

**Les frontières entre entités individuelles
et les communautés systémiques de structures organisées :**
des cellules aux organismes, des espèces aux communautés,
des systèmes écologiques aux systèmes sociétaux.

Jacques de Gerlache

AFSCET - Journées d'Andé 2025

"Systémique des frontières : du vivant au social"

Table de matières

1. La « *raison d'être* » de toute structure organisée ;
2. Les différentes définitions des notions de frontière ;
3. La notion de frontière dans les systèmes complexes ;
4. Les frontières dans les structures et les organisations de nature bio-socio-éco-logique ;
5. Les frontières sociétales ;
6. La gouvernance des frontières ;
7. Les frontières entre humain et numérique ;
8. Une courte synthèse.

1. La « *raison d'être* » de toute structure organisée

Connaître et intégrer d'abord les réponses à deux questions réellement fondamentales

Pour-quoi et comment y-a-t-il des systèmes « complexes » ??

- physiques ;
- chimiques ;
- biologiques ;
- **écologiques** ;
- sociaux ;
- philosophiques ;
- artistiques ;
- **économiques** ;
- politiques ;
- ...

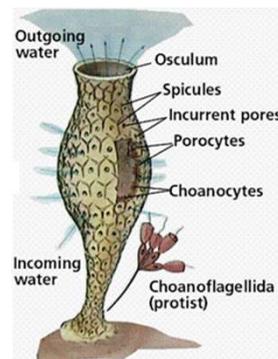
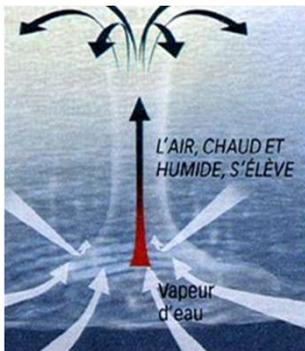
*« Il y a un trésor dans la maison d'à côté ! »
« Mais il n'y a pas de maison à côté ! »
« Alors, construisons-en une ! »*

Groucho Marx

A ces questions « *stratégiques* » il y a aujourd'hui des réponses
scientifiques encore trop ignorées, voire « esquivées » ...

La « *raison d'être* » de toute structure organisée

- Ces avancées particulièrement essentielles sont d'avoir établi que tout système ou toute structure organisée n'émerge que **parce qu'il / elle maximalise la dissipation entropique de l'énergie du système dont elle émerge, conformément au 2d Principe de la thermodynamique :**
 - ceux dont Albert Einstein lui-même pensait que ce seraient parmi les seuls à ne jamais être remis en cause ...
 - au delà d'un cyclone qui maximalise l'énergie thermique contenue dans les océans, **c'est le cas de toute structure, du biologique au soc(iét)al.**



François Roddier <https://www.anales.org/re/2023/resumes/juillet/03-re-resum-FR-AN-juillet-2023.html>

(*Mieux*) intégrer les caractéristiques universelles régissant l'organisation de toute structure dynamique

- Propriétés à présent bien établies mais encore largement ignorées que nous ont procurées les avancées en matière de thermodynamique des *structures dissipatives*.
- réellement intégrer **ces propriétés universelles régissant leur (*et donc aussi notre ...*) « raison d'être »** dans nos modèles de description et de compréhension de tout système organisé vivant **est pourtant essentiel** ;
- elles donnent en effet une **explication incontournable** de cette « *raison d'être* », de toute structure organisée, qu'elle soit physico-chimique, biologique, sociétale, économique ou politique qui ne peut que contribuer à **mieux comprendre et gérer les réalités qui nous entourent et nous constituent**.

Les systèmes dissipatifs : un couplage systémique de deux tendances « paradoxales »

Complexité
néguentropique



Dissipation
entropique

- De manière concrète, la thermodynamique définit donc dans toute une organisation complexe **une forme de résonance asymétrique**, au travers une structure locale ordonnée dissipative qui tend à maximaliser le **dés-ordre global** du système duquel elle émerge ;
- cette relation complexe tant au niveau microscopique que macroscopique est évidente, comme ;
- ces tendances, à priori antagonistes, **sont couplées au sein d'un système** et deviennent alors **mutuellement contraignantes avec des mécanismes ago-antagonistes** de flexibilité (ex : *feed-back*).
 - comme dans le cas d'un *cyclone*, des interactions *entre génotype et phénotype* ou celles au sein d'un *système économique de consommation*.

La matérialisation de la « *raison d'être* » de toute structure organisée

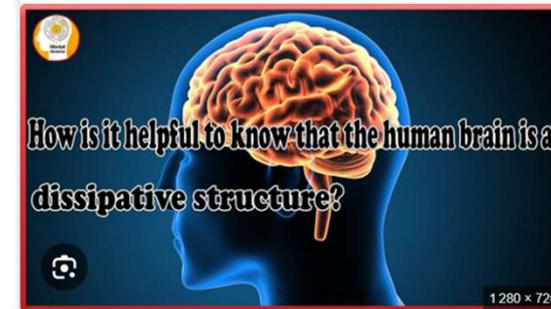
En favorisant, au travers de la complexité ago-antagoniste des inter-relations entre différents éléments ou entre systèmes et l'équilibre de leurs frontières, **les états organisés vont pouvoir maximaliser à la fois leur efficacité dissipative, mais aussi leur résilience.**



le cerveau est aussi une structure dissipative

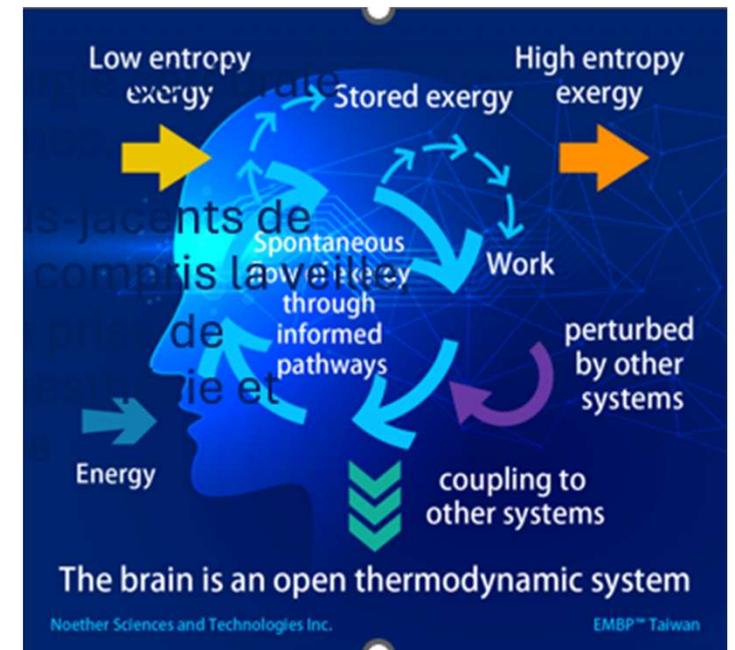
- **Le processus interne spontané au sein d'un cerveau peut aussi être décrit comme un état stable de production d'entropie ;**
 - *Cela permet d'appliquer au cerveau les faits connus pour être vrais pour tous les systèmes dissipatifs ;*
- pour que l'ordre se développe dans le système cérébral, **de l'entropie doit aussi être produite**, de sorte que l'entropie nette du système nerveux et de son environnement augmente, conformément ici encore au deuxième principe de la thermodynamique ;
- Mais elle doit être **externalisée** pour que l'entropie n'augmente pas au sein du cerveau lui-même, ce qui le « tuerait » en l'amenant à s'épuiser ou à se rapprocher de l'équilibre ;
 - *D'où la régulation thermique de ses frontières particulièrement importante .*

[Examining the brain as a dissipative structure and applying this theory to the process of brain](https://www.youtube.com/watch?v=5EmyKK4EUXY)
<https://www.youtube.com/watch?v=5EmyKK4EUXY>



Les processus dissipatifs au sein du cerveau

- Les processus internes spontanés peuvent être décrits comme **un état stable de production d'entropie**.
- Dans ce sens, il y a beaucoup moins d'états d'énergie cérébrale que de mesures phénoménologiques de symptômes.
- Ce cadre a permis de **révéler les mécanismes sous-jacents de l'organisation hiérarchique des états cérébraux /**
 - y compris la veille, le sommeil, les tâches cognitives (*par exemple, la prise de décision et la mémoire de travail*), les drogues (*anesthésie et psychédéliques*) et les maladies (*coma et troubles neuropsychiatriques*).



