

AFSCET

Res-Systemica

Revue Française de Systémique

Fondée par Evelyne Andreewsky

Volume 27, printemps 2025

Systémique des frontières ; du vivant au social

Res-Systemica, volume 27, article 05

Les frontières entre entités individuelles
et communautés systémiques
au sein de structures organisées

Jacques de Gerlache

23 pages

contribution reçue le 08 octobre 2025



Creative Commons

Les frontières entre entités individuelles et communautés systémiques au sein de structures organisées. des cellules aux organismes, des espèces aux communautés, des systèmes écologiques aux systèmes sociétaux¹.

Jacques de Gerlache

*Dr Sc Pharm, professeur en écologie et gestion de l'environnement, membre actif du Club de Rome – E.U. Chapter
membre du C.A. de l'AFSCET (Association Française de Science des Systèmes) France*

Résumé L'objet de cette analyse est d'explorer dans la notion de frontière, la diversité de leur nature, formes, structures et de leurs propriétés dynamiques et relatives, cela à la lumière de la « raison d'être » thermodynamique à présent bien établie de toute structure complexe et hétéro-organisée. Avec le seul objectif de susciter la volonté d'en poursuivre l'étude et d'en tirer les leçons dans les pratiques de gestion créative des systèmes complexes, quelle qu'en soit la nature : physico-chimique, éco-biologique, sociétale, voire philosophique, cela avant d'avoir atteint le point de basculement chaotique irréversible que risque d'atteindre une humanité n'ayant pas maîtrisé les limites de l'exploitation soutenable de ses ressources exploitables qui déterminent l'existence-même de sa nature intrinsèquement dissipative.

Il s'agit d'analyser comment les frontières peuvent être conceptualisées avec leurs éléments constitutifs au sein de l'ensemble des structures irréductibles et des organisations de nature bio-socio-éco-logique. Mieux identifier le rôles de ces frontières, tant internes qu'externes et entrelacées, cela dans leur multi dimensionnalité, entre symbiose et collaboration, compétition et prédation. Ce sont en effet des phénomènes de coévolution symbiotique entre les frontières qui sont créateurs et fondamentaux d'une homéostasie leur permettant d'évoluer et d'assurer leur résilience.

Avec une attention plus particulière de ces frontières au niveau des organisations sociétales humaines à la lumière du renforcement de l'égoïsme et l'individualisme notamment issu du mouvement libéraliste d'une société devenant essentiellement marchande et pouvoir ainsi échapper aux excès autoritaires et clivants de strictes hiérarchisations frontalières. Avec une attention particulière accordée à la gouvernance en temps réel du contrôle du respect des frontières sociétales et à l'émergence de celles entre humain et numérique en posant la question de savoir s'il faudrait (im)poser des frontières à la créativité numérique.

Summary .The purpose of this analysis is to explore the concept of boundaries, their diversity in nature, form, structure and their dynamic and relative properties, in light of the now well-established thermodynamic 'raison d'être' of any complex and hetero-organised structure. The sole objective is to encourage further study and to draw lessons for the creative management of complex systems, whatever their nature: physico-chemical, eco-biological, societal, or even philosophical, before reaching the point of irreversible chaotic tipping that humanity risks reaching if it fails to master the limits of sustainable exploitation of its exploitable resources, which determine the very existence of its intrinsically dissipative nature.

The aim is to analyse how boundaries can be conceptualised with their constituent elements within the set of the irreducible bio-socio-eco-logical structures and organisations. To better identify the roles of these boundaries, both internal and external and intertwined, in their multidimensionality, between symbiosis and collaboration, competition and predation. These are indeed phenomena of symbiotic co-evolution between boundaries that are creative and fundamental to a homeostasis that allows them to evolve and ensure their resilience.

With particular attention to these boundaries at the level of human societal organisations in light of the strengthening of egocentrism and individualism gradually emerging among others from the liberalist

¹ Issu d'une présentation aux *Journées d'Andé 2025* de l'AFSCET : "Systémique des frontières : du vivant au social"

movement of a society becoming essentially market-driven, thereby enabling it to escape the authoritarian and divisive excesses of strict hierarchical boundaries. With particular attention paid to real-time governance of the control of respect for societal boundaries and the emergence of those between humans and digital technology, raising the question of whether boundaries should be imposed on digital creativity.

