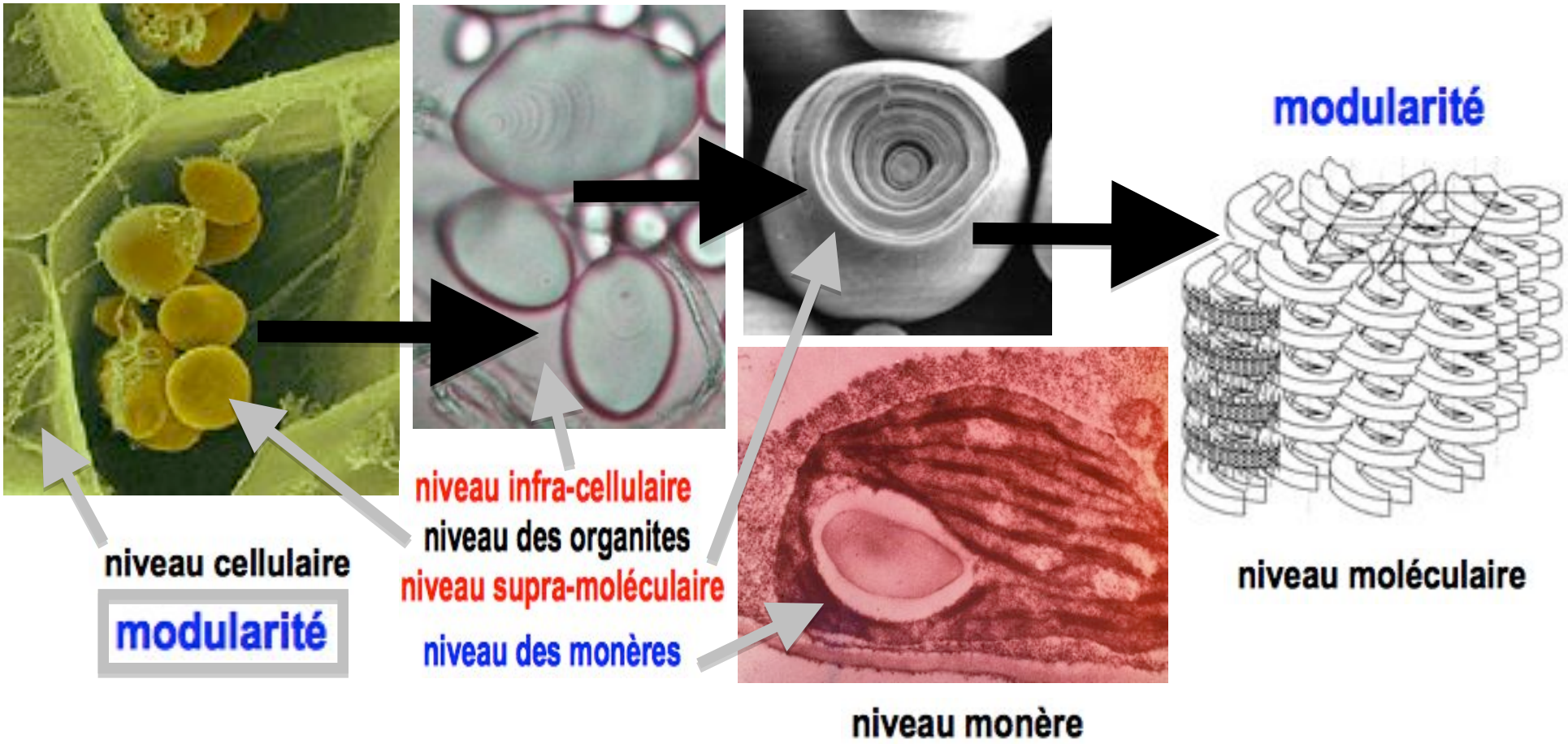
1. Mobilisation de flux de matière et d'énergie.



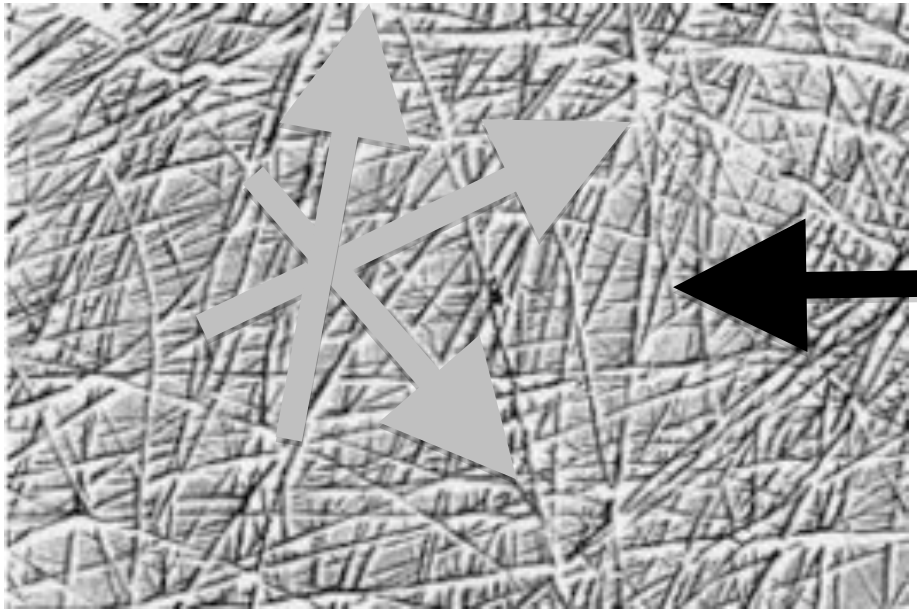
"TÔT OU TARD, IL EST IMPOSSIBLE DE NE PAS ÊTRE MANGÉ"

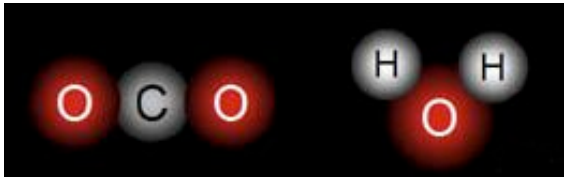
1a. accumulation, CROISSANCE et émergence.

accumulation et croissance : grain d'amidon

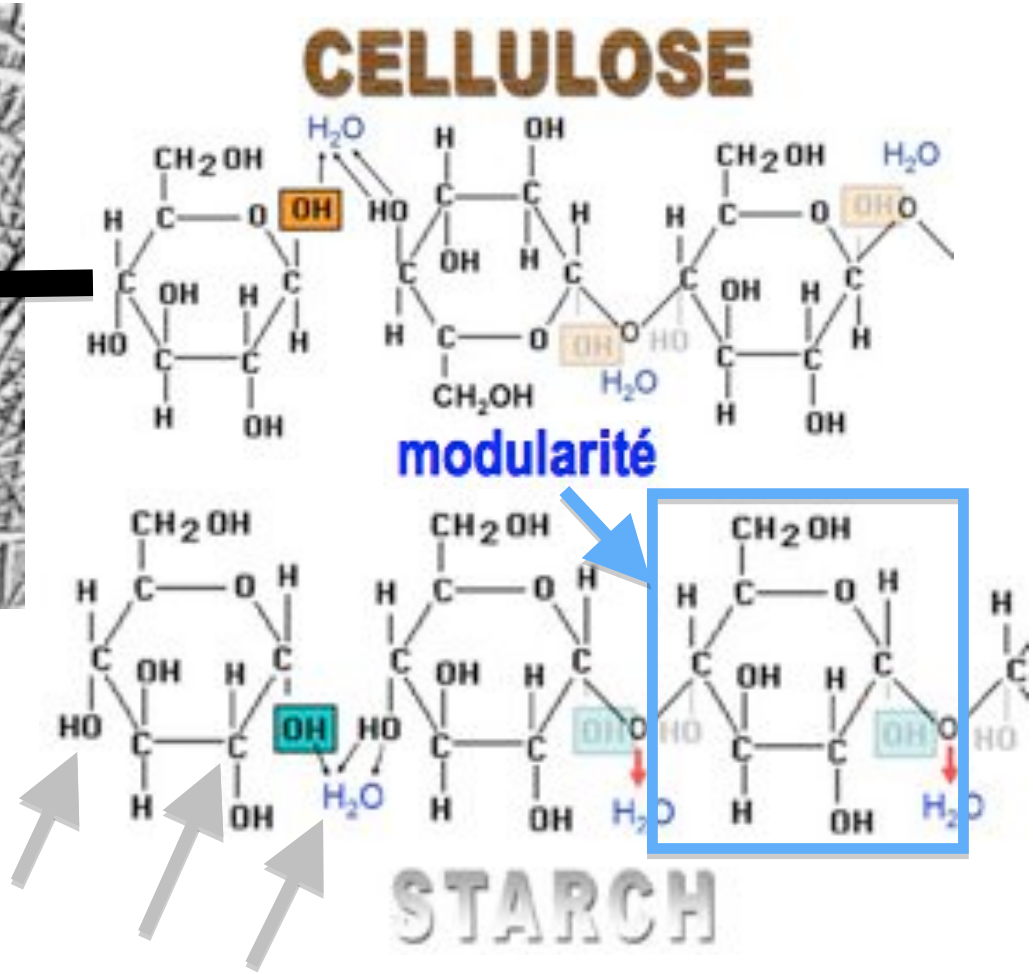


synthèse des glucides : cellulose et amidon

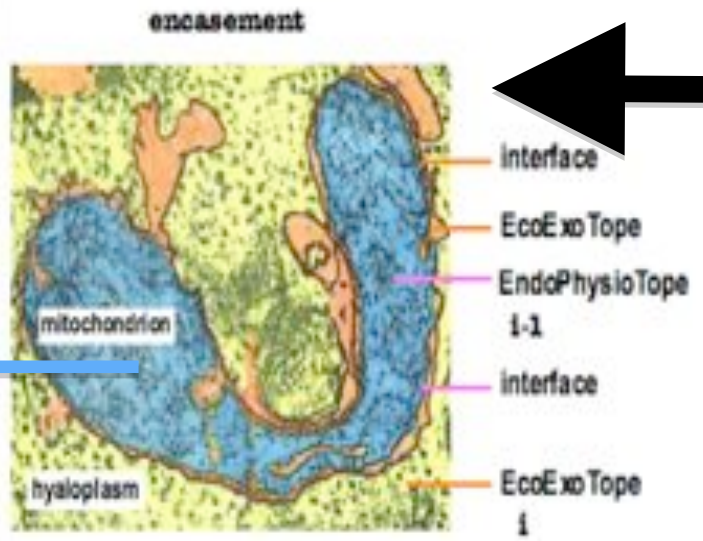




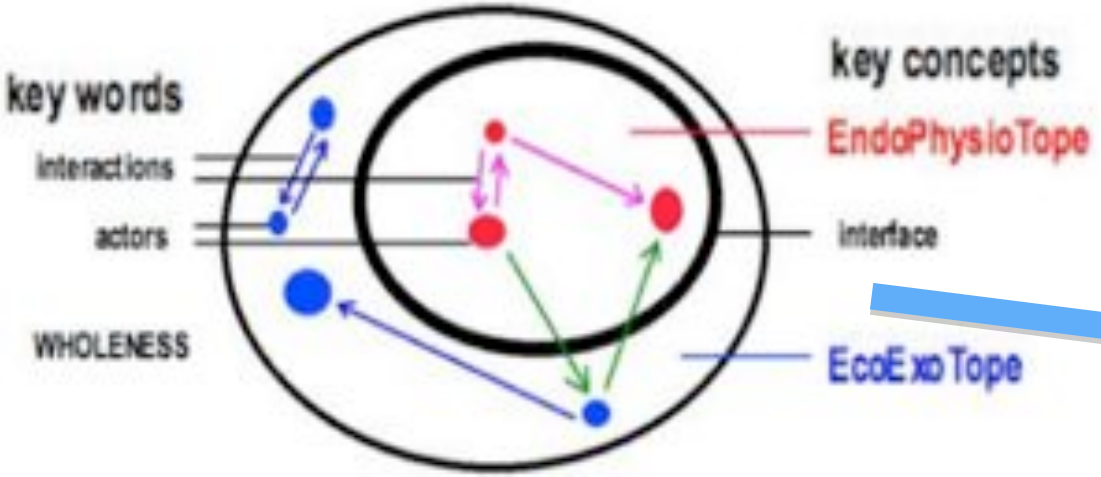
quantité
diversité
qualité

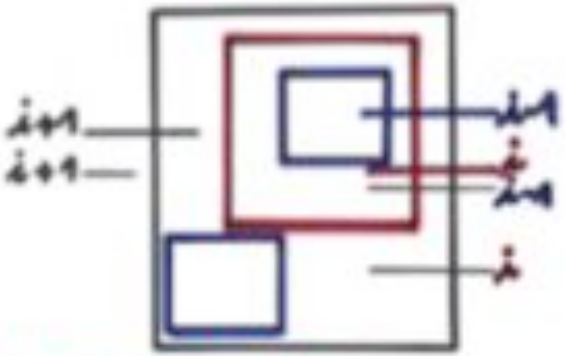


émergence de nouveaux niveaux d'organisation : une bactérie n'est pas une cellule



Characters	Mitochondria	Bacteria
1. Size : width	0.2–1.0μ	0.2–2.0μ
length	1.0–4.0μ	0.3–10.0μ
2. Lipoprotein membrane	60–70Å	70–80Å
3. Invaginations of membrane	cristae	mesosomes
4. Respiratory control	marked	low or absent
5. Inhibitors of phosphorylation like CN—, CO, azide, anti-		less effective
6. DNA shape	closed circle	closed circle
7. Inhibitor of protein synthesis	chloramphenicol	chloramphenicol
8. Ribosomes	60S-78S	70S





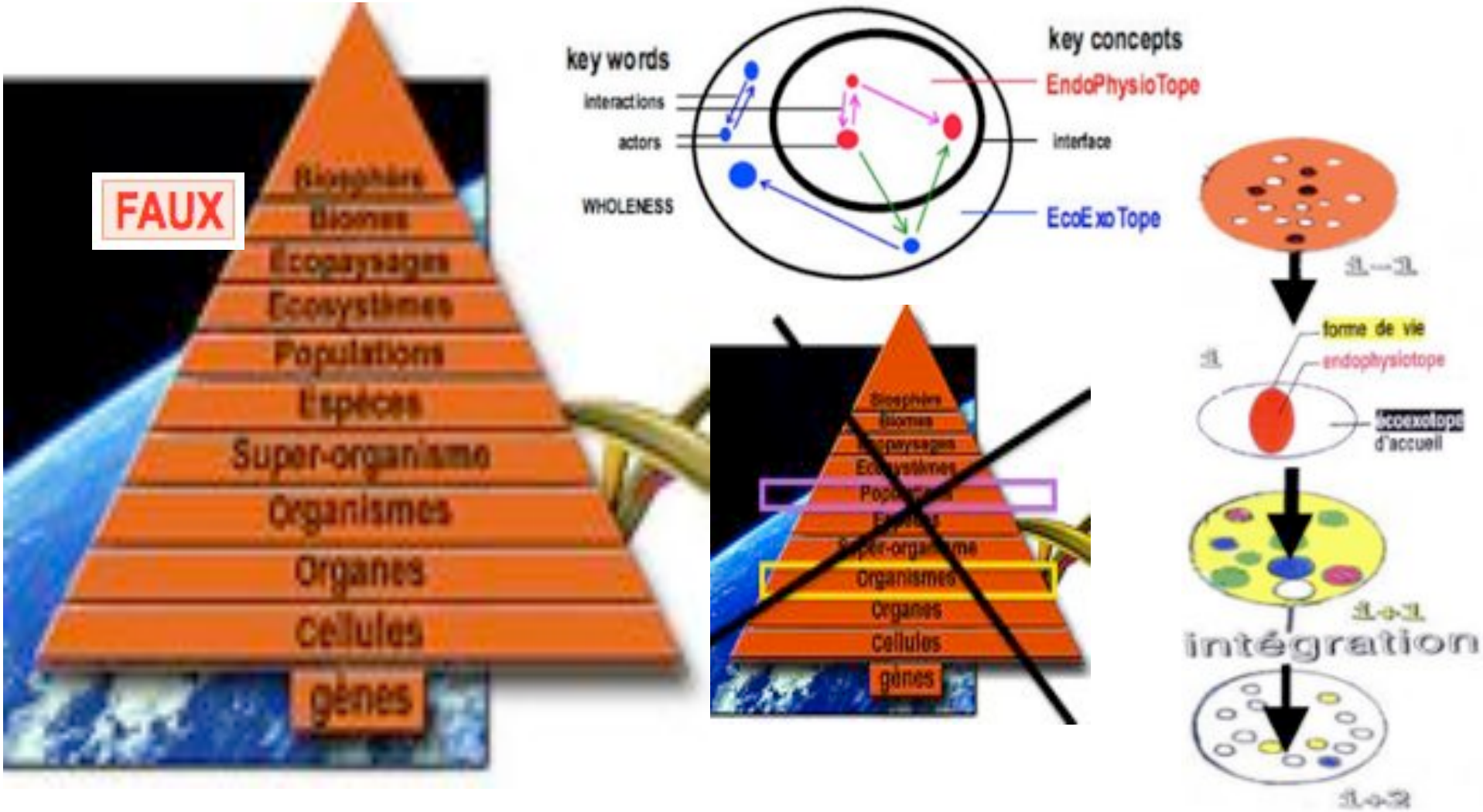
emboîtements

juxtapositions

creative commons

pierre.bricage@univ-pau.fr

La nature de la décision dans la nature ?
19 mai 2001, Andé, 16 p.
http://www.afscet.asso.fr/Decision.pdf


FAUX
Biosphère
Biomes
Ecopaysages
Ecosystèmes
Populations
Espèces
Super-organisme
Organismes
Organes
Cellules
gènes
key words
interactions
actors
WHOLENESS
key concepts
EndoPhysioTope
interface
EcoExoTope
forme de vie
endophysiotope
ecoexotope
d'accueil
intégration

1b. Caractéristiques du vivant “vivant“ : l'INVARIANCE de JAUGE du vivant.