[Examining the brain as a dissipative structure and applying this theory to the process of brain](https://www.youtube.com/watch?v=5EmyKK4EUXY)
<https://www.youtube.com/watch?v=5EmyKK4EUXY>

2. Les différentes définitions des notions de frontière

Les atouts indispensables de la dimension systémique dans l'analyse des structures organisées et de leurs frontières

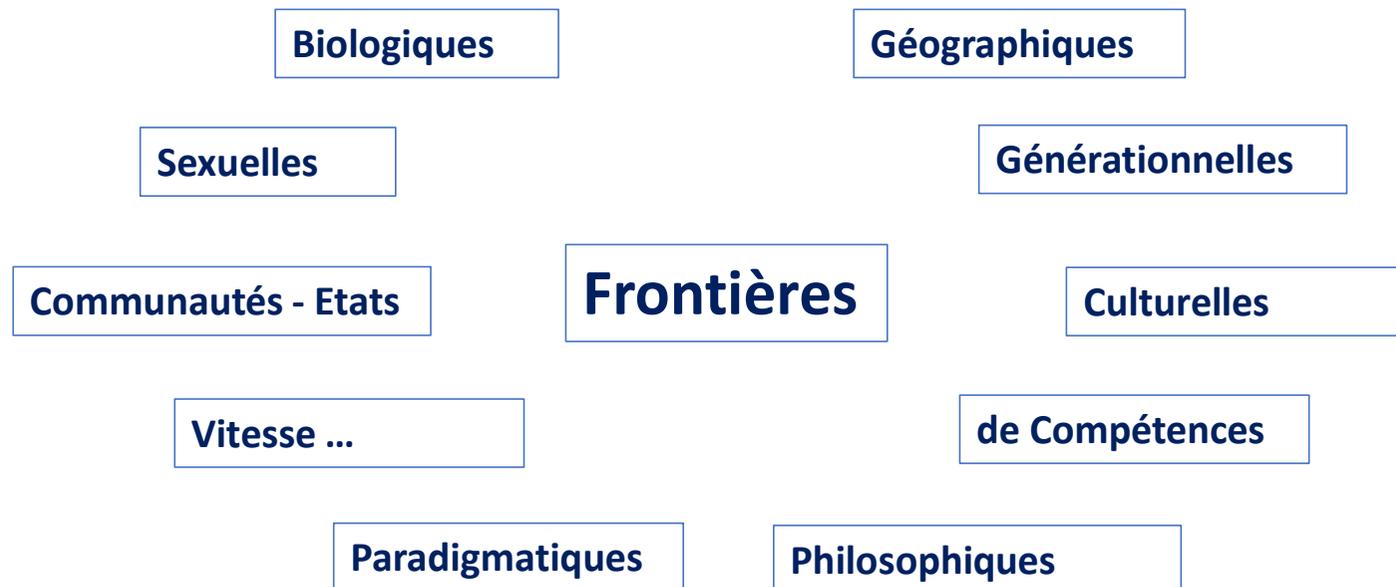
- Combiner une dimension systémique aux analyses des organisations complexes aide à mieux comprendre et intégrer ce **paradoxe fondamental** de toute structure dite organisée : **une forme locale d'ordre émergeant parce qu'elle accroît la capacité globale de dé-sordre uniforme** au sein du milieu dans lequel elle émerge ;
- Et quelle que soit la structure organisée, elle en détermine un **périmètre avec un ensemble des frontières** qui ont des propriétés communes :
 - *leurs capacités relationnelles ;*
 - *leur efficacité ;*
 - *leur résilience ;*
 - *leur capacité d'évolution face aux conditions changeantes : ruptures, chaos,*

Une frontière : un contour, un **passage** autant qu'une **limite**

- Elles sont propres à **toute structure** et "**système hétéro-organisé** » :
 - *physiques ou spatiales (air, terre, mer, glace, ...)* ;
 - *individuelles ou collectives* ;
- Elles doivent **permettre les échanges** avec leur environnement des énergies à capter et celles à dissiper ;
 - *ces échanges seront **nourriciers, collaboratifs, synergiques, symbiotiques, ...*** ;
 - *mais aussi **compétitifs ou prédateurs*** ;
- Ils permettent ***l'hétéro-régulation*** de la structure, entre résilience et efficacité.

Les diverses natures des frontières

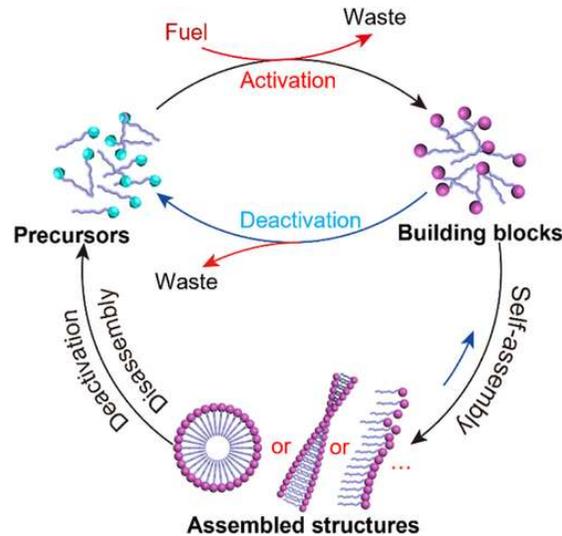
Ne pas s'y laisser enfermer ...



*Aux frontières , construire des ponts ou des murs ?
(Le pape François)*

Exemple de cycle supramoléculaire d'auto-assemblage dissipatif

- Les éléments constitutifs de structures dissipatives peuvent être des polymères, des feuilles, des fibres, des micelles, des vésicules, etc.



- Des processus d'inter-relations entre ces précurseurs vont catalyser la constitution de blocs de construction actifs, cela par le biais de sources d'énergie : lumière, combustibles chimiques et autres.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/rpm.20230016>

Qu'est-ce qu'alors véritablement une frontière ?

« *Le monde pour être viable, a besoin de frontières...* ».

Michel Foucher

- Une frontière est fondamentalement **un espace de transition** régulant à la fois **l'efficacité dissipative et la résilience du système, entre l'ordre et le désordre voire le chaos ;**
- ces limites **ne sont pas fixes ou absolues**, mais plutôt **dynamiques et relatives**, selon la perspective et l'efficacité dissipative du type de système.
 - *cela via des mécanismes de régulation et d'adaptation indispensable à l'existence de l'organisation impliquée :*
 - *les principaux types de limites étant les frontières écologiques, sociales, culturelles politiques et économiques, elles créent **des zones de contact où les interactions se mélangent ou s'opposent**, influençant ainsi les identités des systèmes.*

Les véritables frontières d'un système

Se repose alors la question cruciale d'identifier ses frontières :

- *où le système se finit-il ?*
- *Quelles sont ses frontières ?*
- **il ne s'agit en aucun cas de limites qui n'opposeraient par essence que des obstacles ou des contraintes** à l'autonomie individuelle et collective de la structure ;
 - *elles peuvent être négatives dans certains cas quand les éléments ou l'environnement de la structure lui font jouer un rôle négatif ;*
- pour un système physique, *jusqu'à la notion l'émergence de la notion de structure quantique*, la formulation du concept de frontière semblait simple et évidente ;
 - *mais pour un système biologique ou social, la frontière ne peut pas se réduire à une dimension géométrique ;*
 - *Il faut donc y intégrer aussi la dynamique de ses origines, et de ses dimensions temporelles et organisationnelles.*

Quelques éléments sur la notion de frontière exposés par Alexandre Makarovitsch (1/2)

- Une frontière implique **un système multidimensionnel qui évolue dans le temps** ;
 - *c'est un concept fondamentalement dynamique* ;
- la notion de frontière est **indispensable à notre réflexion**, pour notre approche de la réalité ;
- les caractéristiques et propriétés des frontières sont nombreuses : une structure, des fonctions, le changement ;
 - *Nos sociétés n'accordent pas suffisamment d'attention à l'éducation en systémique, qui devrait être un impératif et commencer très tôt.*
- **les impacts de ces interactions sont souvent cachés et indirects** du fait de frontières entrelacées, et donc négligés.