Plan de la présentation

1. *La « raison d'être » de toute structure organisée ;*
2. *Les différentes définitions de la notion 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. *la dynamique des états vivants, entre symbiose et homéostasie ;*
6. *Les frontières au niveau des sociétés humaines ;*
7. *L'égocentrisme et l'individualisme contemporain conduisant au renforcement des frontières et ségrégations soci(ét)ales ;*
8. *La gouvernance des frontières ;*
9. *Les frontières entre humain et numérique ;*
10. *Une (très) courte synthèse.*

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

« 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 ! »

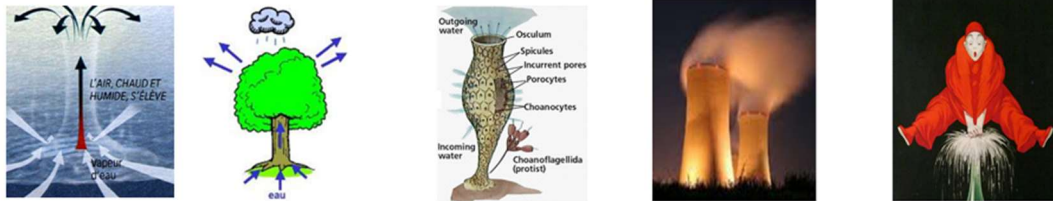
Groucho Marx

2

Un premier enjeu est de connaître et d'intégrer les réponses à deux questions réellement fondamentales : pour-quoi et comment y-a-t-il des systèmes « complexes » et dits organisés. Et cela à tous les niveaux : physique ; chimique, biologique, écologique, artistique, philosophique, social, économique, politique. A ces questions « stratégiques » il y a aujourd'hui des avancées scientifiques particulièrement essentielles et bien établies qui permettent d'y répondre mais encore trop souvent ignorées, voire « esquivées » ... Dans son tableau de 1929 « *La trahison des images* » René Magritte nous avertissait déjà que « *Ceci n'est pas une pipe* », lui qui fut, sans en être conscient lui-même, un des philosophes de XXème siècle anticipant intuitivement l'envahissement actuel des enfermements paradigmatiques et des « fake news » sous toutes leurs formes.

Il existe en effet une « *raison d'être* » fondamentale, voire universelle à l'existence de toute structure organisée : elle ne s'organise localement que parce qu'elle maximalise la dissipation entropique de l'énergie du système global dont elle émerge. Ceci conformément à la seconde loi de la thermodynamique, lois dont Albert Einstein lui-même pensait que ce seraient parmi les seules à ne jamais être remis en cause ... Ainsi un cyclone émerge de l'océan parce que cette organisation combinant localement le mouvement d'évaporation de l'eau contenant de la chaleur et la force issue de la rotation de la Terre (*force dite de Coriolis*), particulièrement sensible au niveau des tropiques, accentue la vitesse de dissipation de cette chaleur vers la haute atmosphère. Et c'est un tel effet de catalyse de dissipation d'énergie que l'on observera ainsi dans tout système

organisé, du niveau physico-chimique au niveau biologique et soc(iét)al². Ainsi 90% de l'énergie utilisée par les arbres d'une forêt sert à maximaliser la dissipation de la chaleur contenue dans l'eau prélevée dans les sols. Le règne animal émergera parce qu'il dissipe l'énergie accumulée par le monde végétal. Et quoi de plus maximalement dissipatif que les moteurs obsessionnels de « *croissance économique* » et de « *consommation* » de nos sociétés contemporaines ...

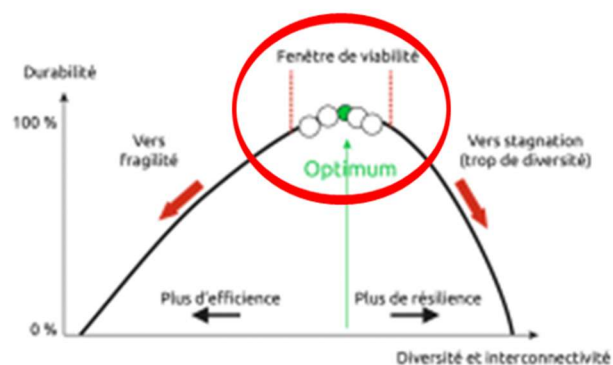


Pour mieux comprendre et intégrer dans nos modèles de description et de compréhension des comportements de tout système organisé qui nous constitue et pouvoir en gérer les réalités et parfois en influencer le cours, il est essentiel de (mieux) intégrer cette incontournable finalité dissipative, « raison d'être » universelle à présent bien établie qui régit fondamentalement leurs organisations dynamiques et leurs évolutions³.