BRICAGE Pierre (1991) Les caractéristiques des organismes vivants. 44 p. Biologie, A.P.I.D.S., Fac. Sci. & Techniques, Univ. de Pau & Pays de l'Adour.

les 7 degrés de liberté de la vie

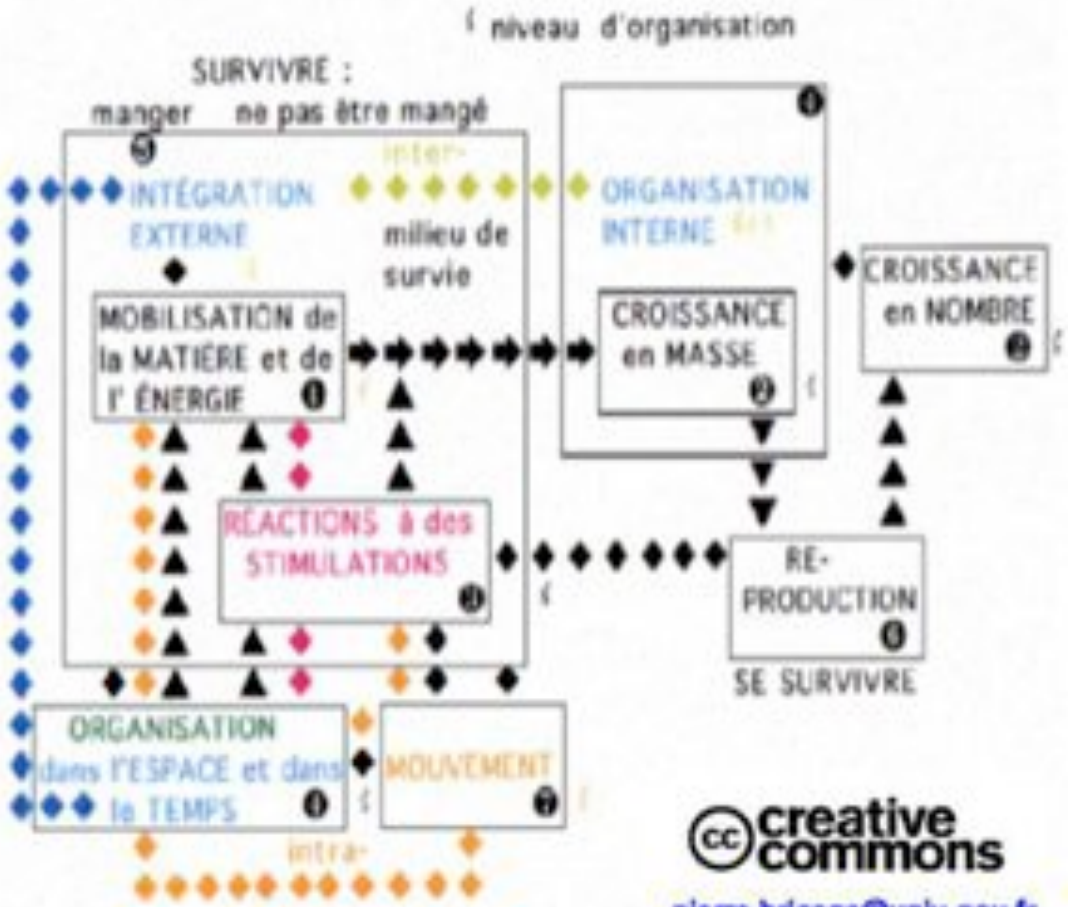
SURVIVRE

1. La MOBILISATION de la MATIÈRE et de l'ÉNERGIE
2. La CROISSANCE en masse et en nombre
3. La RÉPONSE à des STIMULATIONS
4. L'ORGANISATION interne, dans l'espace et dans le temps
5. L'INTÉGRATION externe
6. Le MOUVEMENT

pour **SE SURVIVRE**

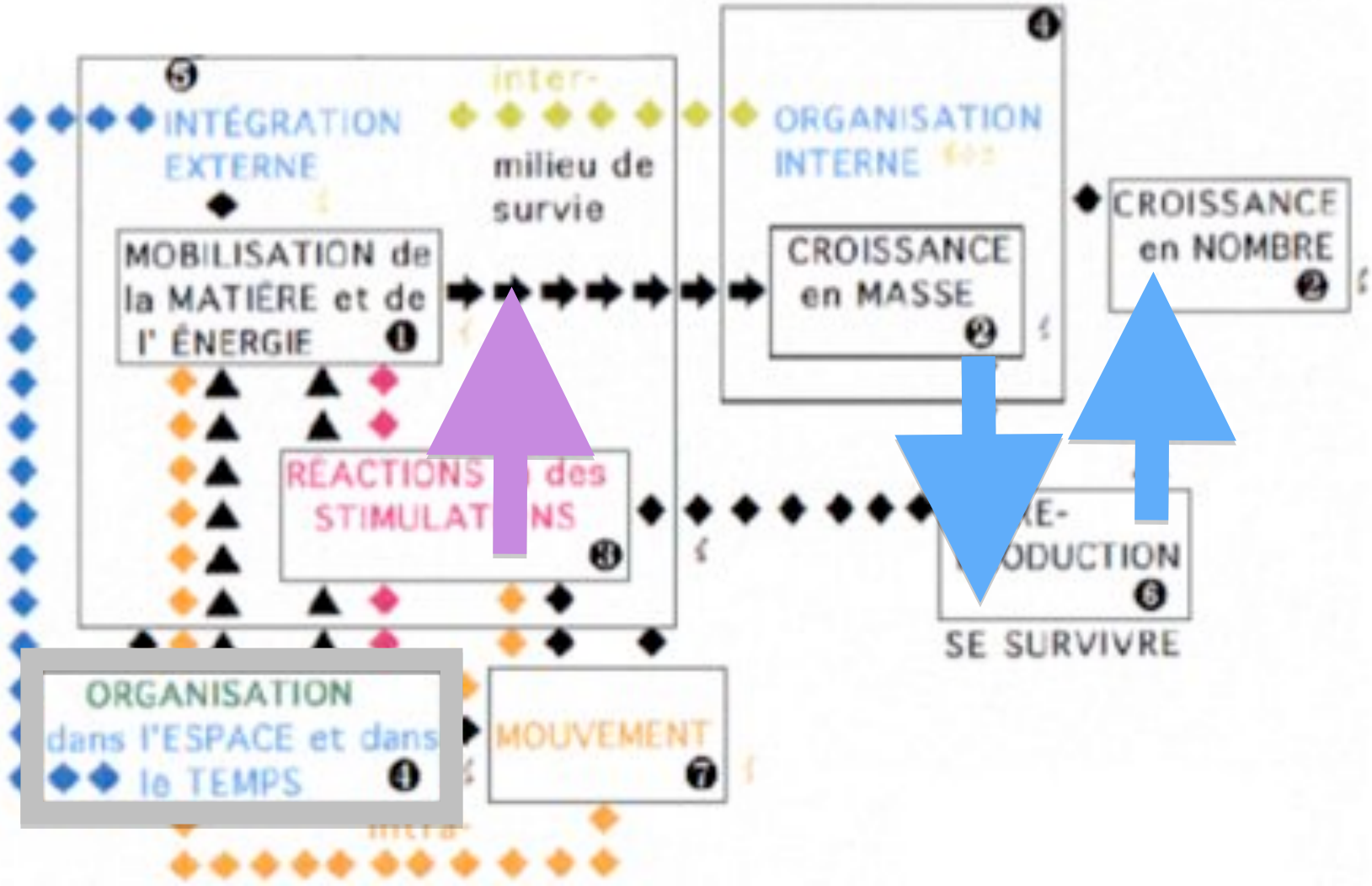
7. La REPRODUCTION

La survie des organismes vivants. 04 février 2000, Paris, 33 p.
http://www.afscet.asso.fr/SURVIVRE.pdf