Alexandre Makarovitsch
LA FRONTIÈRE : UN IMPÉRATIF EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE

Quelques éléments sur la notion de frontière exposés par Alexandre Makarovitsch (2/2)

*« La frontière survit à ses métamorphoses.
Invincible parce que bonne à penser... »*

Régis Debray,

- En sciences, y compris humaines, **les connaissances augmentant de façon exponentielle, les frontières connues de la réalité sont sans cesse repoussées ;**
- une société humaine est **un ensemble complexe de sous-systèmes** se chevauchant en son sein ;
 - *leurs frontières respectives **sont extrêmement nombreuses**, différentes en termes de structure, de fonction et d'invariance temporelle ;*
 - **les interactions des acteurs, et celles avec l'environnement sont essentielles ;**
 - *communiquer c'est établir et/ou changer des frontières ;*
- Les frontières sont à **prendre en compte dans tout processus de gouvernance**,
 - *qu'il s'agisse de l'administration d'un pays, d'un ensemble de pays, d'une entreprise, d'une institution quelconque ;*

Alexandre Makarovitsch

LA FRONTIÈRE : UN IMPÉRATIF EN MATIÈRE DE GOUVERNANCE

De facto, la frontière est un concept qui n'a pas de frontières

- Qu'elle soit seuil, bord, limite, barrière, passage, cadre (*e.a. de pensée ...*)
 - *frontières physiques ou spatiales (océans, continents, glaciers, atmosphère, ...)* ;
 - *frontières sexuelles* ;
 - *frontières générationnelles* ;
 - *Frontières écologiques (forêts, ...)* ;
 - *frontières territoriales (réfugiés, ...)* ;
 - *entre guerre et paix* ;
 - *frontières philosophiques et paradigmatiques* ;
 - *frontières de compétences* ;
 - *frontières au sein d'un orchestre : entre cordes, cuivres et percussions.*
- Elles sont propres à toutes les structures et "systèmes" ***hétéro-organisés*** :
 - *elles sont plus ou moins perméables* ;
 - *Permettant les échanges entre éléments individuels, groupés ou collectivités.*

La notion de frontière

- entre systèmes différents, **la frontière est un élément qui permet de définir plus finement les caractéristiques de chacun des systèmes.** Ces frontières, en général floues, **permettent de fortes interactions** des différents acteurs, objets, sous-systèmes ;
- **les frontières servent aussi à augmenter la diversité structurelle du milieu au sein duquel émerge un système organisé** et jouent un rôle décisif dans la mise en réseau de biotopes complémentaires ;
- pour assurer la cohérence et l'exhaustivité de sa description, il est important d'examiner et de mettre à jour régulièrement les limites d'un système,
 - *Ceci en utilisant **des processus de traçabilité, de gestion des changements et de gestion de la configuration.***

L'évolution de la notion de frontière

- **Le sens** ainsi que la notion-même de frontière ont changé au cours du temps et **continuent à changer** avec une accélération notable ;
- Ceci du fait de l'avalanche de découvertes ***dans les domaines de la génétique, de la biologie, des nanotechnologies, du numérique, de l'intelligence artificielle et de la robotique, de la communication*** :
 - ***Génétique*** : programmation, OGM,... ;
 - ***Biologie*** : réparation de l'ADN (CRISPR), clonage, cellules souche,... ;
 - ***Nanotechnologies***: se déplacer partout,... ;
 - ***Intelligence artificielle*** : "deep learning", réalité virtuelle, agents intelligents,... ;
 - ***Robotique***: l'interface H/M qui change rapidement, l'impression 3D, les drones,... ;
 - ***Communication*** : mobilité, miniaturisation, réseaux sociaux, ...
- les frontières entre l'homme et la machine, ou entre ce que deviennent celles entre l'homme et son environnement, sont ce qui caractérise un ***transhumanisme***.

La différence entre frontière, lisière, limite et clôture (1/3)

- Tout système complexe a des frontières internes et avec l'extérieur qui, en plus peuvent être aussi entrelacées du fait de leur multi dimensionnalité : *géographie, temps, connaissance, psychisme* ;
- en systémique classique, *Bernard Walliser* distingue quatre types de frontière : **nette, stable, instable, floue** (ex : le bord de mer, une flamme,), **ou des combinaisons deux à deux** - (ex : entre deux la personne, deux ethnies)...
- mais on peut ajouter aussi: **visible** (opaque, transparente ou translucide à différents degrés), **invisible, permanente ou temporaire, matérielle ou immatérielle, légale ou non-légiférée, perméable ou imperméable** ;
- Les caractéristiques et propriétés des frontières sont nombreuses, mais en voici quelques-unes :
 - **une structure** : *matérielle continue ou poreuse, énergétique, informationnelle, purement virtuelle* ;
 - **des fonctions** : *balisage, séparation, délimitation, clôture, arrêt, protection, régulation, attirance, provocation, horizon, filtrage ...*
 - **des adaptations** : *de structure ou de fonction, disparition, émergence,...*

Alexandre Makarovitch. La frontière : un impératif en matière de gouvernance.
<https://ojs.uclouvain.be/index.php/AES/article/download/56813/53343/>

La différence entre frontière, lisière, limite et clôture (2/3)

- Aujourd'hui, dans le langage courant français et en tant que substantif, le terme de *frontière* fait référence à l'idée de **limite**, sinon de **clôture** :
 - au sens propre, **la limite séparant deux zones** caractérisées par des phénomènes physiques ou humains différents ;
 - au sens figuré, **la limite entre deux choses, idées, communautés différentes**;
- Les limites d'un système ne sont pas fixes ou absolues, mais plutôt dynamiques et relatives, selon la perspective et le chemin dissipatif du système ;
 - *elles désignent les lignes parfois invisibles qui définissent celles du comportement acceptable pour le maintien de sa résilience dans les interactions entre systèmes ou éléments d'un système ;*
 - *ceci au sein des espaces de flux, qu'ils soient biologiques, écologiques ou soci(ét)aux ;*
- évoquant la séparation, la différenciation de deux ou plusieurs unités, les notions de limite et de clôture posent en même temps **la question de ce qui en constitue les identités respectives.**

La différence entre frontière, lisière, limite et clôture (3/3)

- Selon leur contexte, les termes « **effet-lisière** », « **effet-bordure** », ou « **effet de bord** », peuvent alors décrire ou regrouper différents types (parfois opposés) d'effets-frontières ;
- une **lisière** (du francique *lisa*, « ornière ») est **une limite entre deux milieux**, écologiques mais aussi socio-économiques, permettant de passer d'une structure organisée à une autre ;
 - *Les lisières naturelles forment généralement **des transitions douces**, les deux milieux s'influençant réciproquement sur une **profondeur relativement importante** ;*
- *La perméabilité écologique ou économique des lisières a de multiples implications : un **effet source** et un **effet barrière** :*
 - *quand on s'éloigne de la lisière, on trouve une grande partie de celles des deux milieux adjacents ;*
 - *mais progressivement aussi, plus d'espèce typiques du milieu dans lequel on se trouve et moins des espèces caractéristiques de l'autre milieu ;*
 - Les formes et structures des lisières ont donc une influence sur la nature et l'ampleur de leurs effets, et **des effets synergiques y existent**, notamment écologiques, comme dans des forêts voisines mais aussi sociétales entre communautés voisines.