Une réelle dimension systémique dans les analyses de ces organisations complexes aide à mieux comprendre et intégrer ce paradoxe fondamental de toute structure dite organisée : une forme d'*ordre local* émergeant parce qu'il accroît le *dé-sordre global* au sein du milieu dans lequel il émerge. Concrètement, l'organisation locale de telles structures, comme celle observée dans un cyclone, résulte de « résonances asymétriques » issues de la combinaison spontanée de plusieurs forces. Combinaisons locales, ces couplages « *hétéro-organiseurs* » (plutôt que « *auto-organiseurs* ») entre forces à priori antagonistes tendent à maximaliser la dissipation de l'énergie du système au sein duquel elles émergent pour en accélérer l'évolution vers l'uniformité ou équilibre énergétique. Ces processus d'*inter-relations* entre forces catalysent la constitution de blocs structurés par le biais des sources d'énergie disponibles : chaleur, lumière, molécules chimiques et autres. Dans le cas des premières structures dissipatives biologiques, ces éléments constitutifs ont été des molécules, des micelles, des vésicules, des polymères, des fibres, etc. Les couplages ayant été établis avec des mécanismes de flexibilité que l'on qualifiera d'« *ago-antagonistes* » et de « *feed-back* », telles les interactions entre génotype et phénotype au sein d'un système biologique. Ces états organisés vont ainsi avoir tendance à toujours maximaliser leur *efficacité dissipative*, mais aussi leur *résilience* au travers d'inter-relations ago-antagonistes de plus en plus complexes entre leurs différents éléments constitutifs via des *frontières* qui en assurent l'équilibre.

² Voir notamment : François Roddier <https://www.annales.org/re/2023/resumes/juillet/03-re-resum-FR-AN-juillet-2023.html> et <https://www.babelio.com/livres/Roddier-Thermodynamique-de-levolution/1312050>

³ The Thermodynamics of Mind . M .Kringelbach et al Trends in cognitive sciences Volume 28, Issue 6, June 2024, Pages 568-581 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364661324000755>



L'équilibre entre efficacité dissipative et résilience dans les systèmes organisés⁴

A noter dans ce contexte ces processus internes de production d'entropie peuvent également être décrits jusqu'au sein du cerveau⁵. L'ordre qui se développe dans le système cérébral contribue lui aussi à maximaliser la dissipation entropique nette de l'organisme duquel il fait partie, toujours conformément à la seconde loi de la thermodynamique. Ce qui a notamment contribué à expliquer la *raison d'être* des mécanismes sous-jacents de l'organisation hiérarchique des états cérébraux, comme la veille, le sommeil, les tâches cognitives (*par exemple, la prise de décision et la mémoire de travail*), voire l'effet de drogues (*anesthésiques ou psychédéliques*) et des maladies (*coma et troubles neuropsychiatriques*). Mais pour que cette contribution à la maximalisation de la production d'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, elle doit être externalisée. D'où notamment la régulation thermique particulièrement importante au niveau de ses frontières.

4

2. Les différentes définitions de la notion de frontière

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

Michel Foucher

Aux frontières , construire des ponts ou des murs ?

Le pape François

Quelle que soit la structure organisée, elle est caractérisée par un périmètre avec le « milieu extérieur » et un ensemble de frontières y compris entre ses divers éléments constitutifs qui contribuent aux capacités relationnelles de l'ensemble du système, à leur efficacité , leur résilience et leur capacité d'évolution face aux conditions changeantes : ruptures, chaos, Une frontière, c'est donc un contour mais aussi un passage, même si 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, c'est une limite séparant deux zones caractérisées par des phénomènes physiques ou biologiques différents alors qu'au sens figuré, c'est une limite entre des choses, des idées, des communautés humaines différentes. Physiques et spatiales (*air, terre, mer, glace,*

⁴ RE Ulanowicz, SJ Goerner, B Lietaer and R Gomez *Quantifying sustainability: Resilience, efficiency and the return of information theory*. Ecological complexity 6 (1), 27-36, 2009. 704, 2009.

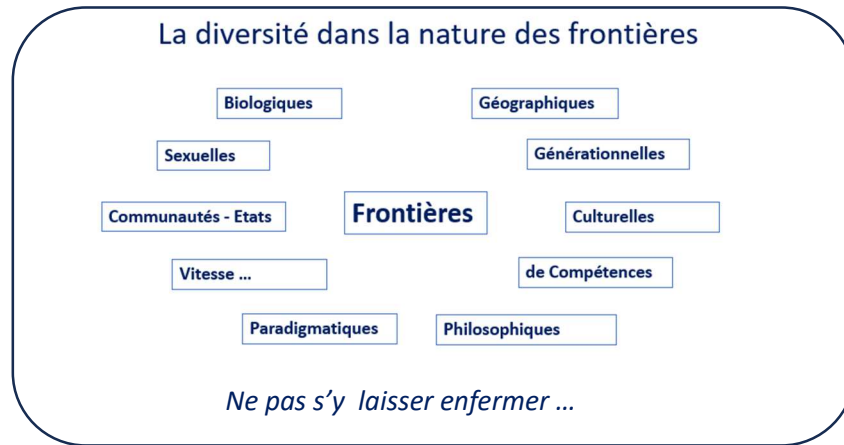
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1476945X08000561> et aussi : Robert E. Ulanowicz *The dual nature of ecosystem dynamics*. Ecological Modelling, 2009, vol. 220, issue 16, 1886-1892

https://econpapers.repec.org/article/eeeecomod/v_3a220_3ay_3a2009_3ai_3a16_3ap_3a1886-1892.htm