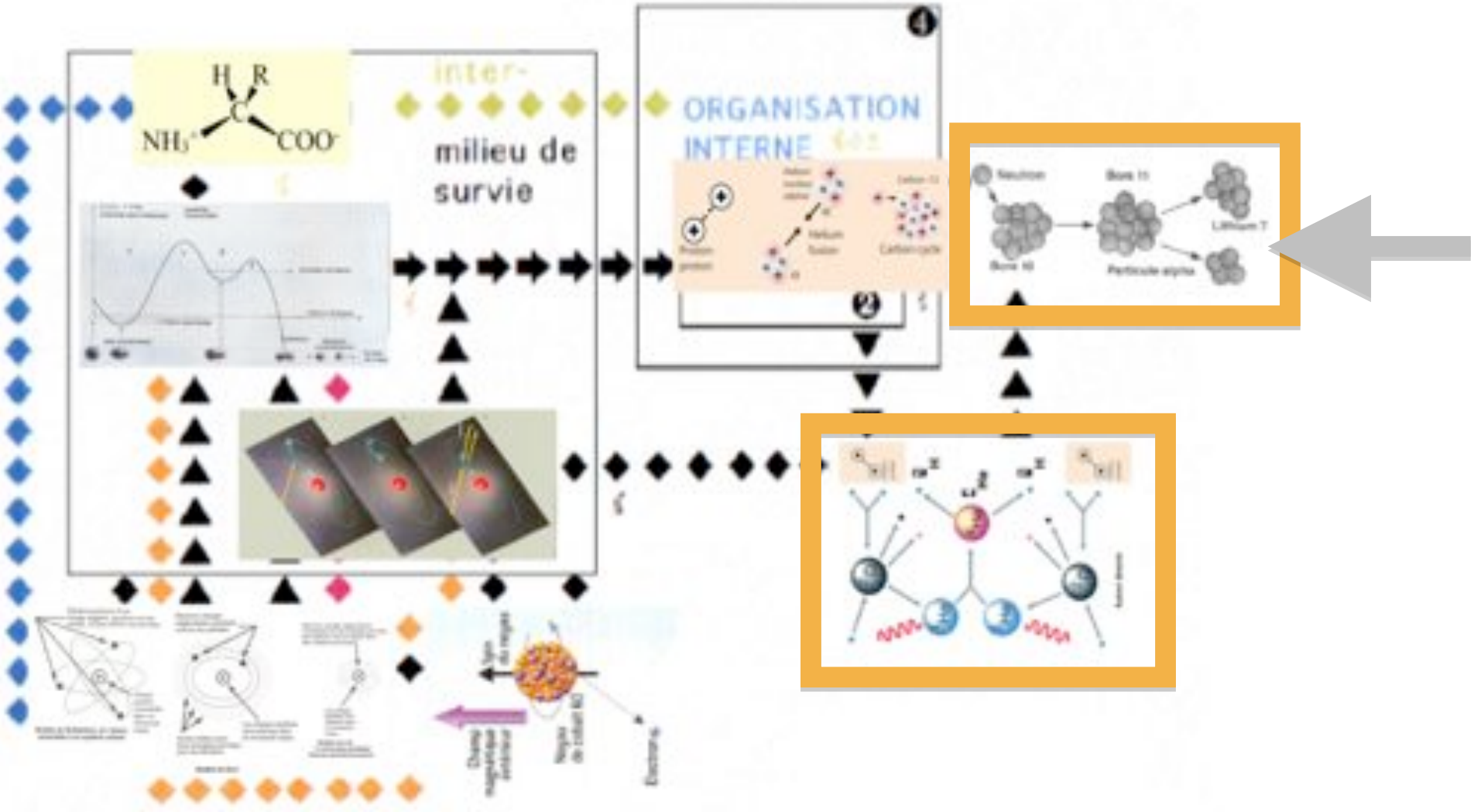


creative commons

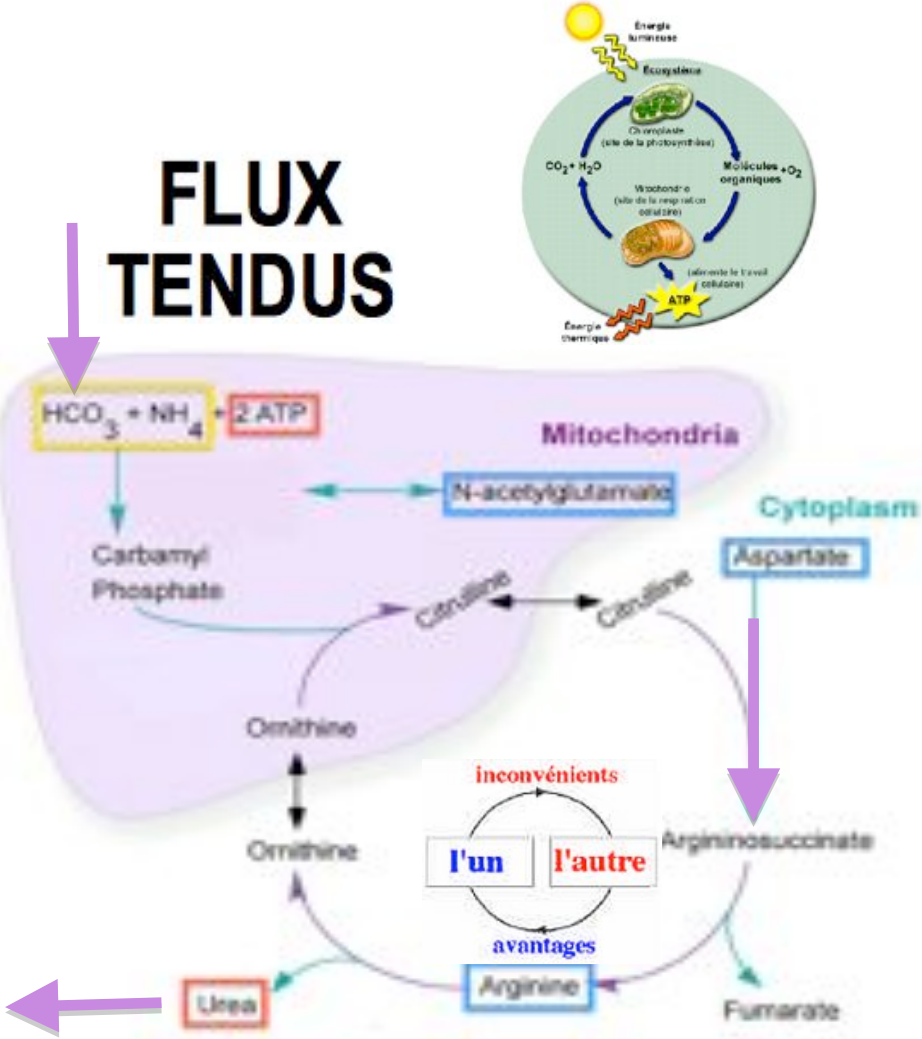
pierre.bricage@univ-pau.fr

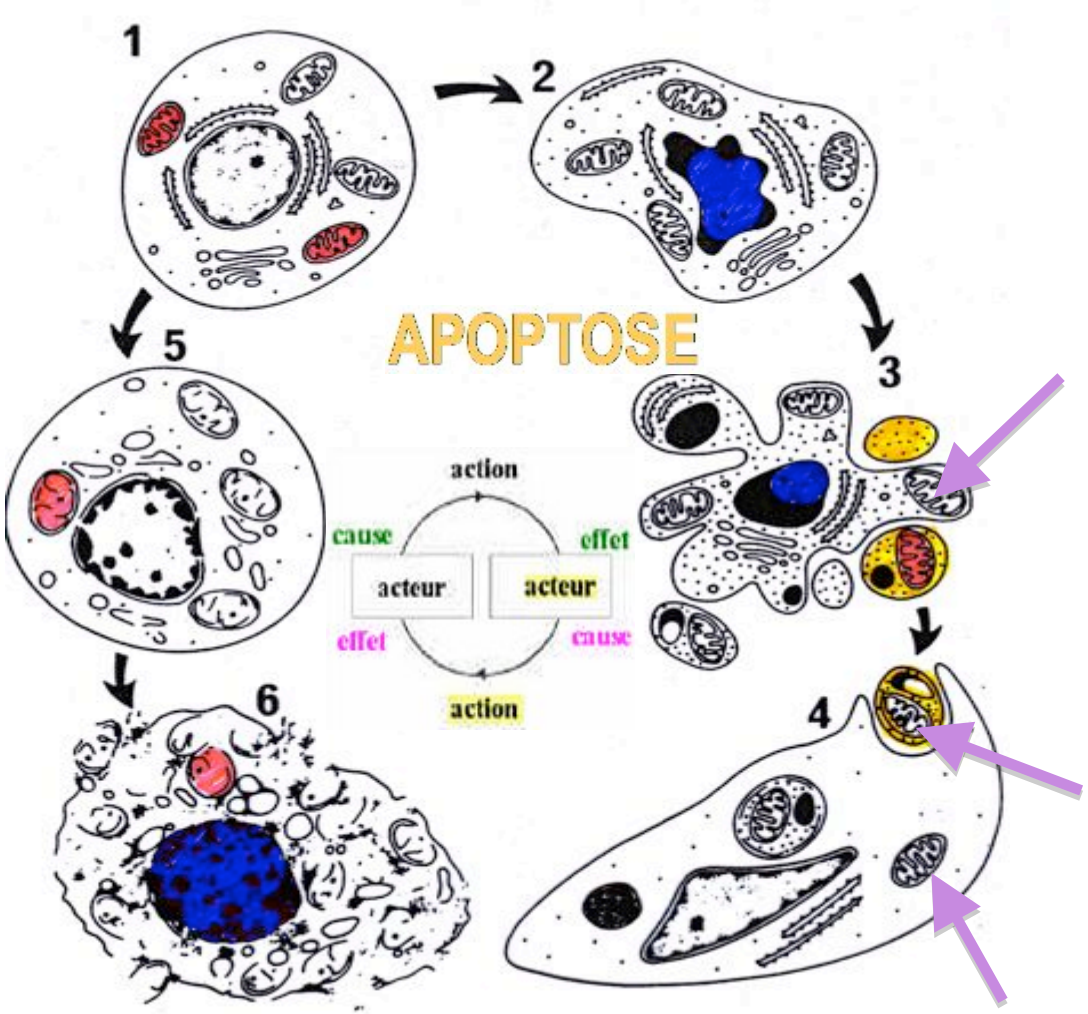

INTÉGRATION EXTERNE
milieu de survie
ORGANISATION INTERNE
MOBILISATION de la MATIÈRE et de l' ÉNERGIE
CROISSANCE en MASSE
CROISSANCE en NOMBRE
RÉACTIONS
STIMULAT NS
SE SURVIVRE
ORGANISATION dans l'ESPACE et dans le TEMPS
MOUVEMENT

AVOIDING
ATTACK
Energy
for
animal life
u de
e
Embryonic
Stem Cells
COMPARATIVE
COGNITION
Animal
Locomotion
Sex, Size & Gender Roles
intra-

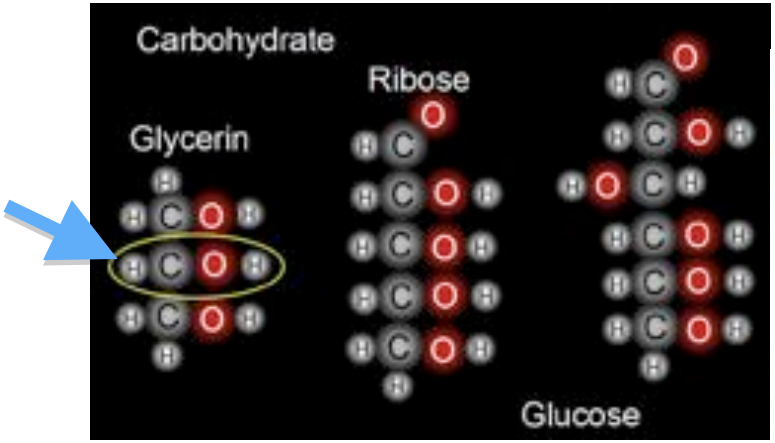

inter-
milieu de
survie
ORGANISATION
INTERNE

1c. RECYCLAGES agoantagonistes.

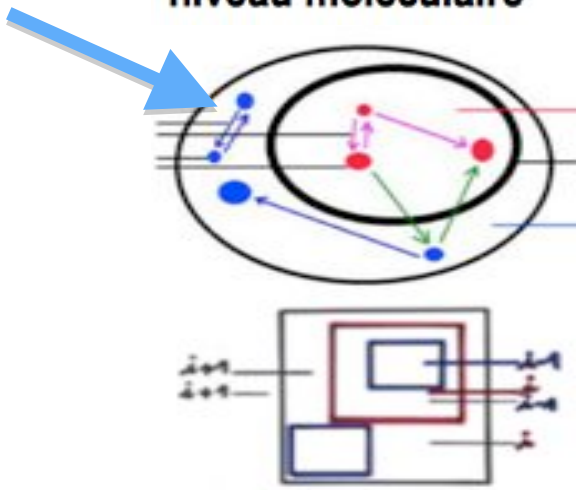


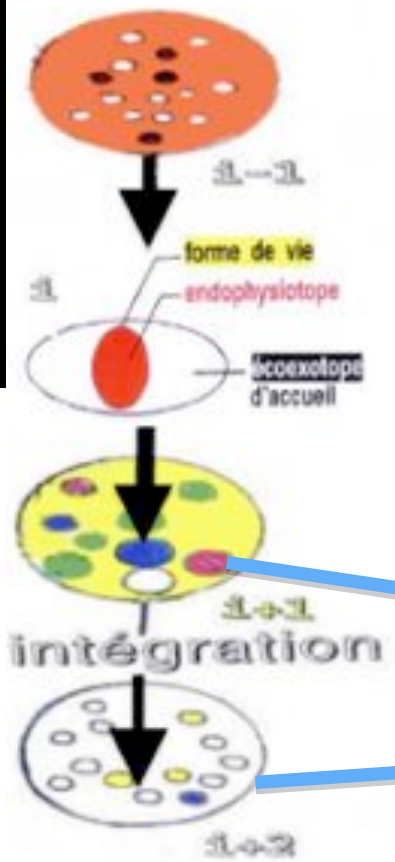


2. Création d'ordres nouveaux et maintien des ordres anciens.

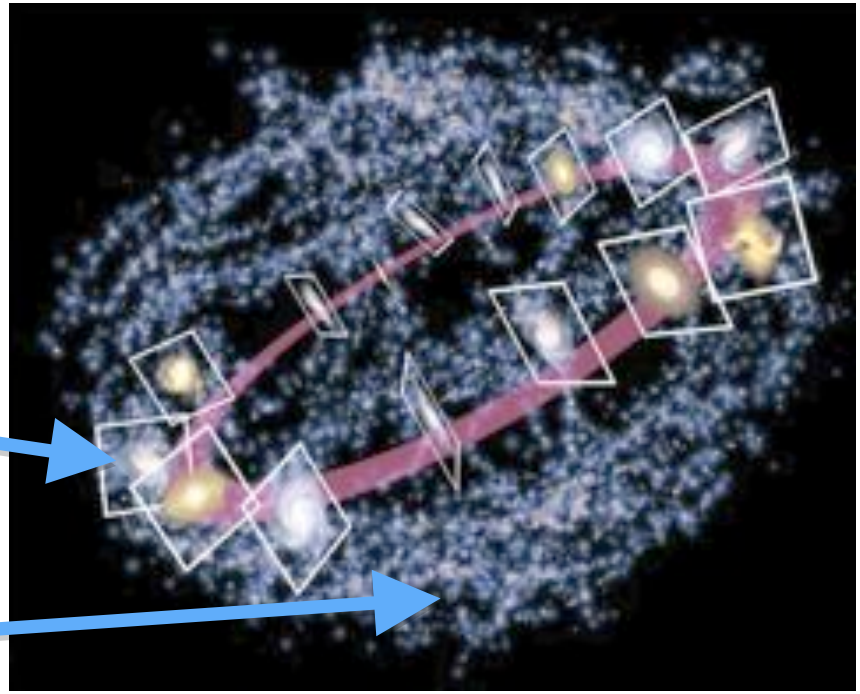


niveau moléculaire





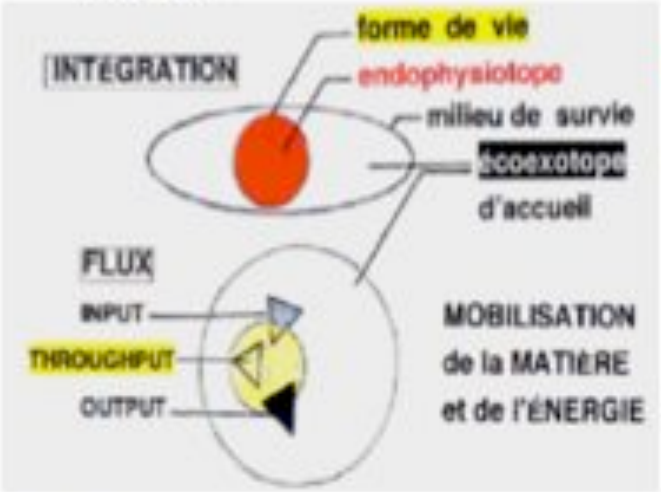
création d'un
espace-temps-action
nouveau



niveau supra-galactique
: écosystème galactique

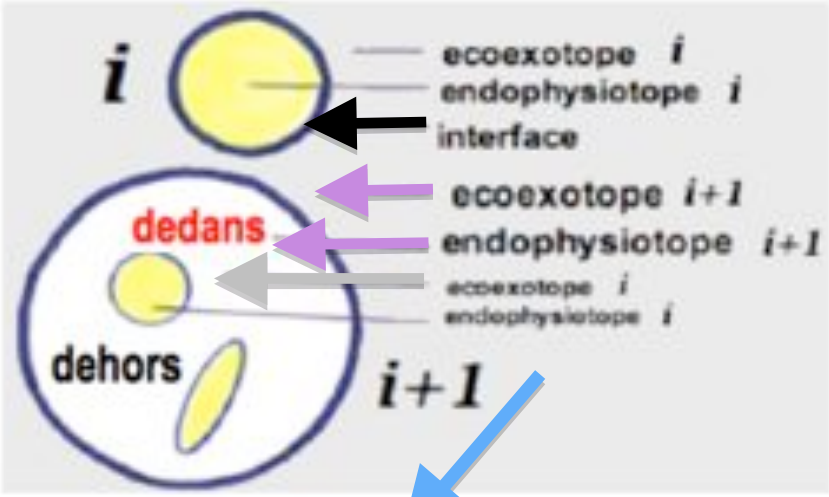
Qu'est-ce qu'un système ?

integer



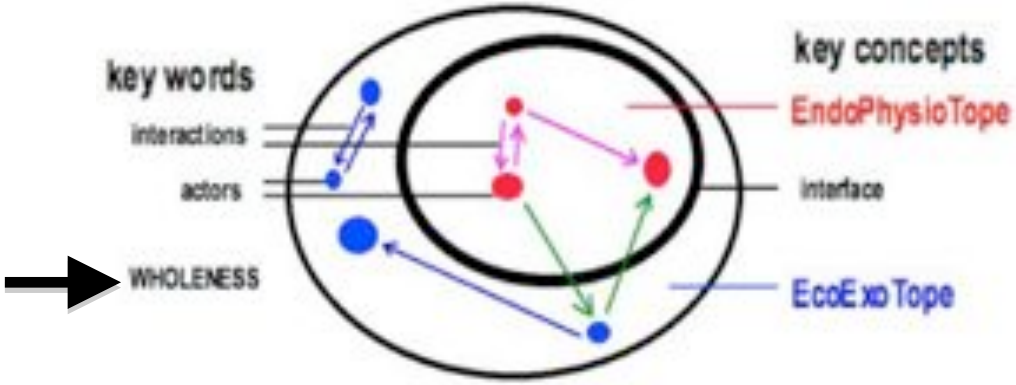
dedans

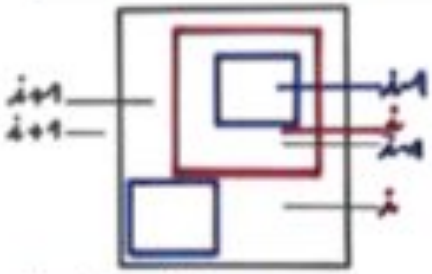
dehors



Partout, autour de nous,

des systèmes de systèmes ...





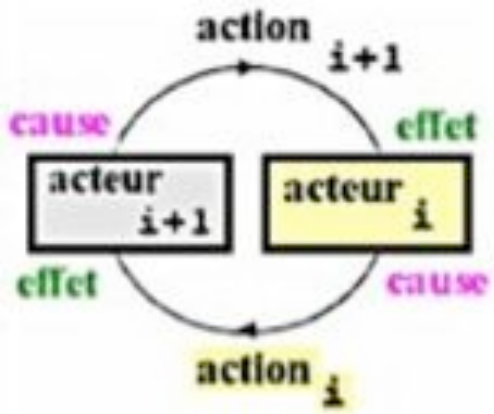
emboîtements

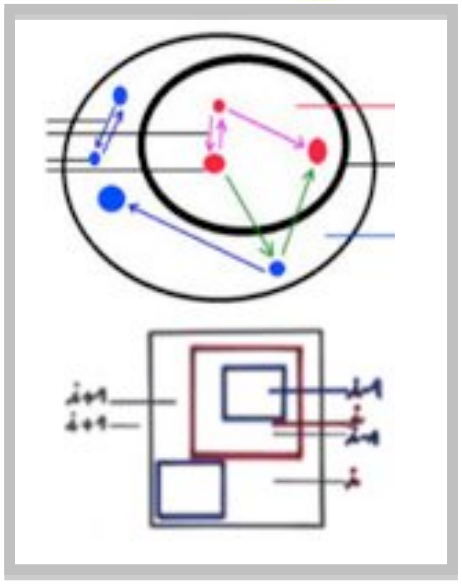
juxtapositions

creative commons

pierre.bricage@univ-pau.fr

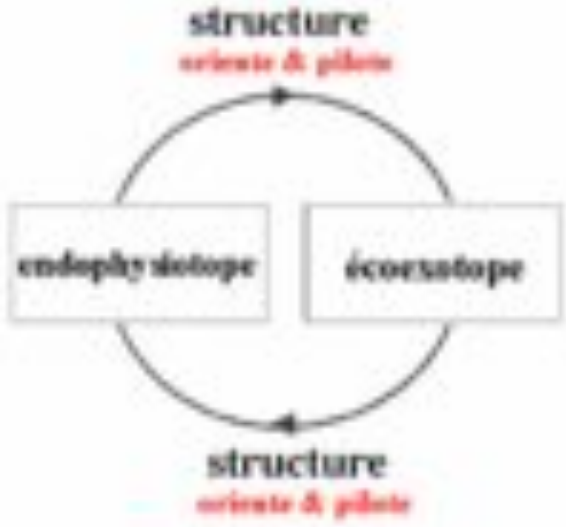
LOI SYSTÉMIQUE CONSTRUCTALE : RÉTROACTION, NON-LINÉARITÉ

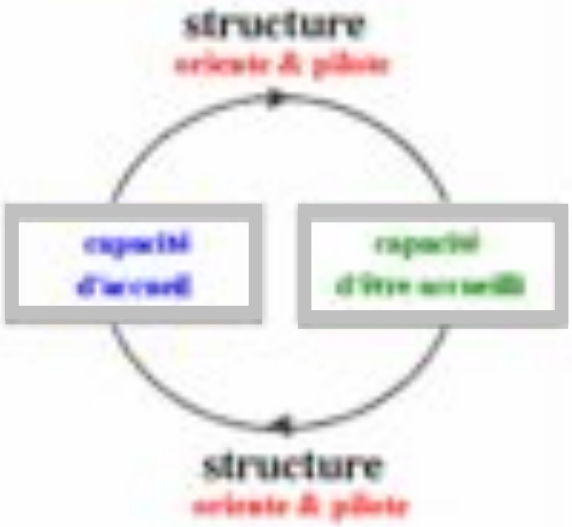




"interaction is construction, construction is interaction."

Tout organisme, par son comportement de survie, modifie son écoexotope d'accueil. Et, cet écoexotope modifié déclenche à son tour des stimulations nouvelles pour l'endophysiotope de l'organisme accueilli. L'organisme porte ainsi en lui, en son endophysiotope, l'empreinte de son écoexotope, en même temps que l'écoexotope se transforme par l'action de l'organisme.