(Re)définir clairement la (les) frontière(s) entre un système et son environnement

- Choisir la frontière sachant que les relations environnement / (sous)-système sont souvent **moins détaillées, plus floues** ;
 - Le système représente **ce qui est d'intérêt pour l'étude** ;
 - La frontière est **un choix fonction du problème à résoudre** et non une donnée ;
- Faire apparaître les relations qu'entretiennent les sous-systèmes entre eux **ainsi que leur rôle par rapport à l'ensemble du système** ;

Décrire l'environnement du système :

- Rechercher **les sous-systèmes intéressants pour leur influence sur le système** ;
- **identifier la granularité** des sous-systèmes ;
- En outre, afin de connaître, voire d'optimiser les limites du système en termes de valeur et d'avantages, il est essentiel **d'équilibrer les compromis entre la portée, les performances et la qualité du système avec les ressources, les contraintes et les risques.**

3. La notion de frontière dans les systèmes complexes

La notion même de frontière dans les systèmes complexes

- **La singularité, la multiplicité, la multi-dimensionnalité, la multivalence, la relationnalité, l'agonalité ou la diffusion** des frontières sont souvent qualifiées de **complexes**, sans que cette qualification fasse l'objet d'une réflexion plus approfondie ;
 - *Il n'existe en effet guère de travaux expliquant ce que l'on entend exactement par **frontières complexes** ou de recherche spécifique sur les frontières orientées vers la complexité ;*
- ainsi, la question élémentaire **reste de savoir comment les frontières peuvent être conceptualisées** avec leurs éléments constitutifs en tant que **structures irréductibles**;
- Il y a notamment le concept d'Edgar Morin d' *Order Complexities qui s'adresse à "ce qui est tissé ensemble" :*
 - (a) il considère les frontières comme **des structures relationnelles**,*
 - (b) Il se concentre sur **les interactions auto-dynamiques** et imprévisibles de leurs composants ;*
 - (c) et sur **leurs dés-ordres émergents** qui agissent comme des frontières (borderings).*

Le fondement structurel de la notion de frontière dans le systèmes complexes

- Du niveau *biologique* au niveau *socio-culturel* et *politico-économique*, on observe en effet les effets multiples de la frontière sur les **collectivités** et les **espaces** concernés **au travers des fonctions** qu'assume la frontière ;
- **il s'agit d'un « invariant » structurel et morphologique** conditionné par une interface « éco-bio-socio-logique » supportant quatre fonctions essentielles : **relation, traduction régulation et différenciation**.
 - *la frontière est **relation** puisqu'elle joint les territoires qui se confrontent, se comparent et se découvrent, tout en permettant un échange, une collaboration ou une opposition ;*
 - *en tant que **traduction**, la frontière assume une fonction sociale, traduit l'information et permet un classement spatial ou « territorial » ;*
 - *en tant que **régulation**, la frontière délimite une aire à l'intérieur de laquelle règne une autonomie à l'égard de ceux qui l'ont fondée.*
 - *elle est aussi une **différenciation** tout en instaurant les différences permettant d'instituer ou de préserver, car l'indifférenciation débouche sur le chaos et mène à la crise.*

La notion de trame des frontières d'un système

- La métaphore d'une *trame des frontières* souligne **l'interdépendance des processus frontaliers** ;
 - Avec cette approche de la trame, les auteurs proposent **un instrument qui est suffisamment flexible pour être utilisé de différentes manières que pour inclure une grande variété de processus, de sujets et d'artefacts liés aux frontières et situés dans leur propre sphère d'influence, quelle qu'elle soit** ;
- Dans ce contexte, **les frontières sont comprises de manière expansive**, comme des **topos** et non comme des marqueurs purement territoriaux. ;
- A mesure que le système évolue et que l'environnement change, **la gestion des limites d'un système est un processus continu** qui implique :
 - *la surveillance*, ;
 - *l'évaluation* ;
 - *l'ajustement des limites du système* ;

Les trois dimensions structurelles de la trame des frontières : la physicalité, la spatialité et la matérialité.

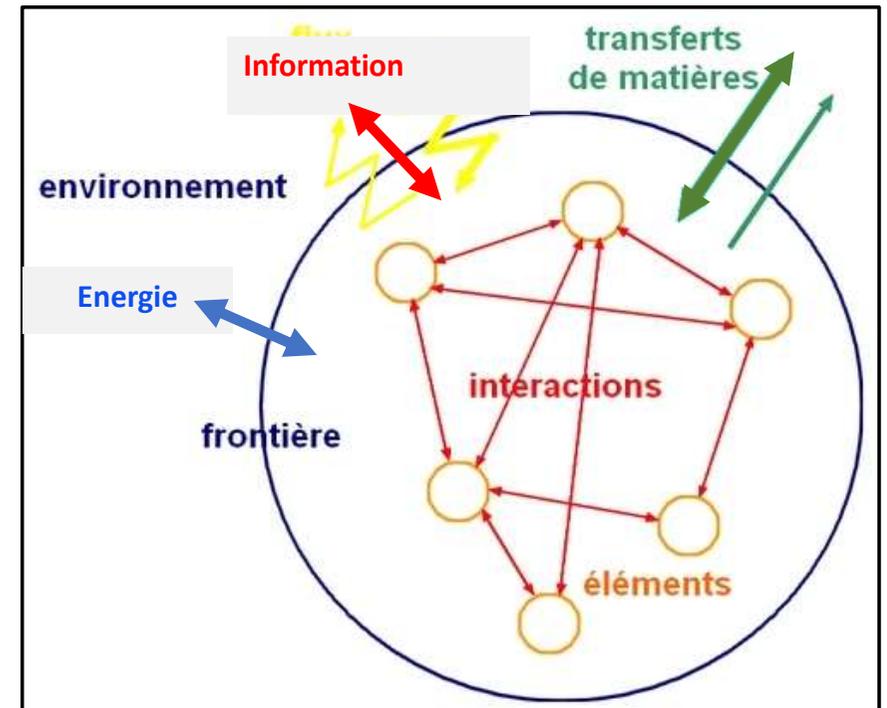
- l'identification de la trame des frontières d'un système **est une composante essentielle que ne procure qu'une approche systémique** ;
- Cette approche par trames des frontières fait référence à des conceptualisations des frontières comme **zones hybrides d'existences interconnectées** :
 - *telles que l'« hybridité », le « troisième espace » (Bhabha), les « zones de contact » (Pratt) et les « paysages frontaliers » (Brambilla) ;*
- La définition d'un système ne peut qu'intégrer **les filtres des frontières qui permettent d'en dresser les caractéristiques** :
 - *interrelations irréductibles dans des zones de contact et d'échanges, entre des milieux distincts, entre une multitude de facteurs dynamiquement imbriqués mais ayant des pratiques et des comportements différenciés ;*
- structurelles ou fonctionnelles, il s'agit d'établir alors **comment ces frontières régulent les flux d'entrée et de sortie** d'un environnement à un autre.

Etablir un diagramme des frontières d'un système

- Pour ce faire efficacement, **des examens du système considéré doivent être effectués périodiquement** pour examiner l'état, le rendement, les problèmes et les risques du système.
 - *Ce qu'exerce par exemple **un système hormonal** au sein d'un organisme animal ;*
- la représentation du processus, au départ une représentation mentale du système et de son environnement, devient un diagramme montrant les entités externes et les flux interagissant avec le système
 - *Ceux-ci représentent graphiquement les acteurs, les fonctionnalités du système et des scénarios de fonctionnement et les utilisations qui décrivent le comportement et la valeur du système ;*
 - *En biologie, cela peut être la description d'une espèce ou un bilan médical ;*
- Enfin, un diagramme des frontières du système et de ses sous-systèmes, **montre les interfaces et les interactions entre eux** ainsi que les flux avec les entités externes et l'environnement **au travers des différentes frontières**, tant internes qu'externes du système.

Préciser dans le diagramme les relations entre frontières, flux d'énergie et autres

- La frontière du système, distingue le « système » de son environnement ;
- Le système est **ouvert** car il y entre de la matière, de l'énergie ou des informations
- De même, du système « **sortent** » de la matière, de l'énergie ou des informations
- La frontière est variable dans le temps et dans l'espace : le système se transforme en **agissant**.



Les limites d'un système constituant les *frontières du chaos*

- C'est un **espace de transition entre l'ordre et le désordre** qui existe dans une grande variété de systèmes ;
- Cette zone de transition est **une région d'instabilité délimitée** engendrant des interactions dynamiques constantes entre l'ordre et le désordre ;
 - *Les physiciens ont démontré que l'adaptation à la frontière du chaos se produit dans presque tous les systèmes à rétroaction .*
- Cette notion de **frontières du chaos, intuitive mais un peu abstraite**, exprime le risque de décomposition du système lié à son instabilité ou celle de son environnement ;
 - *elle a de nombreuses applications dans des domaines tels que l'écologie, la gestion des affaires, la psychologie, les sciences politiques et les autres sciences sociales.*

Complexity Labs, « Edge of Chaos [archive] », Complexity Labs

4. Les frontières dans les structures et les organisations de nature *bio-socio-éco-logique*

Les principales formes de relations transfrontalières du vivant

- Toute structure vivante est **un système** qui consiste en **une organisation dynamique entre éléments individuels constitutifs** :
 - *Cellule, organismes, espèces, tribus, nations, marchés* ;
- il existe deux formes d'interactions ou d'actions mécaniques :
 - l'interaction de **contact** : les objets qui sont en interaction se touchent ;
 - l'interaction à **distance** : les objets qui interagissent sont éloignés.
- **ce sont les propriétés des frontières** entre les entités individuelles et leurs communautés systémiques **qui vont permettre l'hétéro-régulation de la structure** ;
- elles favorisent les échanges : collaboratifs, synergiques, symbiotiques, compétitifs ou prédateurs;
- chaque élément **gardant une identité**.