⁵ *Examining the brain as a dissipative structure and applying this theory to the process of brain*

<https://www.youtube.com/watch?v=5EmyKK4EUXY>

cellule organisme, institutions, ...), individuelles ou collectives, elles sont propres à toute structure et "système hétéro-organisé » et doivent permettre des échanges avec leur environnement, que ce soit des échanges nourriciers, collaboratifs, synergiques, symbiotiques mais aussi compétitifs ou prédateurs, ou ceux liés aux énergies à capter et à dissiper. Echanges qui permettent cette *hétéro-régulation* des structures complexes, entre leur résilience et leur efficacité dissipative.



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. Elles peuvent être closes quand les éléments ou l'environnement de la structure leur font jouer un rôle strictement protecteur. Mais dans les systèmes les plus complexes, il s'agit le plus souvent de limites qui, par essence, n'opposent pas que des obstacles ou des contraintes à l'autonomie individuelle et collective de la structure. Ainsi, les frontières écologiques, sociales, culturelles politiques et économiques créent plutôt des zones de contact et d'échanges où les interactions se coordonnent plus que s'opposent, influençant ainsi les identités et le comportement des systèmes concernés.

Entre systèmes différents, la frontière est donc un élément qui permet de définir plus finement les caractéristiques de chacun des systèmes. Ces frontières, en général floues, permettent de fortes interactions entre différents acteurs, objets, sous-systèmes. De facto, la frontière est donc 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, espèces ... ;
- frontières civilisationnelles : dans l'espace et dans le temps ;
- frontières territoriales : propriétés, Etats, ressources, , ... ;
- frontières entre guerre et paix : associations, massacres, réfugiés, ... ;
- frontières philosophiques et paradigmatiques : religions, cultures, ... ;
- frontières de compétences : intellectuelles, manuelles, ... ;
- frontières au sein d'une organisation : orchestre entre cordes, cuivres et percussions, ...

Qu'elles soient biologiques, écologiques ou soci(ét)ales, les frontières d'un système ne sont donc pas fixes ou absolues, mais plutôt dynamiques et relatives, selon la perspective et le chemin dissipatif du système. Elles désignent les limites, parfois invisibles, qui définissent celles du comportement acceptable des flux dans les interactions entre ses éléments pour le maintien de sa résilience. Evoquant la séparation, la différenciation de deux ou plusieurs unités, les notions de frontière, limite et de clôture posent aussi la question de ce qui en constitue les identités respectives. Et parmi les nombreuses caractéristiques et propriétés des frontières il y a particulièrement :

- celle de leur structure , matérielle, continue ou poreuse, énergétique, informationnelle, purement virtuelle ;
- celle de fonction : balisage, séparation, délimitation, clôture, arrêt, protection, régulation, attirance, provocation, horizon, filtrage ;
- celle de la capacité d'adaptation de ces structures et fonctions : disparition, émergence, ...

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 ») étant une limite entre deux milieux, écologiques mais aussi socio-économiques, permettant de passer d'une structure organisée à une autre. Naturelles, les lisières forment généralement des transitions douces, les deux milieux s'influençant réciproquement sur une profondeur relativement importante, cette perméabilité écologique ou économique des lisières ayant de multiples implications : un effet *source* et un effet *barrière* : quand on s'éloigne de la lisière, on trouve une grande partie des espèces des deux milieux adjacents mais progressivement aussi, plus d'espèces typiques du milieu dans lequel on se trouve et moins des espèces caractéristiques de l'autre milieu.

Les formes et structures des lisières-frontières ont donc une influence sur la nature et l'ampleur de leurs effets. Des effets synergiques y existent, notamment écologiques comme dans des forêts voisines, mais aussi sociétaux entre communautés voisines. Fondamentalement, plus qu'une simple limite, une frontière est donc un état, un espace de transitions régulant à la fois l'efficacité et la résilience d'un système entre ordre et désordre, voire le chaos. Ces espaces de transitions ne sont pas fixes ou absolus, mais plutôt dynamiques et relatifs, selon la nature et l'efficacité dissipative du type de système assurant l'efficacité des mécanismes de régulation et d'adaptation indispensable à l'existence de la structure organisée impliquée. Se pose alors la question cruciale d'identifier les frontières d'un système sociétal : quelles en sont les caractéristiques ?

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

Régis Debray.