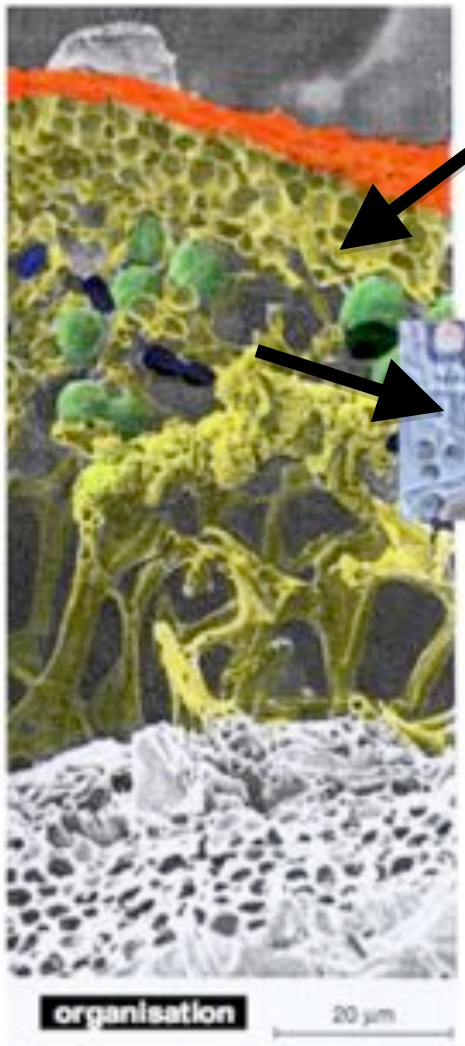
2a. Frontières, barrières et échanges, TRANSFRONTALIERITÉ ...

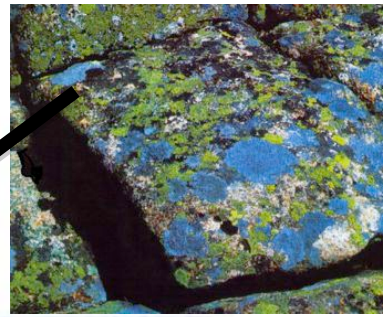
- membranes et parois : à la fois barrières et interfaces d'échanges,
- emboîtements et juxtapositions de modules pré-existants,
- frontières spatiales : "un espace pour chacun, chacun dans son espace",
- frontières temporelles : "un temps pour chacun, chacun dans son temps",
- "pour que l'un survive il faut d'abord que l'autre survive"
- transfrontaliérité : recyclages agoantagonistes
- diversité requise : "ni trop, ni trop peu" (meden agan).

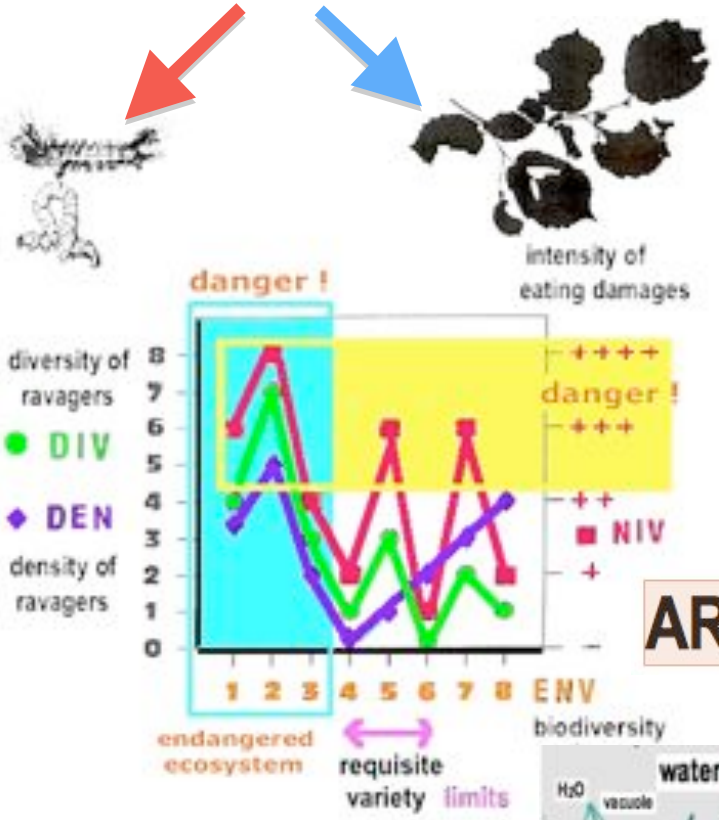
2b. Mécanisme de mise en place et de maintien de nouveaux niveaux d'organisation.

- chaîne trophiques : survivre c'est "manger et ne pas être mangé",
- règle commune : "tôt ou tard, il est impossible de ne pas être mangé",
  "il n'y a jamais d'avantages sans inconvénients"
- principe de précaution du vivant : "prévenir, réparer et détruire",
  "seules survivent et se survivent
  les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés"

ARMSADA

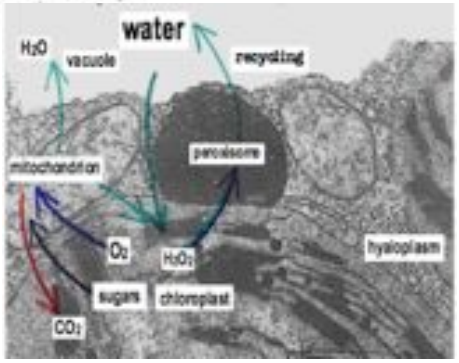






ARMSADA

Only will survive
the Associations
for the Reciprocal and Mutual Sharing
of Advantages and Disadvantages



il n'y a jamais d'avantages sans inconvénients

premier avantage :

MIEUX : émergence d'une nouvelle capacité d'être accueilli, dans des écoexotopes où la capacité d'accueil était impossible.

deuxième avantage :

PLUS grand : changement d'échelle spatiale,
PLUS longtemps : changement d'échelle temporelle.

premier inconvénient :

SOLIDARITÉ : si l'un des partenaires meurt, l'autre meurt.

deuxième inconvénient :

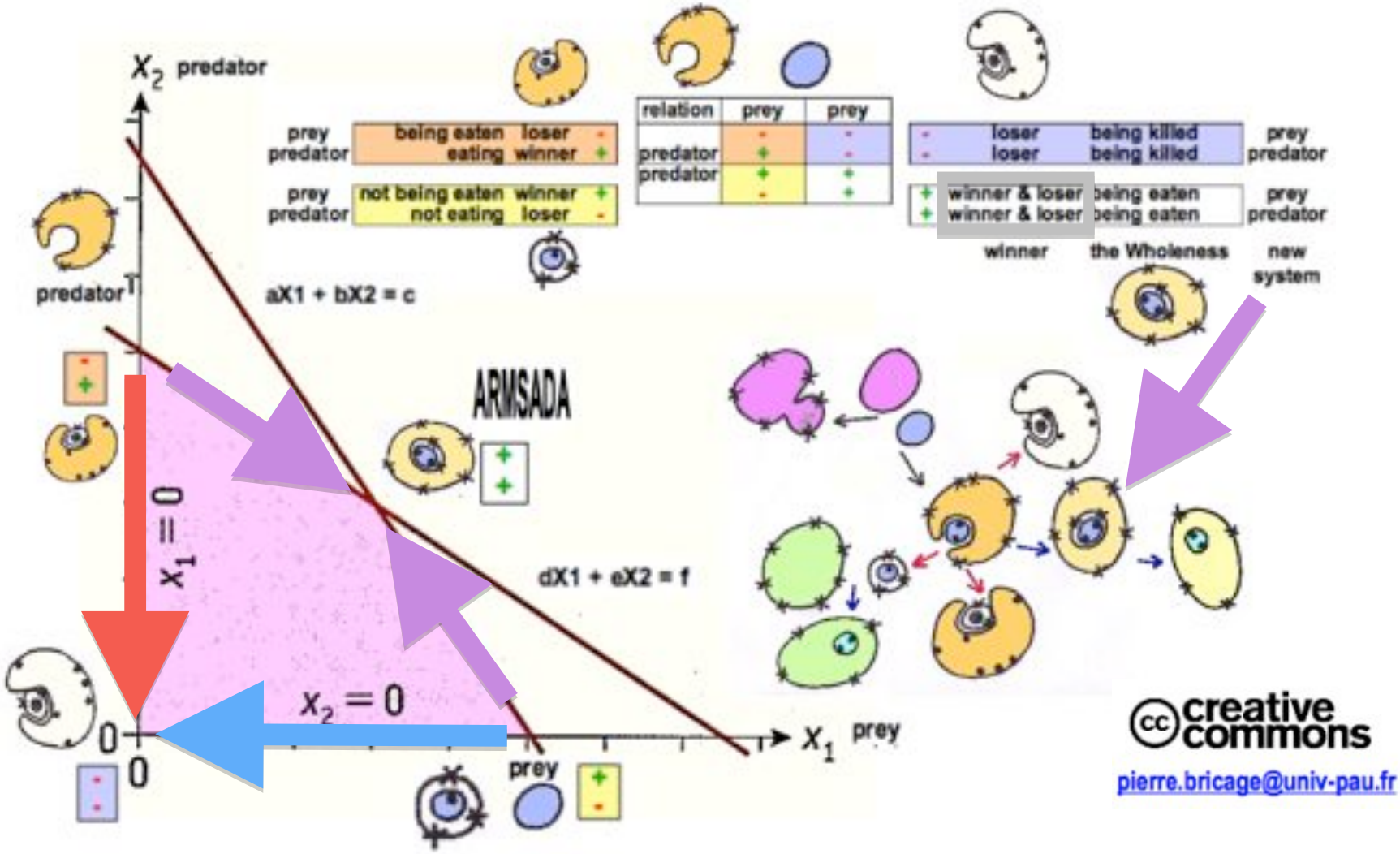
Le Tout est MOINS que la somme de ses parties.

La mise en place d'une ARMSADA permet de survivre et de se survivre en créant un nouveau système de niveau d'organisation supérieur.

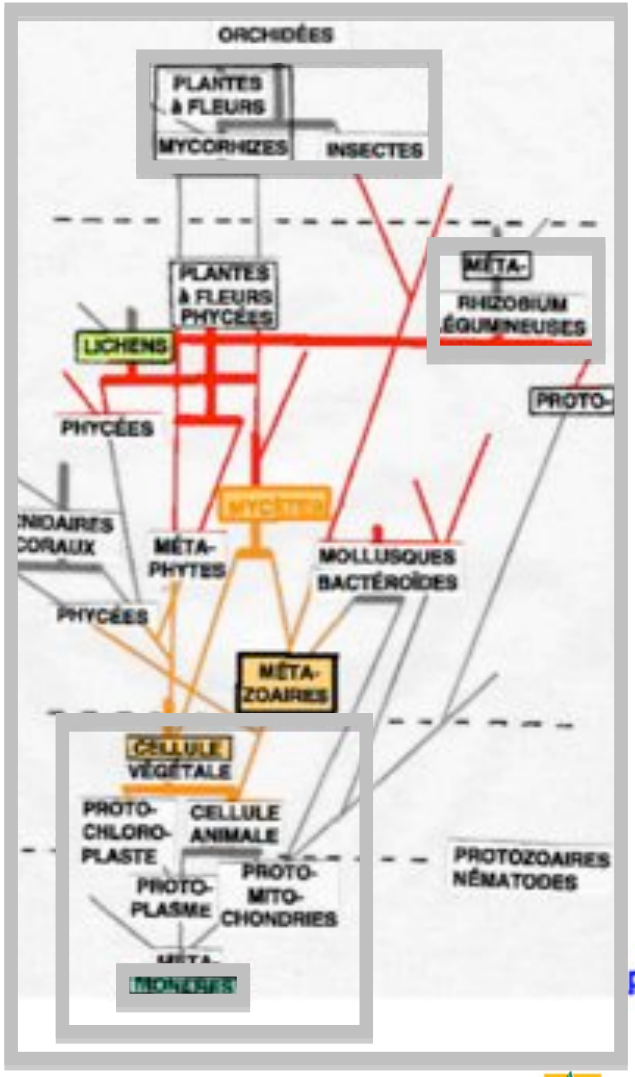
La croissance de chacun est limitée par celle de l'autre.

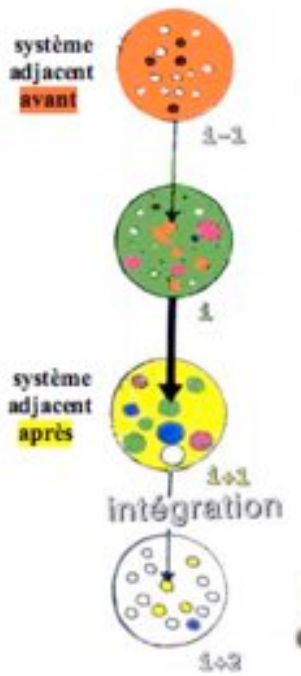
deuxième exigence :

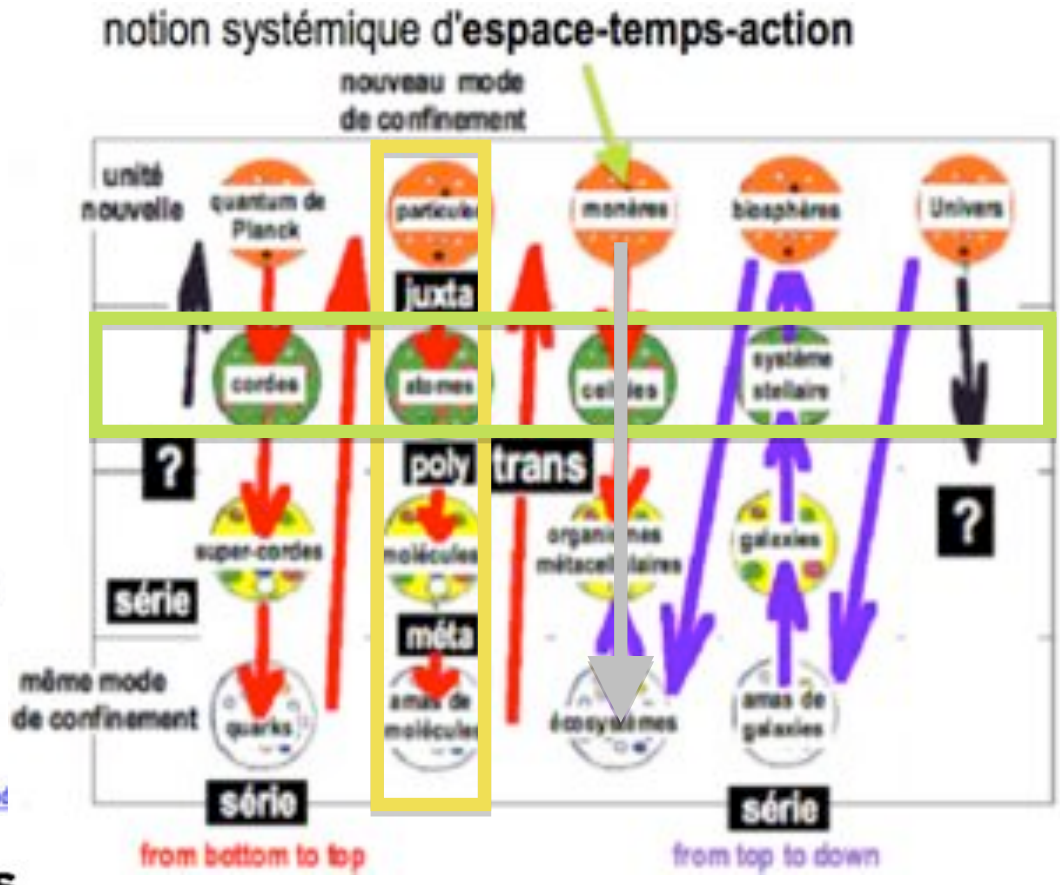
Pour que l'UN survive, il faut d'abord que l'AUTRE survive.
La survie mutuelle dépend d'une limitation réciproque.


X_2 predator
prey predator being eaten loser -
eating winner +
prey predator not being eaten winner +
not eating loser -
relation prey prey
predator -
predator +
predator +
-
loser being killed prey predator
loser being killed
winner & loser being eaten prey predator
winner & loser being eaten
winner the Wholeness new system
predator
aX1 + bX2 = c
ARMSADA
$x_1 = 0$
dX1 + eX2 = f
$x_2 = 0$
0
0
prey
X_1 prey
creative commons
pierre.bricage@univ-pau.fr

2c. Tableau de classification périodique des systèmes vivants.