<https://www.bioxegy.com/post/top-5-la-symbiose-dans-la-nature-une-relation-intime-entre-les-%C3%AAtres>

Les frontières des (éco)systèmes biologiques et sociétaux : la base de leur diversité et de leur résilience

- Les **frontières fragmentent les habitats naturels ou sociétaux** et peuvent affecter la (bio)diversité mais peuvent aussi favoriser des initiatives communautaires ;
 - *en **définissant des identités et des relations**, elles peuvent **catalyser des solutions créatives de changements** : environnementaux et économiques sociaux et culturels ;*
 - *Il y a aussi des frontières invisibles, non physiques, comme les différences de comportements, écologiques et culturels, qui influencent les interactions sociales ;*
- au niveau sociétal, influencent la perception des autres, favorisent la curiosité et l'ouverture mais aussi renforcent certains stéréotypes et préjugés ;
 - *ces enjeux impliquent alors les échanges, la sécurité, le commerce, et les conflits identitaires : migrations, envahissements du bactérien à l'humain, voire au numérique ;*
 - *chez les humains, des frontières peuvent aussi se constituer en **éléments de mémoire** comme des monuments et symboliser des identités collectives, des luttes historiques ...*

Les relations et connections entre éléments d'une structure biologique

- Comment les frontières assurent-elles la fonction systémique de **gérer les interactions particulières entre éléments** qui déterminent **la spécificité de l'ensemble** du système organisé ?
- des **associations intimes et réciproques de coopération et de dépendance** entre individus de la même espèce ou d'espèces différentes qui sont nécessaires et bénéfiques pour la survie et l'évolution de la plupart des organismes se sont créées ;
- ces phénomènes de **coévolution entre espèces** qui permettent qui leur permettent de se spécialiser et évoluer ensemble, ce sont des **symbioses**.



<https://fr.freepik.com/photos-vecteurs-libre/mycorhizes>



<https://www.bioxegy.com/post/top-5-la-symbiose-dans-la-nature-une-relation-intime-entre-les-%C3%AAtres>

AFSCET - Andé 2025 - Jacques de Gerlache



<https://www.idelux.be/fr/symbiose-industrielle-quand-la-nature-nous-guide-vers-une-voie-prometteuse>

La symbiose : processus fondamental de gestion des relations transfrontalières dans les éco-systèmes

- Les échanges symbiotiques entre les frontières de chaque composante biologique sont **créateurs et fondamentaux** :
 - *réseaux entre bactéries, champignons, plantes, arbres, insectes, mammifères, ... ;*
- Ils créent la **biodiversité en favorisant l'efficacité et la résilience** du système global et en optimisant la gestion du CO₂, de l'oxygène, de l'eau, de la chaleur, ...
- Il existe trois formes principales de symbiose :
 - **le mutualisme ;**
 - **le commensalisme ;**
 - **le parasitisme.**
- Les biologistes y distinguent plus spécifiquement :
 - **l'épibiose**, comme le contact symbiotique de la peau avec l'extérieur ;
 - **l'endosymbiose**, une forme d'association dans laquelle un organisme pénètre dans l'organisme et parfois s'y fond complètement ;
- La **symbiogenèse** étant l'accomplissement d'un tel accouplement permanent.

L'exemple de la symbiose intestinale

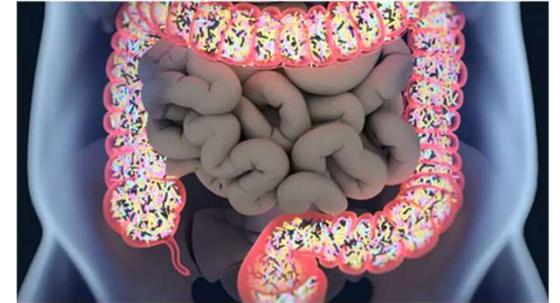


PHOTO: iStock

- En symbiose mutualiste, les intestins abritent et nourrissent les micro-organismes indispensables à la digestion qui forment la flore intestinale ou microbiote ;
 - *10 000 milliards de micro-organismes sont présents dans le tube digestif humain et **l'équivalent du nombre de cellules dont nous sommes composés** ;*
 - *Ce sont **des bactéries, virus, parasites, champignons** qui ne nous sont pas néfastes ;;*
- Ils assurent une digestion correcte par **l'assimilation des nutriments ou la synthèse des vitamines et des acides aminés** ;
- Mais aussi **un rôle dans les fonctions, métaboliques, immunitaires et neurologiques** ;
- le microbiote intestinal est **propre à chaque individu** sur le plan qualitatif et quantitatif.
 - *Parmi les 160 espèces de bactéries que comporte en moyenne le microbiote d'un individu sain, seule la moitié est communément retrouvée d'un individu à l'autre.*

<https://www.inserm.fr/dossier/microbiote-intestinal-flore-intestinale/>

Les fonctions systémiques du microbiote intestinal

- Le microbiote intestinal participe pleinement au fonctionnement du système immunitaire intestinal, **indispensable au rôle frontière** de sa paroi ;
 - *Dès les premières années de vie, le microbiote est en effet nécessaire pour que l'immunité intestinale **apprenne à distinguer les espèces amies commensales des pathogènes** ;*
- Le microbiote agit en outre sur **le fonctionnement global du tube digestif** : des animaux axéniques ont une motricité du tube digestif ralentie ;
 - *chez les animaux dépourvus d'un microbiote intestinal, la différenciation des cellules de la paroi intestinale est inachevée, tandis que le réseau sanguin qui l'irrigue et le réseau local de cellules immunitaires sont moins denses ;*
 - *or ce système vasculaire a un rôle déterminant pour le métabolisme nutritionnel et hormonal, ainsi que pour l'arrimage de cellules immunitaires au sein de la paroi intestinale.*

5. Les frontières sociétales

Passer du niveau écologique au niveau sociétal des frontières

- Des progrès décisifs ont donc été accomplis dans la **connai-science**, la meilleure compréhension, et donc de la capacité d'intégration, des conséquences **des lois naturelles régulant les frontières dans tout (éco)système complexes** ;
- ils permettent de **mieux éclairer d'un jour nouveau** les méthodes procurant la **lucidité** pour mieux **comprendre et gérer les rencontres et les confrontations transfrontalières** ;
- **cela permet d'échapper aux excès d'une stricte hiérarchisation clivante** des règles régissant les systèmes de relations sociales, religieuses et « politiques » ;
 - *notamment celles **entre idéaux socio-politiques** mais aussi **économiques**, comme le manque de diversité en politique dérivant alors parfois vers des **impérialismes autocratiques** tels que nous les vivons aujourd'hui ;*
- permettre ainsi d'échapper à la fois aux **excès de retours aux frontières ultra-communautaires** ou **ultra-libérales** et aussi à ceux d'une tendance **ultra-mondialisante**.