Pour Alexandre Makarovitch⁶, dans notre approche de la réalité, dont les caractéristiques et propriétés de structure et de fonctions sont nombreuses, cette notion de frontière est donc indispensable à notre réflexion. Une frontière implique l'existence d'un système

⁶ Alexandre Makarovitch. *La frontière : un impératif en matière de gouvernance*
<https://ojs.uclouvain.be/index.php/AES/article/download/56813/53343/>

multidimensionnel qui évolue dans le temps ; c'est un concept fondamentalement dynamique. Du fait de frontières entrelacées, les impacts de ses interactions sont souvent cachés et indirects et donc négligés. Ici encore, souligne-t-il, nos sociétés n'accordent pas suffisamment d'attention à l'éducation en systémique, ce qui devrait être un impératif pour mieux intégrer cette complexité alors qu'en sciences, , y compris humaines, les connaissances augmentant de façon exponentielle, les frontières connues de la réalité sont sans cesse repoussées. Une société humaine en particulier est un ensemble complexe de sous-systèmes se chevauchant en son sein dont les frontières respectives sont extrêmement nombreuses, différentes en termes de structure, de fonction et d'invariance temporelle. Ces interactions entre acteurs et celles avec l'environnement sont donc essentielles car communiquer c'est établir et/ou changer des frontières. Il souligne que les frontières seront à prendre en compte en particulier 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. Nous y reviendrons. De son côté, Régis Debray choisit de célébrer ce que d'autres déplorent : la frontière agit comme vaccin contre l'épidémie des murs, remède à l'indifférence et sauvegarde du vivant⁷. Il rappelle ce que la civilisation doit à l'existence de frontières et aujourd'hui la globalisation nous crie tous les jours qu'un monde "sans-frontières" est un monde d'une violence économique sans freins, de guerres d'ingérences, d'une sous-culture mondialisée écrasant la diversité, bannissant la profondeur. La frontière définit, laisse passer mais protège, elle est une différence à partir de laquelle on peut se construire.

Tout système sociétal complexe hétéro-organisé a donc des frontières internes et avec l'extérieur qui sont entrelacées du fait de leur multi dimensionnalité : géographie, temps, connaissance, psychisme. Plus ou moins perméables, elles permettent les échanges entre éléments individuels, groupés ou collectivisés et servent aussi à accroître la diversité structurelle du milieu au sein duquel émerge un système sociétal organisé et jouent alors un rôle décisif dans la mise en réseau et la résilience de constituants complémentaires. Le sens ainsi que la notion-même de frontière changent au cours du temps et continuent à changer avec une accélération notable du fait de l'avalanche de découvertes dans les différents domaines concernés :

- *génétique* : programmation, épigénétique, OGM, ... ;
- *biologie* : réparation de l'ADN (CRISP-R), clonage, cellules-souches, ... ;
- *nanotechnologies*: micronisation et puissances des outils, numériques, ... ;
- *intelligence artificielle* : "deep learning", réalité virtuelle, agents intelligents, ... ;
- *robotique*: évolution rapide de l'interface humain/machine, impression 3D, drones, ... ;
- *communication* : mobilité, miniaturisation, banques de données, réseaux sociaux, ...

En systémique classique, Bernard Walliser distingue quatre types de caractéristiques des frontières : *nette, stable, instable, floue* (ex : le bord de mer, une flamme), ou des *combinaisons deux à deux* (ex : entre deux personnes, deux ethnies)... Mais il considère comme caractéristiques qu'on peut y ajouter aussi : *visible* (opaque, transparente ou translucide à différents degrés), *invisible*, *permanente* ou *temporaire*, *matérielle* ou *immatérielle*, *perméable* ou *imperméable*, *légal* ou *non-légiféré*.

⁷ Régis Debray. *Eloge des frontières*. <https://www.cepag.be/activites-culturelles/livres/eloge-frontieres-regis-debray>

3. La notion de frontière dans les systèmes complexes

L'évolution de la notion de frontière, notamment entre l'homme et la machine, ou entre ce que deviennent celles entre l'homme et son environnement, caractérise ce qui deviendrait parfois une forme de *transhumanisme*. 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. Pour assurer la cohérence et l'exhaustivité de la description d'une frontière au sein d'un système, il sera donc important d'en examiner et d'en mettre à jour régulièrement leurs limites globales, ceci en utilisant des processus de traçabilité, de gestion des changements et de gestion de leur configuration. 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.

Delphine Acloque⁸ (2022) distingue d'après la littérature scientifique six types de frontières, au sens large : la frontière comme *processus civilisationnel*, comme *interface*, comme *contrôle*, comme « *front de production d'un bien* » (une « commodité »), comme un *espace de dépossession*, comme un *espace de friction*.