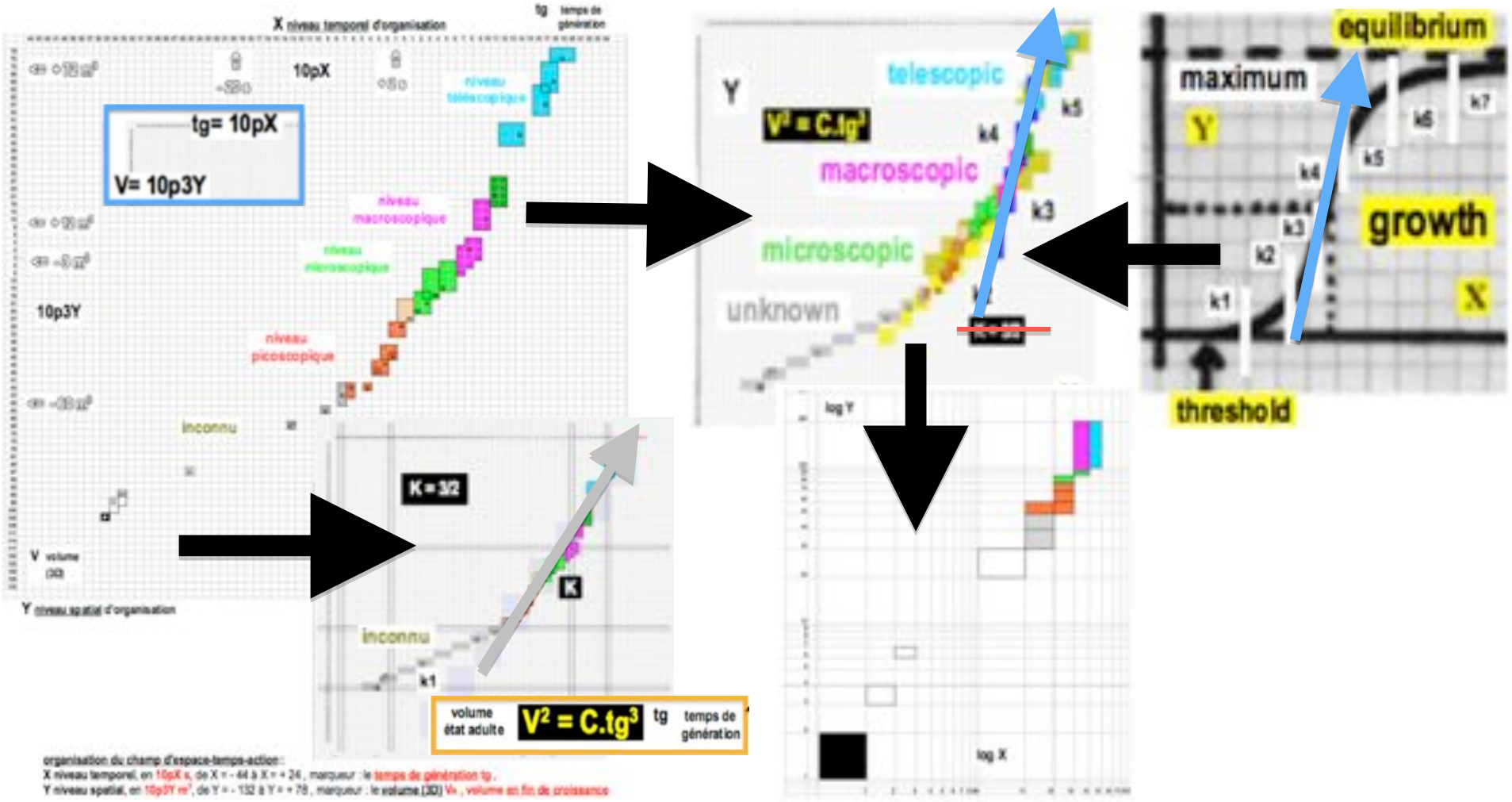




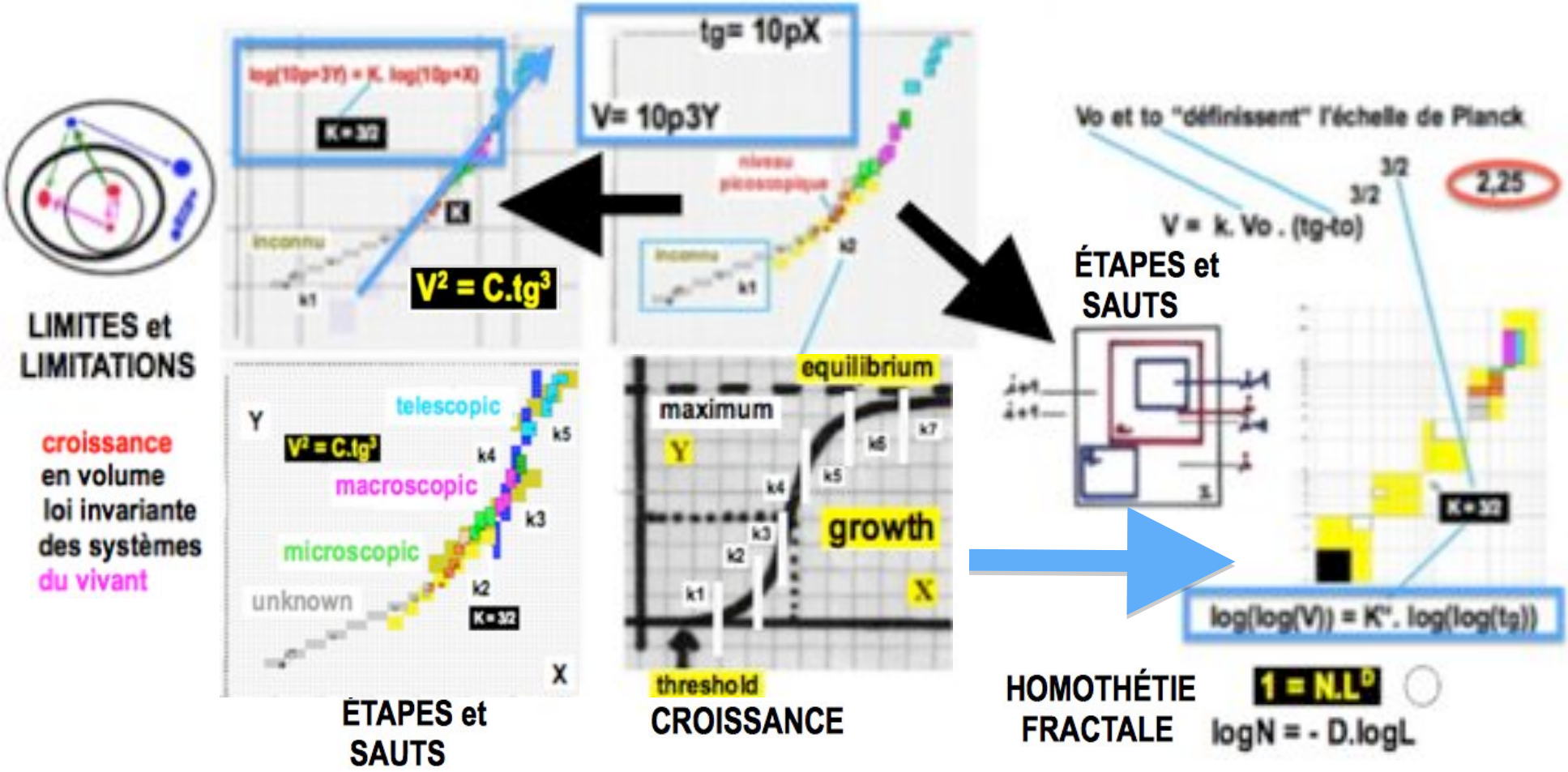
http://www.afscet.asso.fr/ergodiqW.pd
creative commons

pierre.bricage@univ-pau.fr

3. croissance en masse et croissance en nombre.



3a. LOIS d'échelle, LOCALES et GLOBALE, INVARIANTES.



3b. L'Univers a une structure fractale à toutes les échelles.

Échanges, croissance et temps de génération : individuation et "élan vital"
le "passage" de la croissance en masse à la croissance en nombre

volume V (3D)
surface S (2D)
écophase de croissance
endophysiotope
écoexotope
SURVIVRE
SE SURVIVRE
$V_A^2 = k\, t_g^3$
volume état adulte V_A
durée minimale d'atteinte de l'état adulte : temps de génération

$V_A = k_q . t_g$

$\log V_A - \log k_q = (3/2 \times 3/2) \log t_g$

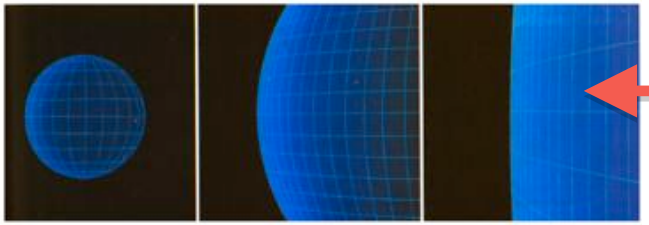
niveau *i* niveau *i+1*
loi systémique constructale

$\log V = D \log T$
si V est le volume d'une division fractale, et T la fréquence d'itération, de "recopier", D est la dimension fractale à une constante quantique k_q près.
si (k_q=1) alors D = 2,25
(causalité "non-linéaire")

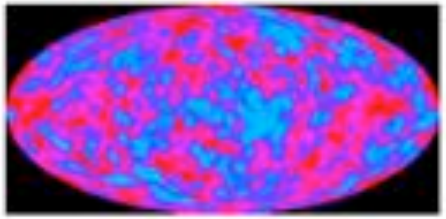
$V_A^2 = k\, t_g^3$
$D^6 = k'\, t_g^3$
alors $D^2 = k'\, t_g$

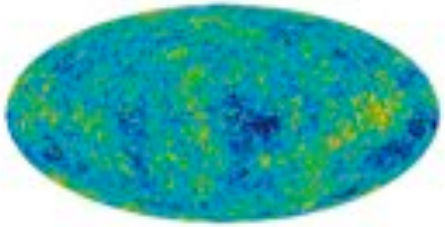
Le temps de génération (temps minimal nécessaire pour atteindre l'état adulte) est proportionnel à la surface minimale de survie (causalité linéaire), et, inversement, la surface maximale "atteinte" (en fin de croissance) est proportionnelle à la durée de survie.
« La complexification ne peut se poursuivre indéfiniment, car c'est par la surface que se réalisent les échanges. » (Laborit, 1985)

$V_A^2 = k\, t_g^3$
$D^6 = k\, t^3$
$D^2 = k\, t$



$1 = N.L^D$ D = 2,25
$\log N = -D.\log L$

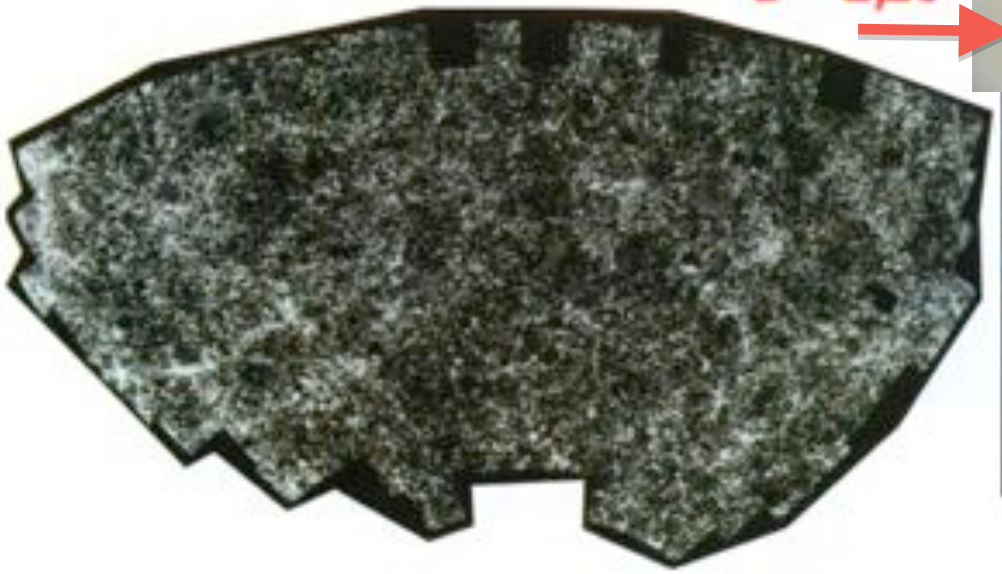


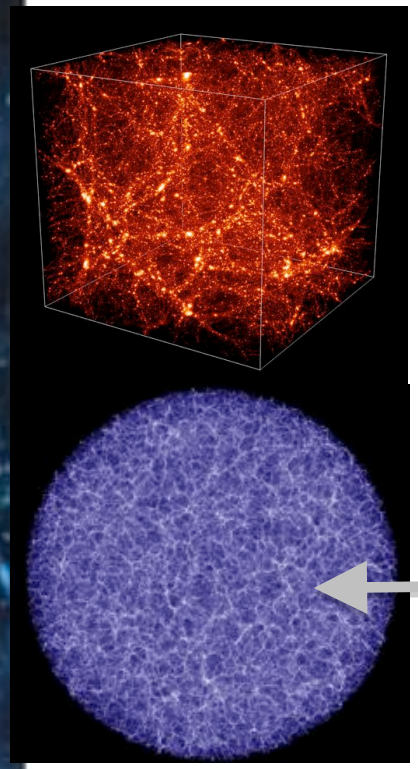


Cosmic scaffolding. The "cosmic web" of dark matter as simulated on a computer.
Nickolay Y. Gnedin, Nature 435 (2005)

si V est le volume d'une division fractale,
et T la fréquence d'itération, de "recopie",
D est la dimension fractale
à une constante quantique k_q près.

D = 2,25



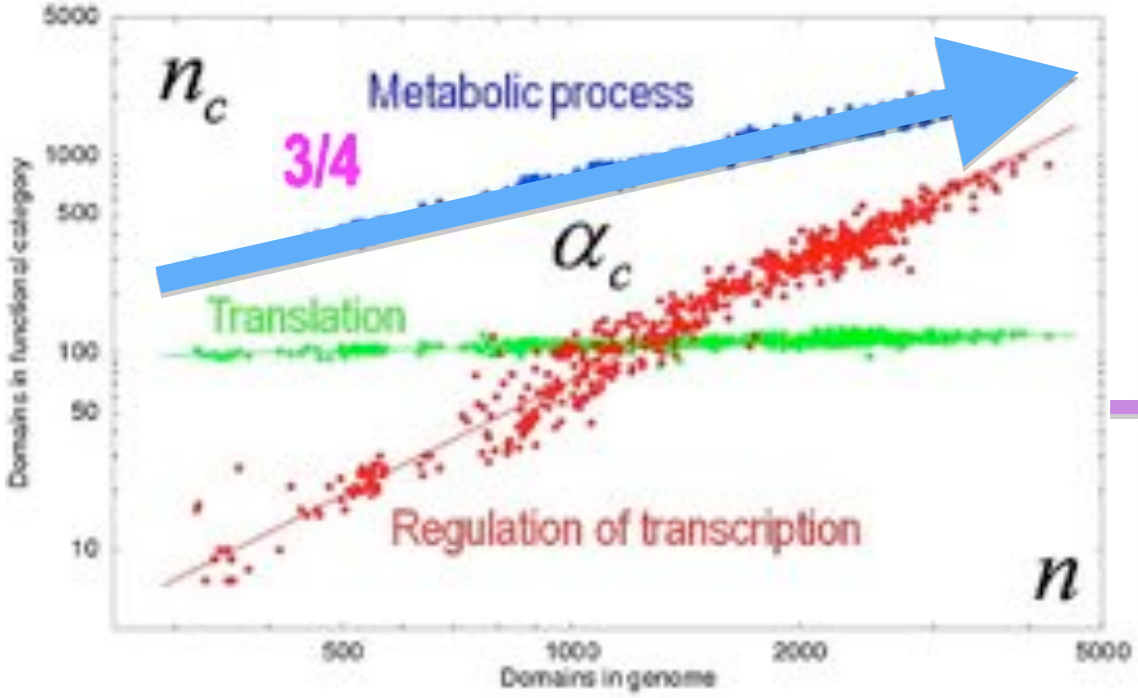


3c. Loi systémique constructale et lois de puissance.