La résilience des systèmes sociétaux face à leur pouvoir dissipatif

- A la différence des cyclones, **les humains, qui sont doués de conscience**, devraient savoir qu'une fois leurs ressources épuisées, **ils disparaîtront comme disparaissent les cyclones** ;
- Tout impose donc aujourd'hui de **mieux intégrer dans la définition d'un système social organisé, les implications incontournables et très concrètes de cet effet dissipatif inéluctablement "attracteur"** décrit par les lois de la thermodynamique ;
- Les structures humaines en particulier, de toujours plus grande complexité, ayant toujours un pouvoir dissipatif toujours accru ;
- Pour Luc Vodoz, il est essentiel d'éclairer les mécanismes du passage des **frontières du chaos** : pourquoi les franchir, à quel prix, avec quelles chances de succès et quels risques de retour forcé voir impossible ?
- Que ce soient les *limites climatiques, écologiques, alimentaires, démographiques, ethniques, sociales, géo-politiques, numériques, ...*

Les frontières soci(ét)ales

- Les frontières soci(ét)ales désignent **les lignes invisibles qui définissent les limites du comportement acceptable dans les interactions humaines** ;
- il est communément admis que **nous vivons dans un monde de plus en plus globalisant où les espaces délimités sont remplacés par des espaces de flux**, tels ceux du capital, du travail, de l'information, de la technologie, etc ;
 - *espaces où ces flux et les idées circulent plus ou moins librement dans le monde entier ;*
 - *en Europe, on a connu l'effondrement du mur de Berlin et la chute du rideau de fer, l'expansion de l'UE « sans frontières » et des comme le processus de paix en Irlande du Nord ;*
- s'il est aussi observé que **des frontières sont de plus en plus poreuses et parfois anachroniques**, l'époque actuelle est néanmoins aussi caractérisée **par la prolifération et le maintien des frontières entravant la circulation de certains groupes** :
 - *comme celles des freins aux migrations et le retour à présent vers une « relocalisation » de productions industrielles.*

La puissance de résilience globale de tout système soci(ét)al organisé

« L'anthropocène demeurera un impensé politique tant que l'entropie du système ne sera pas reconnue et comprise. »

Agnès Sinai – Penser la décroissance

- Pour Bento Spinoza, la *Nature* elle-même est définie par sa « **puissance globale** » : puissance d'agir, de se produire, de se reproduire ;
- mais aussi de se conserver elle-même, dans ce qu'il nomme le **conatus**, cet « effort de persévérer dans son être » ;
- chaque structure singulière (*plante, insecte, homme*) étant partie de cette puissance « infinie », ne fait aussi qu'agir à sa manière pour la conserver ;
- et **l'esprit possède aussi un régime de fonctionnement** qui permet d'enchaîner les pensées selon l'ordre fortuit imposé par les rencontres de la vie, ce que Spinoza appelle **l'imagination** ;

*L'esprit est donc intrinsèquement soumis à une forme de contrainte conservatrice, résistance au changement qui s'apparente à sa capacité de résilience ou à ce que les biologistes nomment depuis C.H. Waddington : **l'homéostasie**.*

Quelques exemples de frontières sociétales ...

- entre générations ;
- entre cultures ;
- entre religion(s)et athéisme :
- entre « classes sociales » ;
- entre visions politiques, voire scientifiques ;
- entre démocraties et dictatures ;
- entre socialisme et capitalisme ;
- entre moyens d'existence ;
- entre quartiers ;
- entre guerre et paix ;
- entre résidents et réfugiés ;
- ...

La notion de frontière « soci(ét)ale » (1/3)

- Une frontière est un « **invariant** » **structurel et morphologique** conditionné par des interfaces « *éco-bio-socio-logiques* » supportant des fonctions essentielles :
- en plus de son fondement biologique, la notion de frontière comporte **aussi un fondement « social », voire sociétal** ;
- **le mental** y prenant une part parfois plus importante que le physiologique et le morphologique, certaines propriétés ou libertés, de type jusqu'alors exceptionnel ou même inconnu, se manifestent dans le jeu des forces vivantes ;
 - *la première d'entre elles étant que, l'ancienne hérédité chromosomique se trouvant désormais doublée d'une **hérédité « éducationnelle »**,*
 - *extra-individuelle, la conservation et l'accumulation de l'Acquis prennent une importance de premier ordre en dans certaines espèces, comme dans l'espèce humaine en particulier. .*

La notion de frontière soci(ét)ale (2/3)

- Cette notion amène à considérer l'espace autrement que comme un cadre ou seulement une donnée physique et à montrer comment il peut être **un outil d'analyse à la fois pour caractériser les réalités sociales et les acteurs territoriaux** ;
- ces frontières peuvent être considérées comme abstraites ou symboliques en caractérisant plus des mécanismes informels que de barrières sociales ;
 - ***Mais ce sont des frontières qui dessinent des lignes de fracture au sein des sociétés contemporaines.***
- Elles peuvent caractériser la gentrification sociale des centres urbains, la ghettoïisation des fractions les plus démunies en périphérie, les formes de ségrégation ethnique à l'école, le non-accès à des services de base pour les sans-papiers ou bien encore des logiques de séparatisme social conduisant à une archipelisation de la société.

La notion de frontière soci(ét)ale (3/3)

- Tout organisme – individuel ou collectif – sécrète de la frontière, toute culture a ses limites : frontières et limites sont alors des instruments de régulation et de délimitation des systèmes socio-territoriaux.
- pour Marc-Henry Soulet, dans les sciences sociales, la notion de frontière est souvent associée à celle de **la ségrégation** proposée par Frantz , (2011).
- cette dernière se définit comme des décisions politiques ou des choix économiques et symboliques dans un espace délimité, ayant effet sur une population plus ou moins homogène ;
- Pour Philippe Warin, « *l'unité de ces situations se trouve **dans l'idée et les pratiques d'un "vivre hors droits"**, dans lesquelles, au final, les individus se retrouvent et parfois **s'enferment ou sont enfermés** » .*

Mac-Henry Soulet Frontières sociales, frontières culturelles, frontières techniques. Sociologies
<https://journals.openedition.org/sociologies/3304>

Les limites socio-économiques de la résilience d'un système sociétal

- D'une manière générale, ce sont en particulier les frontières de nos modèles sociétaux contemporains qu'il faut réellement réanalyser ;
- modèles dont l'un des principaux effets, au travers de la maximalisation sans limite d'une croissance économique de la production et de la consommation, est de **dissiper jusqu'à leur épuisement nos ressources essentielles** ;
- Les réanalyser via notamment les concepts et les processus systémiques de «**circularité** » dont l'intégration opérationnelle dans ses différentes dimensions, écologique, mais aussi sociale et économique au sens large ;
- Notion qui prend beaucoup d'ampleur ces dernières années .

Jacques de Gerlache. La circularité, moteur de la métamorphose de nos conditions d'existence. Up Magazine avril 2023 <https://up-magazine.info/decryptages/analyses/114494-la-circularite-moteur-de-la-metamorphose-de-nos-conditions-dexistence/>

L'égoïsme et l'individualisme contemporain : ils conduisent au renforcement de ces frontières soci(ét)ales

*« A mon sens, le pendule de la civilisation,
après avoir fortement incliné vers la liberté absolue de l'individualisme,
revient vers la nécessité de l'action gouvernementale et l'appelle. »*

Le citoyen Billaud à l'Assemblée constituante de la II^{ème} République, cité par J-F Kahn

- Parmi les événements marquants et peut-être déterminants de l'évolution de la civilisation occidentale figure **l'émergence d'un individualisme progressivement forcené** issu du mouvement rationaliste et de la société marchande qui l'ont caractérisé depuis la Renaissance;
 - individualisme qui a engendré, à la fois et paradoxalement, la reconnaissance de la valeur d'une forme de liberté (ou plutôt **d'autonomie**) sociale de la personne humaine (*droits humains, statut de la femme, des enfants, des minorités, ..*) ;
 - et celle du libéralisme (*capitalistique, marchand, mais aussi colonialiste et prédateur*) comme modèle économique ;
- Avec comme conséquence quand il s'agit de préserver ou de renforcer la nécessaire cohésion qui caractérise fondamentalement l'existence-même des sociétés, humaines en particulier, **une inéluctable confrontation aux limites de l'autonomie individuelle et du libéralisme économique.**

Les conséquences de frontières soci(ét)ales ségrégatives

- Cette ségrégation conduit à (se) distinguer, à (se) caractériser dans l'espace sociétal en concevant **des frontières spatiales et des barrières sociales**, des frontières, voire des fossés symboliques plus que matériels *Bourdieu, 1979*).
 - *la **frontière mentale** y tient un rôle non négligeable qui est renforcée par des formes de **frontières politiques** ;*
- ces frontières ségrégatives s'accompagnant de discontinuités, d'effets de seuil (*statistiques par exemple*), de gradients plus ou moins accentués qui en sont tout à la fois la cause et la conséquence ;
- limites séparant progressivement des entités différentes : frontières, coupures ou coutures, pouvant être plus ou moins (re)fermées, plus ou moins perméables, plus ou moins irréversibles et violentes :
 - *au sein des sociétés contemporaines, se dessinent alors **des lignes de fractures ethniques, philosophico-culturelles, idéologiques et religieuses : les frontières du chaos.***

Les « *cancers sociétaux* » : une transgression des frontières soci(é)ales

Dans le contexte sociétal, comme dans un organisme animal deux situations sont possibles :