Quelle qu'elle soit, 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, structurels ou fonctionnels. Il s'agit ici d'établir comment ces frontières régulent les flux d'entrée et de sortie d'un environnement à un autre. A mesure qu'un système évolue et que son environnement change, la gestion de ses limites est un processus continu qui doit impliquer la surveillance, l'évaluation, l'ajustement des limites du système. Cela mène au concept de *trame des frontières* qui souligne l'interdépendance des processus frontaliers. Cette notion constitue un instrument suffisamment flexible que pour être utilisé de différentes manières et inclure une grande variété de processus, de sujets et d'artefacts liés aux frontières et situés dans leur propre sphère d'influence. Dans ce contexte, les frontières sont comprises de manière expansive, comme des *topos* et non comme des marqueurs purement territoriaux. Cette composante essentielle qu'est l'identification d'une *trame des frontières* d'un système fait référence à des conceptualisations des frontières comme zones d'existences interconnectées que ne procurent, ici encore, que des notions systémiques telles que celle d'« hybridité », de « troisième espace » (Bhabha), de « zones de contact » (Pratt) et de « paysages frontaliers » (Brambilla & Jones⁹) .

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

⁸ Frontière désertique, front pionnier et territorialisation. Approche à partir du cas égyptien », Géoconfluences, juin 2022. <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-thematiques/geographie-critique-des-ressources/articles/front-pionnier-delta-nil-egypte>

⁹ Chiara Brambilla et Reece Jones. *Rethinking Borders, Violence, and Conflict : From Sovereign Power to Borderscapes as Sites of Struggles*. Environment and Planning D : Society and Space. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0263775819856352>

conditionné par une interface « éco-bio-socio-logique » supportant quatre fonctions essentielles : relation, traduction régulation et différenciation.

Au niveau social, la frontière est par essence une relation puisqu'elle joint les territoires qui se confrontent, se comparent et se découvrent, tout en permettant échanges, collaborations ou oppositions. la frontière peut aussi assumer une fonction sociale en traduisant l'information et en permettant son classement spatial ou « territorial ». En tant que régulation, la frontière délimite alors une aire à l'intérieur de laquelle règne une autonomie à l'égard de ceux qui l'ont fondée. Et elle est aussi une différenciation permettant d'instituer ou de préserver des différences évitant au système de déboucher sur des crises menant au chaos. Pour être efficaces, des examens d'un système considéré doivent être effectués périodiquement et examiner l'état, le rendement, les problèmes et les risques du système. Au départ une représentation simple mentale du système et de son environnement, la représentation des processus doit se traduire en un diagramme représentant et décrivant graphiquement les entités externes et les flux interagissant avec le système : les fonctionnalités du système, ses acteurs, ses scénarios de fonctionnement et les utilisations qui décrivent son comportement et sa valeur. En biologie, c'est la description de ce qu'exerce par exemple un système hormonal au sein de l'organisme animal d'une espèce ; en médecine, ce sera un bilan médical. Dans ce contexte, il y a notamment le concept d'Edgar Morin d' *Order Complexities* qui s'adresse à "*ce qui est tissé ensemble*" : il considère les frontières comme des structures relationnelles en se concentrant sur les interactions auto-dynamiques et imprévisibles de leurs composants et sur leurs dés-ordres émergents qui agissent comme des frontières (borderings)¹⁰.

Si les dispositifs frontaliers instituent tout autant qu'ils reflètent des différences culturelles, économiques, politiques et, bien entendu, spatiales, les structures d'opportunités qui en découlent reposent tantôt sur leur mise en relation, tantôt sur leur renforcement, en fonction des situations, de l'intention des acteurs et de leur capacité à agir. Comme l'expliquent Rasmussen et Lund¹¹, les dynamiques de frontière et de territorialisation sont co-constitutives : les premières tendent à déconstruire les ordres socio-spatiaux préexistants, souvent en « faisant le vide » et en assimilant ces territoires au sauvage et à l'inutilité, alors que les secondes créent de nouveaux systèmes de contrôle et réorganisent ainsi l'espace considéré. Les espaces de frontière sont ainsi des lieux de reconfiguration des relations entre ressource et ordre socio-spatial : une frontière émerge lorsqu'une nouvelle ressource est identifiée, représentée et convoitée. Pour Christophe Sohn une ressource, quelle qu'elle soit, n'a pas de valeur intrinsèque, mais est le produit d'une pratique sociale. En cela, elle dépend de la capacité d'un acteur à identifier certaines opportunités et de son habileté à les mettre à profit. Il souligne qu'en réalité, le caractère habilitant ou contraignant des frontières n'est pas intrinsèquement déterminé par leur degré d'ouverture ou de fermeture, mais par l'utilisation qui peut être faite de ces dispositifs et des agencements spatiaux

¹⁰ . Christian Wille. *Réflexions vers une recherche sur les frontières orientée à la complexité*
https://orbilu.uni.lu/bitstream/10993/60116/2/FR_BorderObs_Complexity.pdf

¹¹ Rasmussen M.B. et Lund C. *Reconfiguring Frontier Spaces: The territorialization of resource control*, World Development, 2018, vol. 101, pp. 388-399 et *Frontiers: Commodification and territorialization*, 2021. in Akram-Lodhi et al. (ed.), Handbook of Critical Agrarian Studies, Edward Elgar Publishing.