V_A 3D size
t_g generation time

$$V_A^2 = C \cdot t_g^3$$

3/2



term	Exponent α_c
translation	0.08 ± 0.01
DNA replication	0.41 ± 0.04
DNA repair	0.61 ± 0.04
metabolic process	0.80 ± 0.01
carbohydrate metabolic process	1.10 ± 0.06
transport	1.30 ± 0.06
porphyrin metabolic process	1.66 ± 0.16
regulation of transcription	1.94 ± 0.04
secretion	1.98 ± 0.20
DNA recombination	2.23 ± 0.23

3/4

3/2

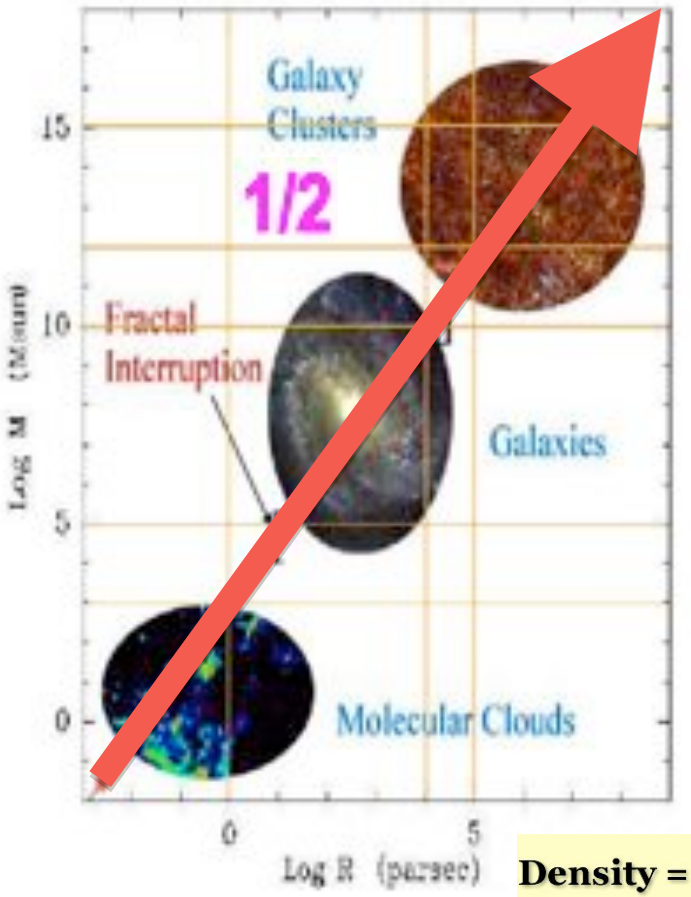
$$n_c = A_c n^{\alpha_c}$$

$$\log(n_c) = \beta_c + \alpha_c \log(n)$$

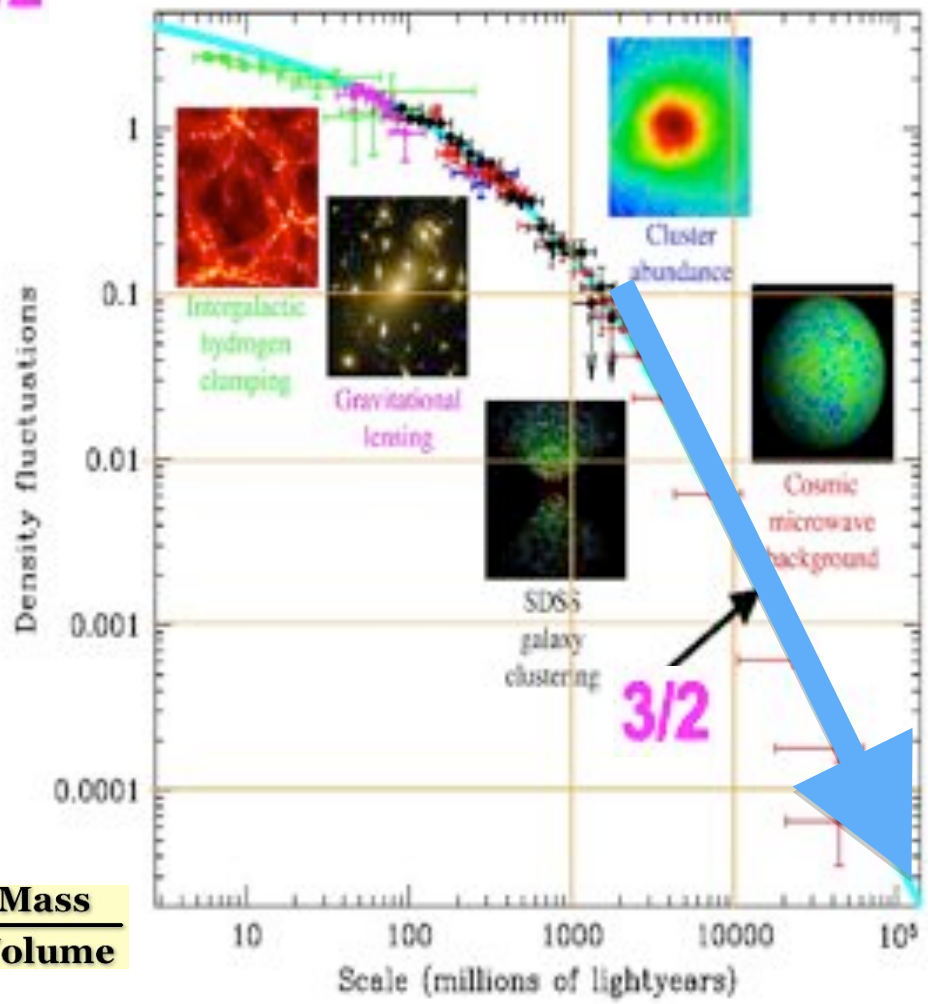
V_A 3D size
t_g generation time

$$V_A^2 = C \cdot t_g^3$$

3/2



$$\text{Density} = \frac{\text{Mass}}{\text{Volume}}$$



University of California, Santa Barbara, CA 93106

Growth rates, or rates of production of new biomass, are of fundamental importance in linking physiological processes to adaptively important features such as reproductive rates.

Among animal species, rates of biomass production and growth are proportional to metabolic rate, which scales as the 3/4 power of body mass M. This proportionality, where organismal growth rate scales as $M^{0.75}$, makes intuitive sense. Cells should divide or otherwise do work at rates roughly proportional to the rates at which they are supplied with energy. Across different species, these rates should be the rates of metabolism, less the energy used for physiological maintenance and ecological demands, and energy lost as heat.

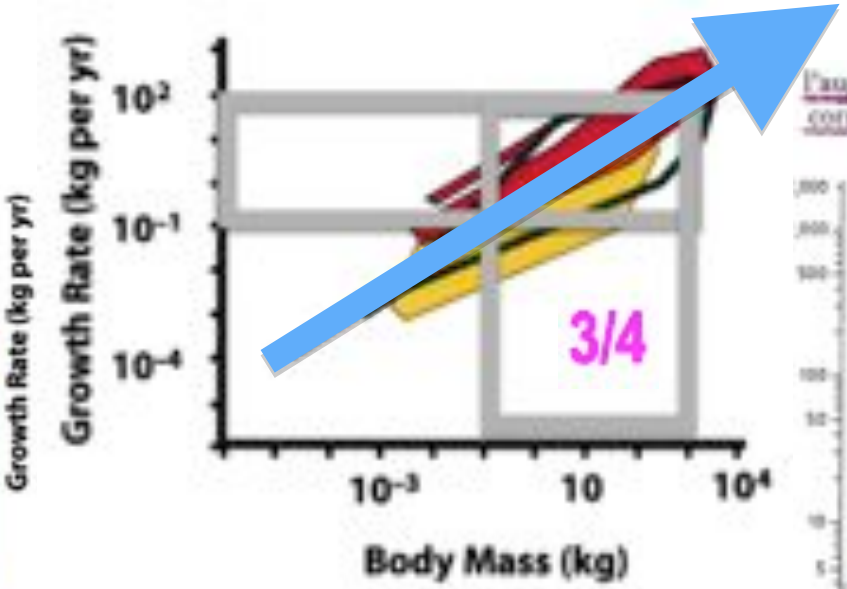
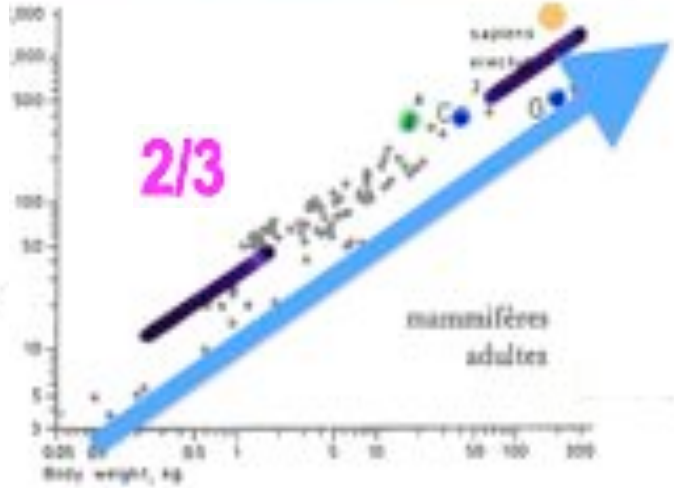


Fig. 1. Comparison of growth rates of trees and vertebrates, plotted on a common scale. Polygons represent the regions occupied by the data points. The dark green unfilled polygon encloses tree data from Niklas and Enquist. The endothermic vertebrates—mammals (large polygon) and birds (small polygon)—are in red, ectothermic vertebrates in yellow. Ectotherms and endotherms overlap in a narrow region.

l'augmentation de la taille du cerveau correspond à deux tiers de celle du corps



le rapport de l'augmentation de la surface à celle du poids est le même

le poids du cerveau ne dépend pas du poids du corps, mais principalement de la surface du corps où viennent aboutir un si grand nombre de nerfs.

La taille de notre cerveau est très supérieure à celle du cerveau du mammifère moyen. (F.-S. Szeley, Approaches to Primate Paleobiology, Contrib. Primat. Vol. 5, 1975, p. 267. S. Karger AG, Bâle.)

On constate que la fréquence de foulée des vertébrés coureurs est, grosso modo, proportionnelle à l'inverse de leur masse corporelle M élevée à la puissance 1/6, c'est-à-dire proportionnelle à M puissance -1/6; or la fréquence de nage des poissons est aussi proportionnelle à M puissance -1/6. de même, la vitesse des animaux coureurs est approximativement proportionnelle à M puisse +1/6, tout comme celle des oiseaux qui volent.

Nous avons montré qu'une approche théorique de type thermodynamique, où une certaine grandeur (l'énergie dépensée) doit être minimisée, permet de mettre au jour quelques lois remarquables auxquelles se conforment les animaux (...) On pourrait même appliquer ce modèle théorique pour prédire les caractéristiques de la locomotion sur d'autres planètes, où la pesanteur et la densité des environnements fluides sont différents des nôtres.

Les prédictions de la théorie constructale sont valables non seulement pour les animaux, mais aussi pour les machines construites par l'homme. La relation entre force et masse des moteurs est la même que celle qui s'applique aux êtres qui courent, volent ou nagent. L'étude du vol animal par notre approche prédit également les vitesses des machines volantes, et fait ainsi le lien entre le vivant et l'inanimé.

conclusions

Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., 9, 11551–11581, 2012
www.hydrol-earth-syst-sci-discuss.net/9/11551/2012/
doi:10.5194/hessd-9-11551-2012
© Author(s) 2012. CC Attribution 3.0 License

Hydrology and Earth System Sciences Discussions

Maximum entropy production: can it be used to constrain conceptual hydrological models?

M. C. Westhoff and E. Zehe

Department of Hydrology, Institute for Water and River Basin Management, Karlsruhe Institute of Technology – KIT, Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe, Germany

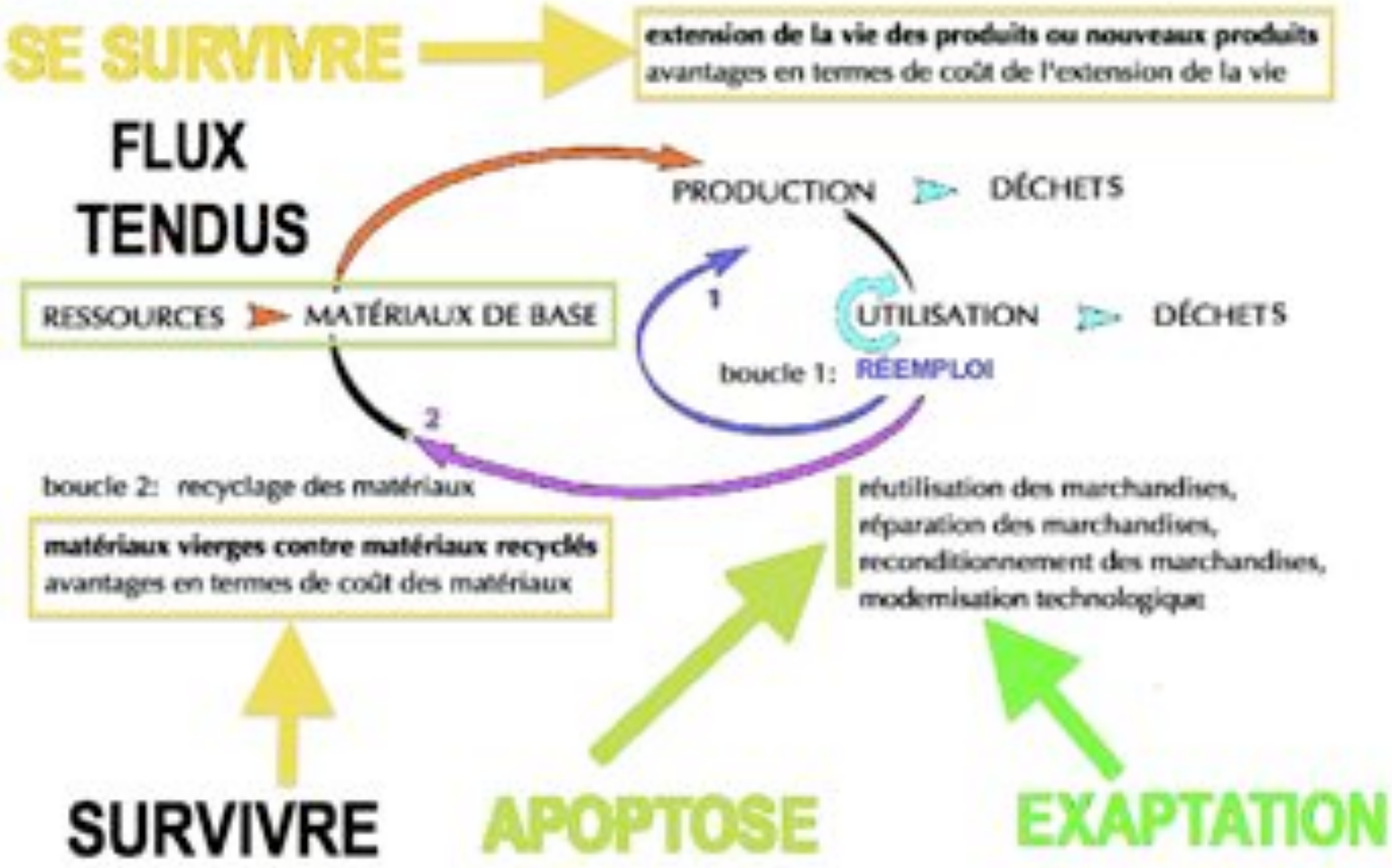
Received: 20 September 2012 – Accepted: 24 September 2012 – Published: 9 October 2012

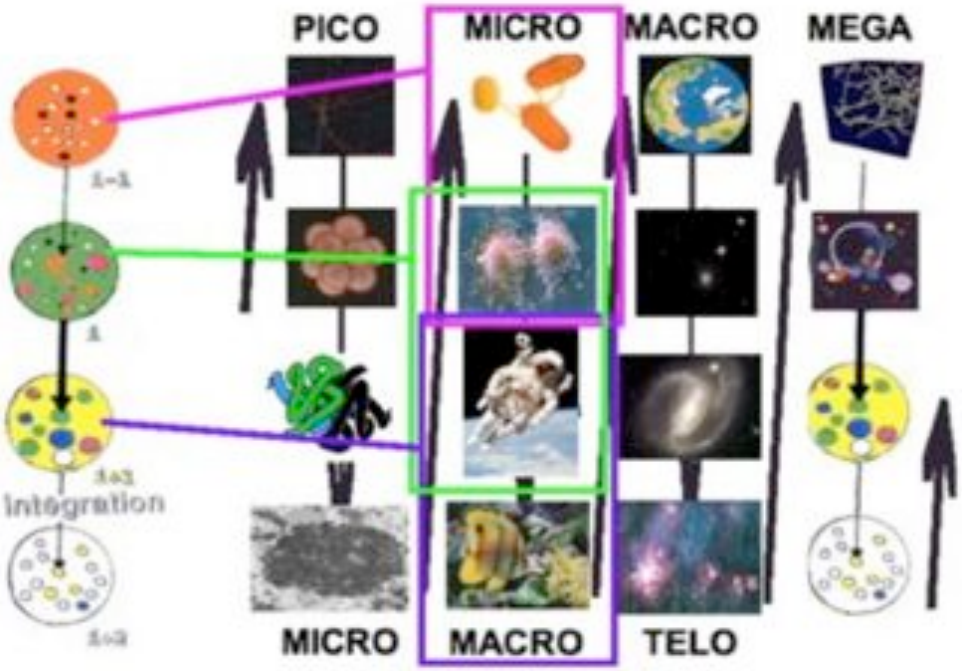
Correspondence to: M. C. Westhoff (martijn.westhoff@kit.edu)

Published by Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union

The second law of thermodynamics states that entropy cannot be consumed but only produced. This is the case during irreversible processes that cannot be reversed in time. For isolated systems this implies that the system evolves to a state of maximum entropy, which implies perfect mixing. Perfect mixing means depletion of all gradients; the system is in a state of maximum disorder.