- soit les ressources sont **utilisées au profit de l'efficacité dissipative de l'organisme social dans son ensemble** ;
 - soit celles-ci sont **détournées au profit d'une petite structure, comme le font les tumeurs malignes** ;
- Comme un **ghetto urbain**, ces structures **malignes créent leurs propres frontières** pour détourner à **leur usage exclusif des ressources de la structure dissipative globale** jusqu'au point, à la manière des cyclones, d'épuiser cette dissipation maximale d'entropie de la structure globale au sein de laquelle ils émergent :
 - *à la fois les ressources de la structure organisée dont elles proviennent et celles de l'organisme, biologique ou social, qui le a extraites et transformées ;*
 - *Ce qui va mener à leur disparition ...*

Les frontières des systèmes d'apprentissage et d'information

- Les apprentissages éducatifs, instinctifs chez les animaux et en partie organisés chez les humains, sont la base **de la transmission des informations non intégrées génétiquement** : la mémoire des expériences vécues et de la « culture » ;
- Au niveau soci(ét)al, ces différents processus d'interactions ont depuis toujours été facilités par la croissance des technologies, en particulier celles de communication (*dessin, écriture, imprimerie, télécom, notamment*) et aujourd'hui les réseaux numériques ;
- si des fossés se creusent aujourd'hui entre groupes sociaux au point d'opérer des clivages profonds, nul doute que, **dans une société de l'information, l'accès et le contenu des modes de communication numérique, mal ou trop contrôlés, peuvent constituer et accentuer des lignes de fracture**, autant significatives qu'invisibles ;
 - *Et ce d'autant qu'il ne faut pas ramener cette question au seul problème de la couverture technologique mais surtout à leur gestion.*

La limite entre le « **dedans** » et le « **dehors** » des frontières de la « société de l'information »

- Pour Luc Vodoz , il s'agit précisément d'éclairer les mécanismes du passage des frontières de cette société de la **(pseudo)information** :
 1. **comment franchir ces frontières particulières, à quel prix**, avec quelles chances de succès et avec quels risques de retour forcé ?
 2. **que ressentent le « migrant » de ces frontières** (*la personne en formation*) **et leurs « passeurs »** (les *(pseudo-)formateurs*) ?
 3. dans quelle mesure leur tentative d'atteindre le « *pays du numérique* » est-elle **motivée par une volonté spécifique d'accéder à de réelles ressources informationnelles** ;
 4. ou, a contrario, par une préoccupation d'une forme d'information **conditionnée par l'accès à des contenus essentiellement d'opinions plus que factuels** influençant fortement certaines formes d'intégration sociale.

Luc Vodoz. Fracture numérique, fracture sociale : aux frontières de l'intégration et de l'exclusion.
<https://journals.openedition.org/sociologies/3333>

6. La gouvernance des frontières

La *gouvernance* des frontières

- La gouvernance, tant des institutions que des et entreprises, pose des problèmes de frontières :
 1. *les frontières internes avec leurs spécificités en fonction du domaine d'activité ;*
 2. *les frontières public/privé qui changent continuellement, et ceci dans le sens d'une plus grande délégation au privé de la part des gouvernements des pays ;*
 3. *les frontières entre institutions et citoyens; entre leaders, staffs et salariés ;*
 4. *les frontières entre concurrents et les nouveaux modes de travail, notamment la "coopétition« ;*
 5. *les déplacements de frontières pour couvrir de nouveaux domaines, qui sont des mouvements à enjeu essentiellement financier et économique-stratégique ;*
- les frontières subséquentes, *entre interdictions, entraves, régulations, laisser-aller*, sont aussi très importantes car elles posent de difficiles problèmes de décision ;
- **les frontières sont donc à prendre en compte dans tout processus de gouvernance,**
 - *qu'il s'agisse de l'administration d'un pays, d'un ensemble de pays, d'une entreprise, d'une institution quelconque.*

La gouvernance des frontières des systèmes biologiques complexes

- En biologie, l'**homéostasie** constitue ce qui assure la résilience des systèmes **via la gouvernance en temps réel des processus adaptés** ;
- Le maintien de l'homéostasie implique généralement **des boucles de rétroaction ago-antagonistes** :
 - l'agoniste favorise une action ou un processus, tandis que l'antagoniste s'oppose ou bloque cette action..
- Voir notamment **les processus d'ago-antagonisme** décrits par Elie Bernard-Weil ou ceux de Pierre Bricage *dans La loi de puissance d'invariance spatio-temporelle des systèmes vivants* et ses cinq principes :
 1. *principe moteur d'évolution* ;
 2. *principes de structuration* ;
 3. *de phylogénie de la complexité* ;
 4. *de maintien* ;
 5. *d'ontogénie*.

L'homéostasie : une gouvernance en temps réel de la résilience des systèmes biologiques

- Chez les organismes sains, le **système nerveux** permet d'identifier et de corriger d'éventuelles perturbations physiologiques ;
 - *Tous les organes concernés intervenant alors de façon constante et automatique dans les différents processus homéostatiques en fonction des signaux atteignant leurs frontières respectives ;*
 - *Si, par exemple la tension artérielle augmente ou si la température corporelle chute, **grâce à ces processus, ils maintiennent les niveaux d'eau, d'oxygène, de composition du sang, de pH et de glycémie**, ainsi que la **température corporelle** et l'organisme peut retrouver un équilibre ;*
- Pour ce qui est de **maintenir la balance énergétique**, l'organisme recueille et interprète en permanence **des signaux hormonaux, métaboliques et nerveux** émis par les tissus périphériques impliqués dans l'utilisation et le stockage de l'énergie : *foie, muscle, tissu adipeux.*

D'autres éléments constitutifs de la gouvernance biologique

- Les équilibres homéostatiques ont évolué pour aider les organismes à **maintenir une fonction optimale dans différents environnements** ;
ils permettent ainsi aux organismes de faire circuler aux travers de leurs frontières internes les informations importantes de l'environnement extérieur, entre cellules, tissus et organes ;
elle peut ainsi être modifiée par les rythmes circadiens, les cycles menstruels, ou encore les fluctuations quotidiennes de la température corporelle.
- Cette homéostasie est gouvernée en temps réel de façon très complexe par le **système nerveux autonome** et **les glandes endocrines (hormones)**, ainsi que par de nombreux paramètres comme la fièvre, la sudation, le rythme cardiaque ;
- La capacité d'adapter son « *point limite* » permet aussi de réagir **aux facteurs de stress à court terme**, mais **peut échouer face à des changements à long terme**, comme des expositions prolongées à d'autres régimes climatiques ou environnementaux.

Les processus opérationnels de gouvernance des systèmes soci(ét)aux

- ***La gouvernance des systèmes sociétaux*** renvoie à **un système d'entités décisionnelles** qui dirige certains domaines d'activités.
- fondée sur un partenariat entre différents acteurs à différentes échelles, elle correspond à la mise en place de **modes de pilotage, de régulation et de contrôle de frontières** selon trois dimensions : *conception, décision et rétroaction*
- Cela au travers ***d'un contrôle qui devrait vraiment être mieux exercée en temps réel***, tel celui d'une ***police de la route*** qui exerce le contrôle du strict respect des règles du *Code de la route* et ***prévient ainsi bien des accidents*** ;
 - *ces faiblesses des pratiques de gouvernance se traduisant par le déclin de l'éthique qui se traduit par des abus, des scandales ;*
- et une **crise grandissante de confiance citoyenne dans ses institutions, crise dommageable pour les régimes démocratiques et leurs institutions ...**

La gouvernance : l'outil essentiel de maîtrise des dérives économiques dissipatives des sociétés humaines



- **sans gouvernance d'Etat sur les frontières sociétales actuelles** (*politiques, économiques, financières, ...*), tout accroissement d'une croissance purement économique **permet à une classe dominante de s'approprier, telle l'invasion d'une espèce ou une tumeur maligne, de l'essentiel de la part accrue de valeur issue de la dissipation** des ressources disponibles ;
- le recours au numérique et à la robotisation pourra de plus en plus **les affranchir à la fois du besoin de «main-d'œuvre »**, mais aussi d'une partie des « marchés » ;
- ceci leur permettant de jouir directement **en autarcie dans leurs propres frontières** de l'essentiel des « richesses » produites, **sans plus avoir à en concéder une partie à la société dans son ensemble.**

Une gouvernance en temps réel renforcée

« *Dans les sociétés pré-industrielles, le pouvoir politique ne pouvait contrôler que l'énergie excédentaire fournie par la population* »