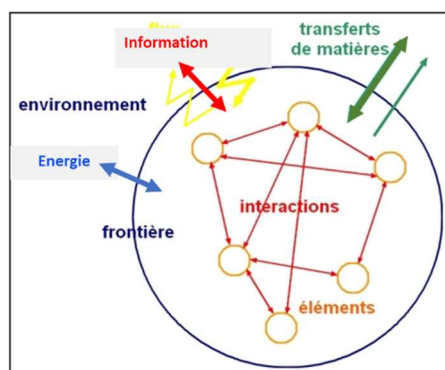
qu'ils engendrent par des acteurs, qu'ils soient périphériques ou centraux, marginaux ou dominants. En ce sens, les frontières s'apparentent à une *structure d'opportunité*¹². Ainsi les frontières peuvent représenter une *ressource* pour les acteurs frontaliers du fait de la rente de position qu'elles potentialisent. En effet, à partir du moment où une frontière s'ouvre, la localisation frontalière peut offrir des avantages : la situation de porte d'entrée ou d'avant-poste rend possible la captation de flux internationaux et profite à l'économie locale et aux entreprises exportatrices¹³.

Ainsi, la question élémentaire reste de savoir comment les frontières peuvent être conceptualisées avec leurs éléments constitutifs en tant que structures irréductibles et quand il s'agira de (re)définir clairement la (les) frontière(s) entre un système et son environnement, il faudra :

1. *décrire l'environnement du système* : équilibrer les compromis entre la portée, les performances et la qualité du système avec les ressources, les contraintes et les risques afin de connaître, voire d'optimiser les limites du système en termes de valeur et d'avantages ;
2. *définir ses frontières* 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 ;
3. *faire apparaître les relations qu'entretiennent les sous-systèmes* entre eux ainsi que leur rôle et leur influence par rapport à l'ensemble du système et identifier la granularité des sous-systèmes ;

10

Il est utile alors de préciser dans le diagramme les relations entre les frontières variables dans le temps et dans l'espace d'un système ouvert et de ses sous-systèmes avec ses interfaces et les interactions entre eux, tels que les flux de matière, d'énergie ou d'informations avec les entités externes et l'environnement au travers de leurs différentes frontières, tant internes. le diagramme les relations entre frontières, flux d'énergie et autres :



Enfin, les frontières d'un système constituent aussi les limites d'un possible *espace de transition* qui engendre des interactions dynamiques constantes entre ordre et désordre, une région d'instabilité vers le chaos qui existe dans une grande variété de systèmes. Cette notion de *frontière*

¹² Christophe Sohn *La frontière comme ressource : vers une redéfinition du concept*. Bulletin de l'association de géographes français, 99-1 | 2022, 11-30. <https://journals.openedition.org/bagf/8940>

¹³ N. Hansen. *Border regions : a critique of spatial theory and a European case study*. The Annals of Regional Science, vol. 11, 1-14. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01287245>

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 ici aussi de nombreuses applications dans des domaines tels que l'écologie, la gestion des affaires, la psychologie, les sciences politiques et les autres sciences sociales et les physiciens ont démontré que l'adaptation à une frontière du chaos se produit dans presque tous les systèmes à rétroaction¹⁴.

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

Il est bien clair à présent que toute structure vivante est un système dissipatif qui consiste en une organisation dynamique entre éléments individuels constitutifs : cellule(s), organisme(s), espèce(s), famille(s), tribu(s), collectivité(s), nation(s), marché(s), Ce sont les propriétés des frontières entre les entités individuelles et leurs communautés systémiques qui vont permettre *l'hétéro-régulation* de la structure en favorisant les échanges, chaque élément gardant une identité propre: *collaboratifs, synergiques, symbiotiques, compétitifs* ou *prédateurs*¹⁵ . Il existe notamment deux formes d'interactions ou d'actions physiques : *l'interaction de contact* quand les éléments qui sont en interaction se touchent et *l'interaction à distance* quand les constituants qui interagissent sont éloignés. Au niveau sociétal, elles influencent la perception des autres et peuvent favoriser la curiosité et l'ouverture, mais aussi renforcent certains stéréotypes et préjugés. Il y a aussi des *frontières non physiques*, invisibles, comme les différences de comportements, écologiques et culturels. Des éléments physiques, notamment des livres, peintures et monuments peuvent néanmoins se constituer en éléments de mémoire de certaines frontières non physiques tout en symbolisant des identités collectives, des luttes historiques, des idéaux à venir.