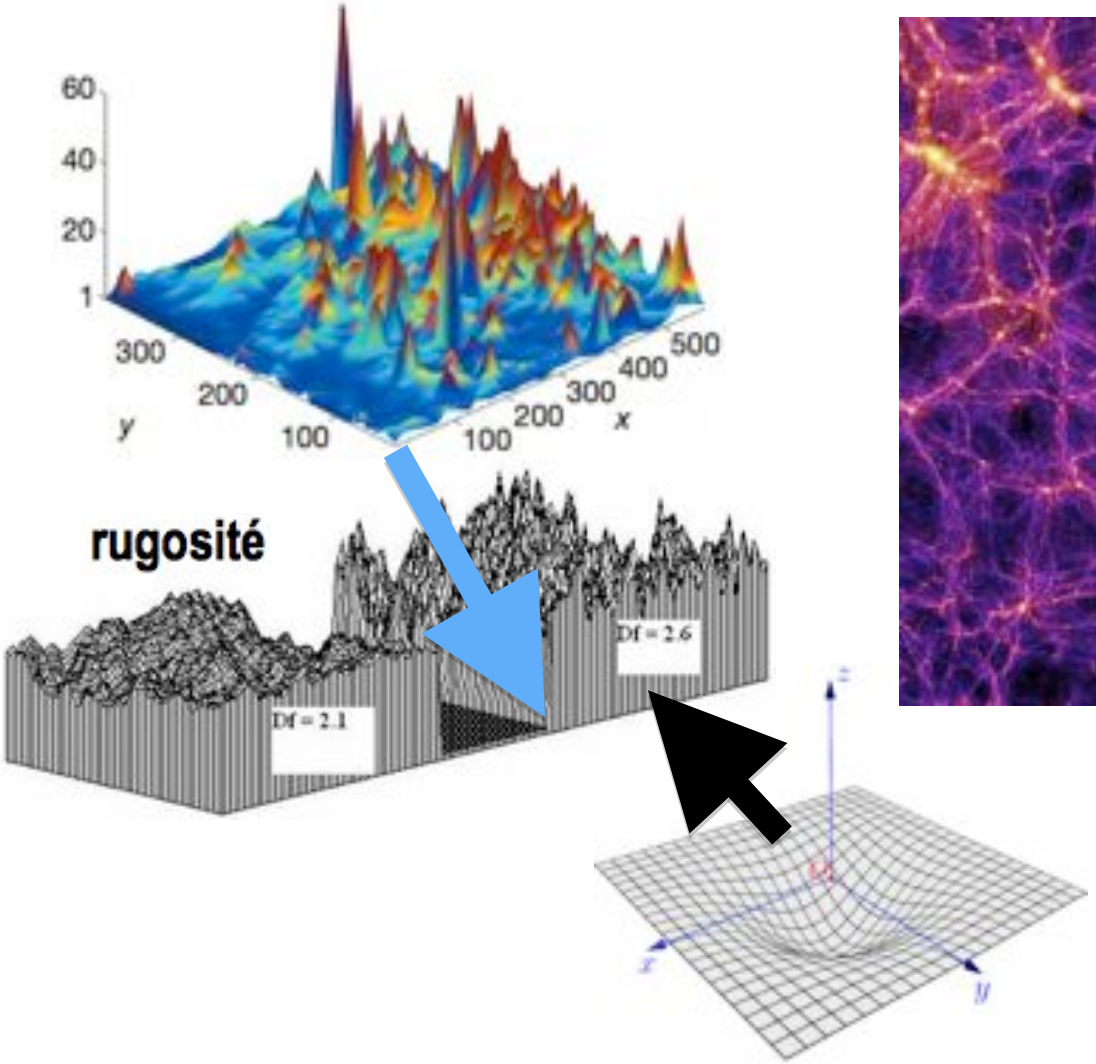
Open systems may, however, exchange energy and mass with their environment. Organized structures may form and persist when incoming fluxes provide the necessary free energy and entropy is exported to the environment. Persistent exchange of energy flows through the system requires a persistent driving macroscale gradient that spans across the entire system. The Bernard cell (Prigogine, 1989) but also planet Earth (Kleidon, 2010b) are prominent examples. The fluxes along such macroscale gradients would deplete their driving gradient if there would be no positive feedback. In the Bernard cell this is the heating at the bottom and cooling at the top of the cell. In the planet earth this is planetary energy exchange (the pole receive less radiation input than the equator). The MEP principle states now that such an open system in steady state is structured in such a way that it maximizes entropy production. In case of no feedback this implies that the system reaches thermodynamic equilibrium as fast as possible.

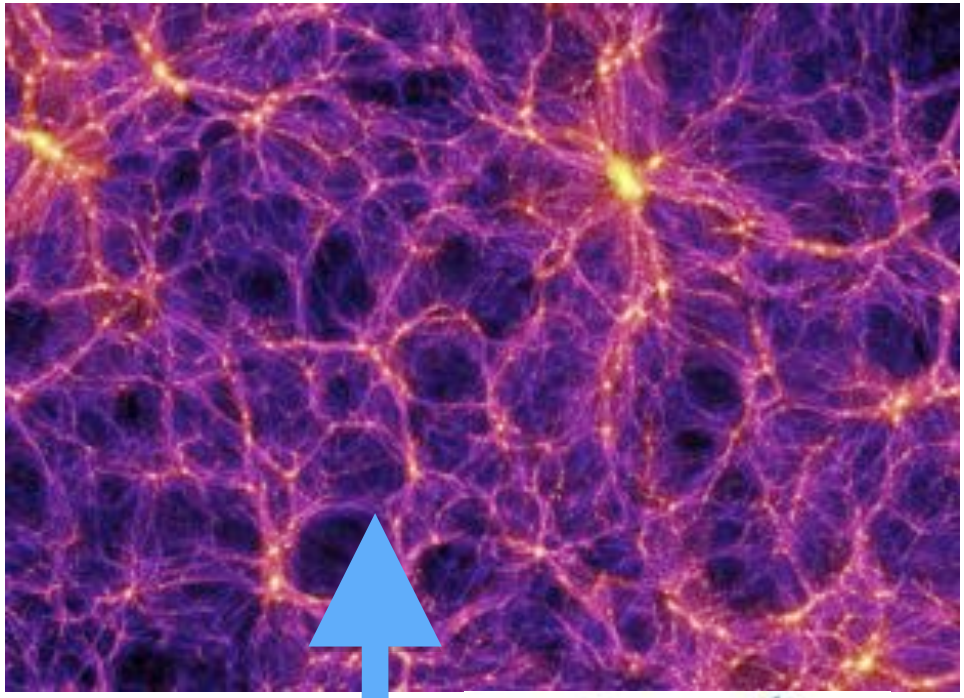

SE SURVIVRE
extension de la vie des produits ou nouveaux produits
avantages en termes de coût de l'extension de la vie
FLUX
TENDUS
PRODUCTION
DÉCHETS
RESSOURCES
MATÉRIAUX DE BASE
1
UTILISATION
DÉCHETS
boucle 1: RÉEMPLOI
2
boucle 2: recyclage des matériaux
matériaux vierges contre matériaux recyclés
avantages en termes de coût des matériaux
réutilisation des marchandises,
réparation des marchandises,
reconditionnement des marchandises,
modernisation technologique
SURVIVRE
APOPTOSE
EXAPTATION


PICO
MICRO
MACRO
MEGA
Intégration
MICRO
MACRO
TELO

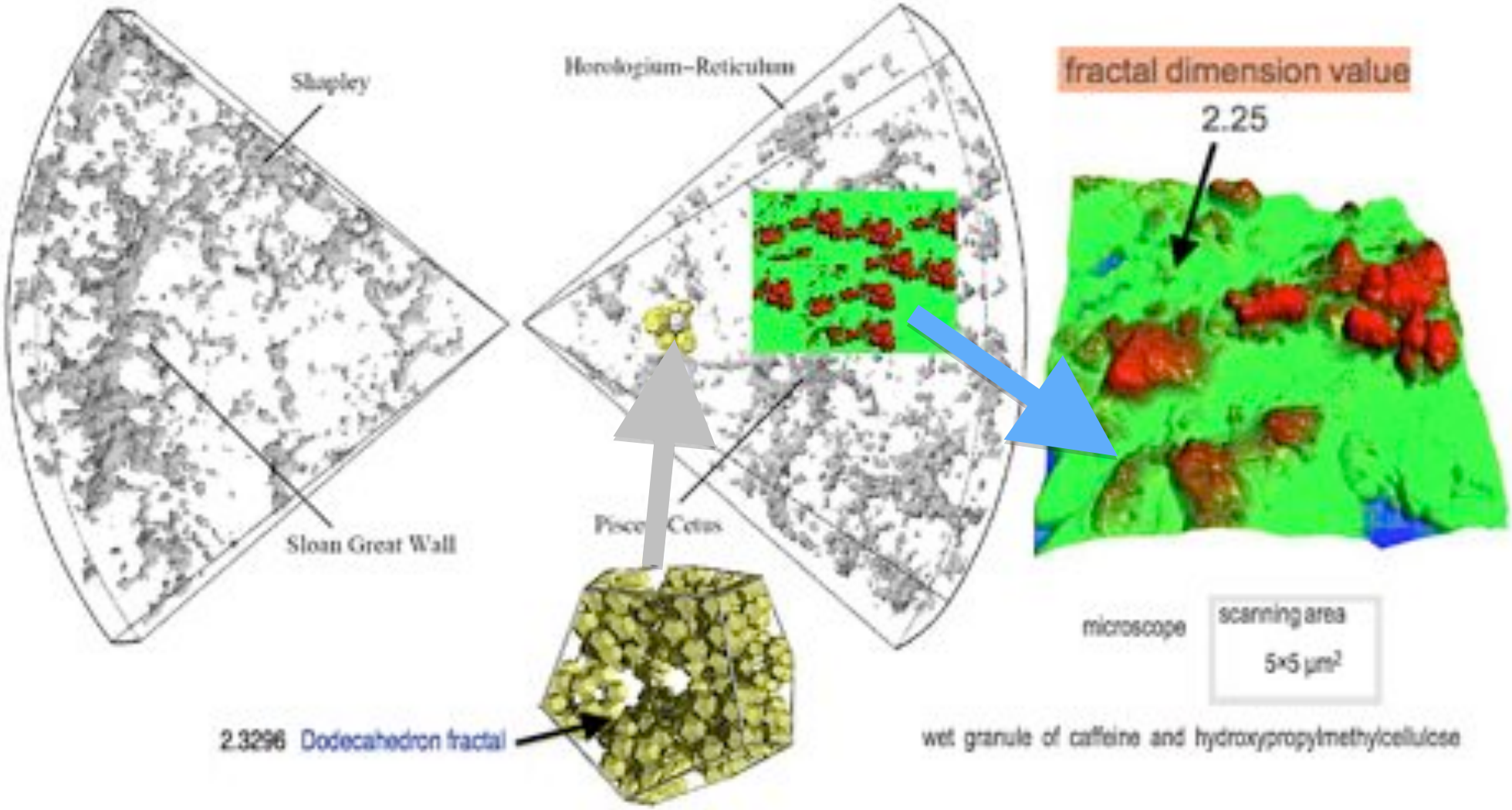
D = 2,25

X niveau temporel d'organisation
tg temps de génération
10pX
tg= 10pX
V= 10p3Y
niveau macroscopique
niveau microscopique
10p3Y
niveau picoscopique
inconnu
K=3/2
K
inconnu
k1


60
40
20
1
300
200
100
y
100
200
300
400
500
x
rugosité
Df = 2.6
Df = 2.1



D = 2,25


Shapley
Horologium–Reticulum
Sloan Great Wall
Pisces–Cetus
fractal dimension value
2.25
microscope
scanning area
5×5 µm²
2.3296 Dodecahedron fractal
wet granule of caffeine and hydroxypropylmethylcellulose

Weaire-Phelan

En 1994, – coup de théatre ! - le physicien irlandais Denis Weaire et son étudiant Robert Phelan finissent par trouver **un contre-exemple à la conjecture de Kelvin** un pavage possédant une surface plus petite que celle avec l'octaèdre tronqué de Kelvin seulement 0.3%

composé de 2 éléments de volume identique : l'un possède 12 faces et l'autre 14, les faces étant des hexagones ou des pentagones

Weaire et Phelan détiennent toujours le record, mais **il n'existe toujours pas de preuve mathématique que cette structure soit la meilleure possible.** continuent

Au début de l'année 2012, réalisé expérimentalement

cet étrange objet mathématique inspire aussi les designers, puisque le Water Cube, la piscine des Jeux Olympiques de Pékin en 2008, a été réalisé sur le modèle de la structure de Weaire-Phelan !

références

In "de la biologie à la physique" & "de la physique à la biologie" :
la classification périodique du vivant,
tableau des niveaux d'organisation et loi logistique de leur mise en place.

Bricage P. (2009) L'évolution créatrice : Métamorphoses et "phylotagmotaphologie" du vivant.
Colloque Association des Amis de Pierre Teilhard de Chardin, Centre de Sèvres, Paris, 109 p.
http://www.armsada.eu/pb/bernardins/phylotagmotaphologie.pdf

Associations
for the Reciprocal and Mutual Sharing
of Advantages and Disadvantages

http://armsada.eu

http://web.univ-pau.fr/~bricage/

creative commons

http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00130685
http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00352578/fr
http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00130218
http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00351226/fr

Bricage P. (2013) Mobilisation de la matière et de l'énergie et croissance, aux différents niveaux d'organisation des systèmes vivants : principes organisateurs d'émergence des systèmes vivants., 62 p. (textes : 5 p. + 13 p., plan 2 p., discussion 5 p., présentation : 37 p.) Journées AFSCET "Thermodynamique du changement-Aspects systémiques", 01 et 02 juin 2013, Andé, France. **http://www.afscet.asso.fr/Ande13/pbAnde2013.pdf**

DISCUSSION
RÉPONSES AUX QUESTIONS

- Tout système vivant est un réseau autopoïétique, "invariant" mais "contingent".

La **définition "systémique et cybernétique" d'un système vivant**, en termes d'espace-temps-actions (p. 8/37), possédant 7 capacités caractéristiques nécessaires et suffisantes -**"invariance de jauge"** définissant tout niveau d'organisation du vivant (pp. 10/37 à 13/37)-, est l'extension du concept d'autopoïèse

"... un système autopoïétique est un réseau de processus de production de composants qui régénèrent constamment le réseau qui les a produits, réseau qui constitue le système... unité distincte dotée d'une limite physique" (1).

Cette définition étendue prend en compte simultanément la morphologie -les connections spatiales entre espace-temps-actions (**endophysiotopes et écoexotopes juxtaposés et emboîtés**)- et la chronologie -les connections temporelles entre niveaux d'organisation juxtaposés et emboîtés- (p. 7/37) du système.

Le processus de mise en place d'associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés (**ARMSADA**), est LE processus historique collectif -global- qui permet les **sauts de niveau d'organisation**, l'émergence de nouveaux espace-temps-actions locaux, de systèmes de plus en plus complexes. Ce processus contribue à perpétuer les changements et il en est à la fois la cause et le résultat : loi systémique constructale (p. 17/37)

"... La vie est un processus autonome et complexe... où la structure de chaque organisme est causalement reliée aux nombreuses structures qui l'ont précédée." (1).

Les endophysiotopes sont **à la fois de plus en plus indépendants** de leur écoexotope de survie (augmentation de l'autonomie externe du système global: la capacité d'accueil minimale nécessaire à la survie peut décroître, parce que la capacité d'être accueilli croît) **et de plus en plus dépendants** de leur structuration interne (augmentation de la solidarité par diminution de l'autonomie interne de tous les sous-systèmes locaux). **Il n'y a jamais d'avantages sans inconvénients.** La mise en place d'ARMSADA "libère toujours plus le Tout", et "emprisonne toujours plus les parties", "le Tout et les parties sont à la fois de plus en plus in-dépendants vis à vis de l'écoexotope mais toujours plus inter-dépendants dans leur endophysiotope commun".

Le recyclage en flux tendus (pp. 7/47, 14/37 et 32/37), dont le couplage des réactions exothermiques et endothermiques est une illustration, est indispensable pour la maintenance de survie. Et il est plus facile pour un système de recycler ses déchets entre différent niveaux spécialisés dans une tâche (**mono**potents) -répartition du travail INTER- que d'être un seul système généraliste (**toti**potent) -répartition du travail INTRA-.

L'itération des processus d'emboîtements et de juxtaposition (2) est une mesure de la complexité du système.