Ivan Illich

« *Autant persuader une plante de renoncer à la photosynthèse que de demander à l'économie bourgeoise de renoncer à l'accumulation de capital* »

Murray Bookchin

- Des méthodes renforcées de **gouvernance en temps réel** permettront notamment d'échapper aux excès d'une stricte hiérarchisation des systèmes de relations sociales, religieuses et politiques ;
- comme celles **dérivant alors parfois vers les impérialismes politiques** mais aussi **économiques ultra-libéraux** tels que nous les vivons aujourd'hui ;
 - *Et aussi de mieux contrôler ainsi aussi les dérives **autocratiques de dirigeants actuels et futurs** ;*
- **permettre ainsi d'échapper tout à la fois aux excès de retours ultra-communautaires et à ceux d'une tendance économique ultra-mondialisante.**

Les effets d'une bonne gouvernance en temps réel

- Une meilleure gouvernance rendra plus efficace une action harmonieusement gouvernable, **plus légitime, et donc plus proche du bien privé ou public et de l'intérêt général** ;
- pour la *Banque Mondiale*, la bonne gouvernance recouvre **autant la capacité du gouvernement à mettre en oeuvre des politiques pertinentes d'un contrôle démocratique de gestion efficace de ses ressources sur les agents chargés de l'autorité publique que le respect des citoyens et de l'État pour leurs institutions**,
 - *il existe notamment dans ce contexte la norme ISO 26000 sur la responsabilité sociétale des organisations qui place la gouvernance au centre de 7 questions centrales* :
 1. *la gouvernance de l'organisation* ; 2. *les droits humains* ; 3. *les relations et conditions de travail* ; 4. *l'environnement* ; 5. *la loyauté des pratiques* ; 6. *les questions relatives aux consommateurs* ; 7. *les communautés et le développement local*.

Jacques de Gerlache - Face à la crise de confiance citoyenne, faut-il une police de la gouvernance ?

<https://up-magazine.info/decryptages/analyses/126703-face-a-la-crise-de-confiance-citoyenne-faut-il-une-police-de-la-gouvernance/>

<https://www.res-systemica.org/afscet/resSystemica/vol24-2023-corps-social/res-systemica-vol-24-art-07.pdf>

Les Constitutions, ciments & ouvertures institutionnelles entre frontières et leur gouvernance

- Une Constitution est **un ciment culturel et organisationnel** composite, dépassant donc les frontières tant (méta)physiques que culturelles et linguistiques ;
 - *En biologie, on peut considérer la mémoire génétique comme la Constitution d'un organisme;*
- une Constitution tente d'établir à partir de racines spécifiques **un partage de mêmes Valeurs** plus ou moins détachées d'une composante strictement ethnique ou religieuse ;
 - *Ce qui présente des limites notamment lorsque des populations migrantes au sein de la structure sociétale deviennent importantes au point de « diluer » ce ciment sociétal.*
- ce fut et demeure **un élément déterminant dans la (sur)vie d'un système, ses échanges et l'intégration** en leur sein de populations parfois distinctes ou migrantes issues d'autres communautés ;
 - *en biologie : l'organisation (épi)génétique des symbioses et des contrôles de l'homéostasie ;*
 - *En socio-politique, les pays y intégrant notamment plusieurs cultures : Belgique, Etats-Unis, Suisse, Espagne, France, ...*

7. Les frontières entre humain et numérique

Les frontières entre cerveau humain et intelligence artificielle

- le cerveau humain fonctionne comme **un système adaptatif complexe** dans lequel les neurones trient des données jusqu'à ce qu'un certain potentiel d'action soit atteint, ce qui conduit à une activité organisée (tirs des neurones) ;
- Dans ce contexte, le cerveau humain en tant que structure dissipative constitue **une analogie utile avec le développement de systèmes d'IA;**
- **et l'intégration de ces principes des structures dissipatives dans l'IA pourrait changer la façon dont les machines apprennent et s'adaptent ;**
 - Les modèles d'IA traditionnels s'appuient sur l'accumulation et la gestion de grandes quantités **de données existantes** et peuvent se heurter à des situations très différentes de leurs situations d'apprentissage que les processus dissipatifs pourraient transcender.

Quelles frontières (im)poser à une créativité numérique ?

- **Robustesse et flexibilité** : en utilisant les principes des structures dissipatives, les modèles d'IA pourraient être **plus robustes face aux perturbations** et aux changements de leur environnement.
 - *En effet, ils peuvent apprendre en permanence de petites fluctuations et y répondre, ce qui leur permet de **s'adapter de manière dynamique à de nouvelles situations**.*
- **Créativité et innovation** : donner à l'IA la capacité de former des structures et des modèles spontanés pourrait aussi générer **leur capacité de créativité, et plus seulement la compilation des connaissances existantes** ;
- l'IA. pourrait alors être en mesure **de reconnaître et de créer des modèles auto-organisés qui s'adaptent à des circonstances nouvelles ou imprévues** sans programmation préalable explicite, une forme de **transhumanisme** ;
 - *cette **créativité artificielle** pourrait être particulièrement utile dans des domaines tels que la médecine, la robotique, la résolution de certains problèmes sociétaux complexes ;*

MAIS EST-CE VRAIMENT SOUHAITABLE DANS D'AUTRES DOMAINES ... ?

?

8. Une courte synthèse

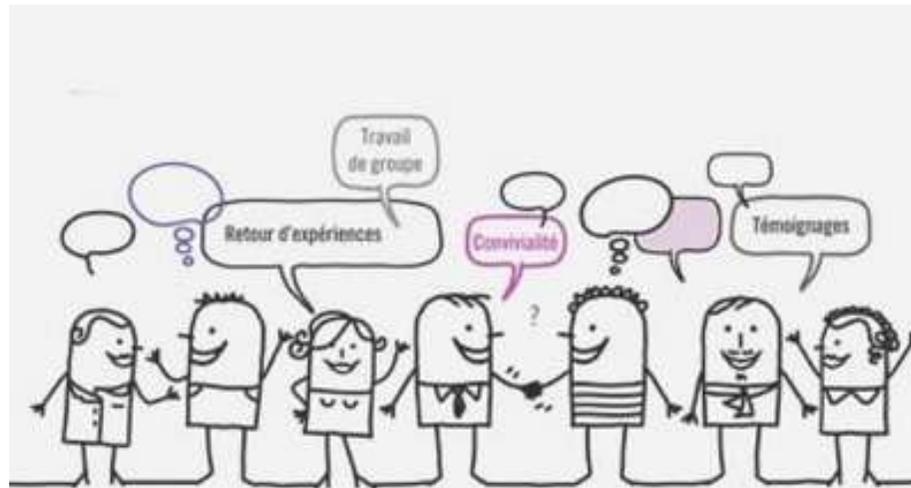
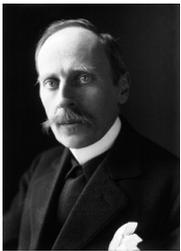
En guise de courte synthèse ... systémique

- Le comportement complexe d'un système organisé, souvent contre-intuitif, est légalement lié, **au travers des frontières de ses entités constitutives**, à l'imbrication de multiples boucles de rétroaction ;
- en dynamique des systèmes, **l'analyse des facteurs de changement étant une priorité**, ceux-ci sont impossible à percevoir purement analytiquement dès lors que la structure se complexifie un minimum :
- Ces facteurs de changements pouvant être rapides ou lents, il s'agit, à travers une approche dynamique et continue, de déterminer non seulement le **pourquoi**, mais aussi le **pour-quoi** et le **comment** de ces échanges (trans)frontaliers ;
 - *des méthodes systémiques complémentaires se révèlent donc incontournables* ;
- Cela, au delà de la simple description **des mouvements d'interactions locaux entre les éléments du système**, au niveau de leur « **raison d'être** », que ce soit un système *écobiologique ou sociétal : économique ou socio-politique*.

Comment réussir alors à dépasser les limites actuelles de nos frontières, tant mentales que matérielles ?

« Associer au pessimisme de l'intelligence, l'optimisme de la volonté ! »

(Romain Rolland, repris notamment par Antonio Gramsci)



<http://www.pedagoform-formation-professionnelle.com/2014/09/debut-d-activite-pedagogique-utiliser-un-brise-glace.html>

***Merci de votre attention,
de vos questions et de vos critiques !!***

Jacques de Gerlache