- Validité de la "loi équivalente à la deuxième loi de Kepler" $V_A^2 = C.\ t_g^3$

Tous les niveaux d'organisation du tableau périodique de classification des systèmes vivants (p. 22/37) obéissent à **une loi commune, locale et globale, invariante d'échelle, pour l'ensemble de l'Univers $V_A^2 = C.\ t_g^3$** L'ajustement graphique est "mauvais" **aux extrémités dimensionnelles** (p. 33/37) de l'infiniment petit (le quantum de Planck) et de l'infiniment grand (le Tout, l'Univers).

Pour l'infiniment petit, cela peut s'interpréter par le fait que **la dimension spatiale V_A est sur-estimée** dans les modèles de représentation de notre réalité, inconnue à cette échelle. De nouvelles observations des systèmes téloscopiques **(3)** par de nouveaux moyens d'investigation **(4)** confirment le modèle du "Big Bang" et de la **phase d'inflation** initiale qui aurait multiplié les dimensions de l'Univers primordial par **10^{26} en une fraction de seconde**. C'est à peu près l'écart de volume (**10^{30}**) dont il faudrait déplacer le point représentatif du quantum de Planck vers le bas pour "aligner" l'ajustement...

Pour l'infiniment grand, la mesure des distances cosmiques gagne en précision **(5)** : il faut étalonner au mieux les distances les plus proches pour espérer "mesurer" des distances plus lointaines. Mais on en est encore seulement à déterminer avec **une erreur inférieure à 5%** la distance des seules étoiles les plus proches du soleil : les étoiles binaires à éclipses du grand nuage de Magellan permettent d'indiquer qu'il est situé à 162.900 années-lumières à 3700 années-lumière près (ce qui est extraordinairement précis, à peine plus de 2% d'erreur, en plus ou en moins). La taille de l'Univers est estimée à plus de 13.000.000.000 d'années-lumière soit **plus de 100.000 fois plus**. Quand on mesure une distance de 100.000 d en mettant bout à bout des 1d on répète 100.000 fois la même erreur sur d. Si on a sous-estimé les distances proches, un volume étant le cube d'une distance, une mesure de distance à peine trop faible (avec une erreur de 1%) va donner une estimation du volume correspondant trop faible de presque 3%. Et cette erreur peut être amplifiée 100.000 fois.

Pour l'infiniment grand, l'interprétation la plus simple de l'écart constaté est le fait réel que **l'Univers est en phase de croissance**, **qu'il n'a pas terminé sa croissance**, donc qu'il n'a pas encore atteint son état adulte et que **la dimension temporelle t_g est sous-estimée.**

- Tableau <u>périodique</u> de classification des systèmes vivants

L'analyse qualitative (p. 10/37) est le préalable à toute approche quantitative (p. 23/37); il faut définir les objets et les phénomènes qu'on observe afin de savoir ce qu'on mesure "réellement" (si une mesure est possible... !) (***"A cause de la faiblesse de nos sens, nous sommes impuissants à distinguer la vérité."*** Anaxagore, 450 av. J.C.). C'est une question d'échelle **(6)**. Et nous avons des difficultés à concevoir ce qui est **"hors d'échelle"** (p. 2/37) de nos sens et des extensions technologiques de nos sens, même si, avec la matière noire **(7)** par exemple (p. 26/37), cela permet de trouver une explication à une multitude d'observations. Les processus d'emboîtements et de juxtaposition, qui sont **à l'origine à la fois de la forme** (la morphologie interne et externe et la topologie fonctionnelle) du système, **et des déformations possibles**, sont inséparables des notions de **compartimentation**, donc d'**interfaces**, et de **champ morphogénétique** **(8)**.

C'est la raison pour laquelle **le tableau périodique est "construit" à partir d'une typologie des processus de confinement**, qui tient compte de l'échelle.

La **validité qualitative** du tableau est "assurée" par son **utilisation quantitative** (p. 24/37) avec les prévisions que cela permet (p. 35/37) d'un "pavage" **(9)** **représentatif des interactions** entre sous-systèmes.

- Comment définir et mesurer la complexité d'un système ?

L'émergence continuelle d'ARMSADA, avec les interactions de dépendance croissante entre niveaux d'organisation qui en découlent, indique que l'évolution conduit à une complexité croissante, si on mesure la complexité par le niveau d'itération *i* des processus d'emboîtements et de juxtaposition (p. 8/37). Encore faut-il être capable de **définir qualitativement et correctement (c'est-à-dire de façon invariante) un niveau d'organisation** (p. 9/37 et 10/37) et d'identifier les espaces-temps-actions correspondant à ces **niveaux à l'état libre** (p. 22/37 et 23/37).

Tout système vivant emboîtant/accueillant/habité est plus complexe que les systèmes emboîtés/accueillis/habitants qu'il contient/accueille, eux-mêmes juxtaposés et emboîtant/accueillant d'autres sous-systèmes (p. 16/37). **En même temps que cette "complexité cybernétique" *i*** (pp. 5/37 et 8/37)**, une autre "complexité systémique"** (pp. 9/37 et 15/37) **peut être définie par le nombre d'acteurs impliqués dans un système *n*, ou/et le nombre de leurs interactions potentielles *Np*** (p. 17/37) -ce qui permet de prendre en compte le potentiel d'exaptation du système-**, ou/et le nombre de leurs interactions effectives *Ne*** (arrivant au moins 1 fois dans la vie du système) (pp. 4/37, 7/37 et 14/37), **ou la loi d'inter-relation entre *n* et *Np* ou/et entre *n* et *Ne*** -banale loi de puissance (p. 27/37) ?-.

La relation $V_A^2 = C.\ t_g^3$ (p. 23/37) permet de **définir une "complexité structurelle"** équivalente à la complexité mesurée en informatique par le temps de calcul pour la décompression d'une image **(10)**. En effet, tout nouvel emboîtement d'espaces-temps-actions (p. 17/37) ne perdure que s'il est, tôt ou tard, stabilisé par l'emboîtement et la juxtaposition des **informations nécessaires à la re-production des structures et à l'expression et au contrôle des fonctions**. Pour la survie d'un organisme méta-cellulaire macroscopique par exemple, cette **"compression" de l'information** nécessaire s'effectue au niveau infra-cellulaire par le transfert, l'emboîtement et la juxtaposition des structures génomiques (niveau d'organisation supra-moléculaire micro-scopique). Chaque nouvelle re-**production** du même organisme est donc un **phénomène de "décompression" de l'information**, dont l'opérationnalisation et l'expression doivent avoir lieu **au bon endroit (espace), au bon moment (temps), pour la bonne fonction (action) (11)**. Ce qui explique aussi la capacité des génomes à **"sauter" d'un niveau d'organisation à un autre (12)**. Ce temps de décompression est celui qui s'écoule depuis la formation de l'oeuf jusqu'à l'acquisition de l'état reproducteur, le système doit survivre pendant un temps au moins égal à celui de la phase de croissance (de sa forme de vie) qui est le préalable à la mise en place de l'état adulte reproducteur.

C'est donc **le temps de génération t_g** qui **mesure la complexité structurelle** du système.

Toute information est indissociable d'une structure, et d'un espace-temps-actions. Elle est codée sur **un support** (structure physique ou chimique, matérielle ou énergétique), par une structure de codage, dans un espace-temps de codage (***"un espace-temps pour chaque action, chaque action dans son espace-temps"***, ***"avant l'heure ce n'est pas l'heure, après l'heure ce n'est plus l'heure"***). Elle est décodée par une structure de décodage dans un espace-temps-actions de décodage. Une erreur dans la mise en place (**création**), la lecture et l'expression (**décompression**), dans la reproduction (**copie**) ou dans la (**compression**) de cette information peut avoir des conséquences considérables, ou passer inaperçue, selon le sous-sous-**module** (p. 6/37) de sous-module, de l'information, modifié. C'est l'erreur qui est "moteur" de l'évolution et de l'adaptation **(13)**, d'où l'importance de l'évaluation du potentiel d'exaptation, et de la capacité de résilience, liés aux interactions au sein d'un système (loi systémique constructale : p. 17/37).

Mais, **il n'y a jamais d'avantages sans inconvénients** : ***"survivre c'est accepter l'erreur tout en minimisant les risques, courus et attendus"***.

La complexité d'un système est représentée à la fois par sa complexité cybernétique, sa complexité systémique (ou constructale) et sa complexité structurelle.

- Associations for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and DisAdvantages (ARMSADA) : compartimentation et interfaces d'échanges, barrières et flux, et tableau de classification périodique.

Tout "système de systèmes" n'est stable que parce que **la semi-autonomie des sous-systèmes** est assurée par l'existence d'interfaces, de frontières, qui jouent **à la fois le rôle d'une barrière impénétrable et d'un filtre à perméabilité sélective**, comme la barrière hémato-encéphalique **(14),** ou la barrière rénale. Au niveau d'une membrane, interface supra-moléculaire, comme à tout niveau d'organisation, ***il n'y a jamais d'avantages sans inconvénients***; ce qui rend compte de certains **effets paradoxaux** : la morphine, substance anti-douleur, peut augmenter la douleur ! **(15)**

Survivre c'est transformer les inconvénients en avantages et éviter que les avantages deviennent des inconvénients . Avantages et inconvénients sont liés au contexte, **contingents -**la tumorisation est associée à une modification de l'interface **(16)-** ; ils diffèrent selon l'espace-temps-action de localisation d'un acteur ou d'une action : ***"un espace-temps pour chacun, chacun dans son espace-temps"*** **(17)**. La caféine soulage la migraine si elle est prise au moment approprié du cycle menstruel, prise à un autre moment, elle exacerbe dette douleur **(18)**. L'émergence de nouvelles propriétés à partir de structures anciennes (exaptation) est associée à des changements de rôle d'acteurs qui ont changé d'espace-temps-action, **au bon endroit, au bon moment**. La **mise en place d'une ARMSADA** permet d'agrandir l'espace-temps-action. Le génome d'un virus qui est intégré au génome d'une bactérie change d'échelle de survie, ***"internalisé" il devient "éternel"...***

Ce que montre le tableau de classification périodique basé sur les **successions d'états.** Chaque colonne est **"une série", avec un "mode de confinement" identique**, **le même phénomène de "saut de niveau"** s'y répète identiquement : en haut, l'unité de base, (particules atomiques par exemple) dont les différentes espèces sont à l'origine de l'émergence par juxtapositions et emboîtements des espèces du niveau suivant (atomes dans ce cas), puis à nouveau des espèces du niveau suivant (molécules dans ce cas), et au dernier niveau des espèces les plus évoluées (amas supra-moléculaires dans ce cas). Le mode de confinement de cette colonne est celui des **champs de forces** électriques, **qui délimitent et maintiennent la cohésion des structures**, à courte distance, de proche en proche. Dans la colonne suivante, organismes de type monère, puis de type cellulaire, puis de type méta-cellulaire, puis de type écosystème, le mode de confinement **commun** est celui des membranes (amas supra-moléculaires **du niveau précédent**), qui délimitent et maintiennent la cohésion des structures, de proche en proche, en compartiments juxtaposés et emboîtés. Dans la colonne suivante le mode de confinement commun est celui des champs de gravité qui délimitent et maintiennent la cohésion des structures (qui possèdent toutes les 7 caractéristiques du vivant : **invariance de jauge**), de proche en proche, en volumes juxtaposés et emboîtés. **Chaque colonne correspond à une des forces à l'oeuvre dans notre Univers.** Chaque saut d'une colonne à la suivante correspond à un changement du mode de confinement : la première case (en haut) de chaque colonne est "aussi" la dernière de la colonne précédente, elle pourrait être placée aussi bien dans l'une (en haut) que dans l'autre (en bas), voire dans les 2 (répétée). Chaque ligne du tableau correspond au même stade d'évolution, indépendamment du mode de confinement.

La maladie de Parkinson, la maladie de Huntington et les cancers résultent d'une **rupture d'une ARMSADA**, au niveau moléculaire (membranaire) **(16)**, ou infra-cellulaire (mitochondrie) **(19)**, ou cellulaire **(20)**. ***"Pour que l'un survive, il faut d'abord que l'autre survive"***. La durée de survie (le temps de génération t_g) de la mitochondrie (niveau i-1 des monères) contrôle la durée de survie (le temps de génération t_g) de la cellule (niveau adjacent supérieur i) **(21)**. La maîtrise du temps permet la maîtrise de l'espace **(22)** et réciproquement. La **biodiversité** nouvelle entretenue par la **survie d'une ARMSADA** est un **rempart contre les agressions** (grippe, maladie de Lyme, malaria) **(23)**. **Tous les niveaux sont en interaction**, ce qui est un avantage (résilience) et un inconvénient (effet "boule de neige").

bibliographie complémentaire

Revues Internationales Pluridisciplinaires et ouvrages spécialisés, en langue française

(1) Pereto J., J. Catala & A. Moreno (2013) **Un système autonome et évolutif**. *In* Les origines de la vie. La Recherche, dossier annuel n°2, pp. 18-22.
(2) Bitbol M. (2011) **La nature s'organise comme les poupées russes**. *In* La théorie du tout. La Recherche, dossier H.S. n°43, pp. 22-27.
(3) Bourdet J. (2013) **La carte la plus précise de la première lumière de l'Univers**. La Recherche n° 475, pp. 12-13.
(4) Riazuelo A. (2013) **Planck géomètre de l'Univers primordial**. Pour La Science n° 427, pp. 44-51.
(5) Kervella P. & J. Bourdet (2013) **La mesure des distances cosmiques gagne en précision**. La Recherche n° 475, p.13.
(6) Atkins P.W. (2013) **Au coeur des réactions chimiques. La vie privée des atomes.,** de boeck,198 p.
(7) Sanders (2013) **A la recherche de la matière noire.**, de boeck, 230 p.
(8) Joubert J. (2013) **De l'électron à la réaction. Entre forme et déformation.,** de boeck,150 p.
(9) Hayes B. (2013) **Les grappes de sphères collantes.**[1] Pour La Science n° 427, pp. 64-71.
(10) Delahaye J.P. (2013) **Qu'est-ce qu'un objet complexe ?** Pour La Science n° 427, pp. 78-83.
(11) Ahmad M. & C. Depecker (2013) **Photosynthèse. Le noyau donne le rythme aux chloroplastes**. La Recherche n° 475, p. 21.
(12) Bapteste E. (2013) **Les gènes voyageurs.** Belin, Pour La Science, 192 p.
(13) Degos L. (2013) **Éloge de l'erreur.** Le Pommier, 128 p.

Revues Internationales spécialisées

(14) Cristante E. et al. (2013) **Identification of an essential endogenous regulator of blood–brain barrier integrity, and its pathological and therapeutic implications** PNAS 110(3): 832-841.
(15) Ferrini F. et al. (2013) **Morphine hyperalgesia gated through microglia-mediated disruption of neuronal Cl^- homeostasis.** Nat. Neurosci. 16(2): 183-192.
(16) Moreira Sousa C. et al. (2013) **The Huntington disease protein accelerates breast tumour development and metastasis through ErbB2/HER2 signalling**. EMBO Mol Med. 5(2): 309–325.
(17) Ybe J. A. et al. (2013) **Nuclear localization of clathrin involves a labile helix outside the trimerization domain.** FEBS Lett. 587: 142-149.
(18) Bricage P. (1999) **Variabilité individuelle de la périodicité des crises migraineuses et des circonstances les favorisant.** Bull. G.E.R.B., HS, 1 p.
(19) Bajpai P. et al. (2013) **Metabolism of 1-Methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine by Mitochondrion-targeted Cytochrome P450 2D6: Implications in Parkinson Disease**. J. Biol. Chem. 288: 4436 – 4451.
(20) Bricage P. (2008) **Cancer is a Breaking of the Cell's Association for the Reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and Disadvantages Through an Aggression that Results in a Lack of Non-Autonomy.** 12 p. **http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00351226**
(21) Hebert A.S. et al. (2013) **Calorie Restriction and SIRT3 Trigger Global Reprogramming of the Mitochondrial Protein Acetylome**. Molecular Cell 49: 186–199.
(22) Chua M.A. et al. (2013) **Influenza A Virus Utilizes Suboptimal Splicing to Coordinate the Timing of Infection.** Cell Reports 3(1): 23-29.
(23) Bonds M.H. et al. (2012) **Disease Ecology, Biodiversity, and the Latitudinal Gradient in Income**. PLoS Biol. 10(12): e1001456.

1 Beaucoup de systèmes "optimisés" occupent un espace-temps-actions de forme sphérique, **les phénomènes d'échanges étant des phénomènes de flux aux interfaces**.
Quel est le nombre maximal de contacts entre sphères ? Dans leur masse, les matériaux tendent à privilégier les configurations qui maximisent la densité.
Tout se passe comme si chaque sous-système était placé (**par un processus d'auto-assemblage?**) à un sommet d'un **réseau** duodécaédrique, **agrégat** de volumes sphériques qui constitue le système (pp. 35/37 et 36/37).