11

Les frontières biologiques créent donc des associations intimes et réciproques de coopération et de dépendance entre individus d'une même espèce ou d'espèces différentes. Intégrer la dimension systémique dans la gestion de ces interactions particulières entre éléments qui déterminent la spécificité de l'ensemble d'un éco-système biologique organisé est donc à la fois indispensable et bénéfique à la survie et à leur résilience et leur évolution, à l'éco-système humain en particulier. Ils favorisent l'efficacité et la résilience du système global en créant de la diversité , biologique mais aussi culturelle, en et en optimisant le respect et l'exploitation des ressources naturelles : gestion de l'eau, de l'oxygène, des sols et océans, de la biodiversité, de la chaleur, des émissions polluantes, tels les gaz à effet de serre, ...

Cela dit, la fragmentation d'habitats naturels ou sociétaux par des frontières peut en affecter la (bio)diversité mais peut aussi, en définissant des identités et des relations environnementales, sociales, culturelles et économiques, catalyser des solutions créatives de changements et favoriser ainsi des initiatives communautaires. Ces enjeux impliquent alors les échanges, la sécurité, le commerce, mais sans toujours éviter les conflits identitaires qui se traduisent parfois par des envahissements, des migrations, cela du bactérien à l'humain, voire au numérique. Voir par exemple le cas du conflit séculaire israélo-palestinien ...

¹⁴ Complexity Labs, « *Edge of Chaos [archive]* », <https://archive.org/details/complexityemergi00wald>

¹⁵ <https://www.bioxegy.com/post/top-5-la-symbiose-dans-la-nature-une-relation-intime-entre-les-%C3%AAtres>

5. la dynamique des états vivants, entre symbiose et homéostasie

En biologie, ce que les biologistes nomment depuis C.H. Waddington l'*homéostasie* constitue ce qui assure la résilience des systèmes via la gouvernance en temps réel des processus adaptés ; son maintien implique généralement des *boucles de rétroaction ago-antagonistes* : l'*agonisme* favorisant une action ou un processus, tandis que l'*antagonisme* s'oppose ou bloque cette action. Voir notamment les processus d'*ago-antagonisme* décrits par Elie Bernard-Weil¹⁶ ou les cinq principes impliqués par Pierre Bricage dans sa *Loi de puissance d'invariance spatio-temporelle des systèmes vivants*¹⁷ explicitant le fait que seules survivent et se survivent les associations à avantages et inconvénients réciproques et partagés (*Association for the reciprocal and Mutual Sharing of Advantages and DisAdvantages - ARMSADA*) :

- principe de *phylogénie de la complexité* ;
- principe de *sa structuration* ;
- principe de son *maintien* ;
- principe de son *ontogénie* ;
- principe moteur de son *évolution*.

Ces 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. Ils peuvent être modifiés par les rythmes circadiens, les cycles menstruels, ou encore les fluctuations quotidiennes de la température corporelle.

12

Ce sont des phénomènes de *coévolution symbiotique* entre les frontières de chaque composante qui sont créateurs et fondamentaux dans le maintien d'une homéostasie en leur permettant de se spécialiser et d'évoluer ensemble : réseaux entre bactéries, champignons, plantes, arbres, insectes, mammifères, humains, ...



<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>



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

38

Il existe trois formes principales de symbiose : le *mutualisme*, le *commensalisme* et le *parasitisme* parmi lesquels les biologistes distinguent plus spécifiquement l'*épibiose*, comme le contact symbiotique de la peau avec l'extérieur de l'*endosymbiose*, une forme d'association dans laquelle

¹⁶ Elie Bernard Weil. *La théorie des systèmes ago-antagonistes*. Le Débat 1999/4 n° 106, 106 à 120 Éditions Gallimard.

<https://shs.cairn.info/revue-le-debat-1999-4-page-106?lang=fr> Voir aussi : <https://www.res-systemica.org/afscet/resSystemica/vol11-Bernard-Weil/res-systemica-vol-11-art-03.pdf>

¹⁷ Pierre Bricage. *Loi puissance d'invariance spatiotemporelle des systèmes vivants*. (2014) Revista Internacional de Sistemas, 19, 05-33 https://www.uv.es/sesgejd/RIS/19/2.Bricage.Loip_Puissance.pdf

un organisme pénètre dans l'organisme et parfois s'y fond complètement, la *symbiogenèse* étant l'accomplissement d'un tel accouplement permanent. Un exemple en est la symbiose mutualiste intestinale : les intestins abritent et nourrissent les micro-organismes indispensables à la digestion qui forment la flore intestinale ou microbiote. Près de 10.000 milliards de micro-organismes sont ainsi présents dans le tube digestif humain, l'équivalent du nombre de cellules dont nous sommes composés. Ce sont des bactéries, des virus, des champignons, des « parasites » qui ne sont pas néfastes mais assurent une digestion correcte par l'assimilation des nutriments ou la synthèse des vitamines et des acides aminés. Du point de vue biodiversité, il apparaît que le microbiote intestinal est propre à chaque individu sur le plan qualitatif et quantitatif et ainsi, 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'autre¹⁸. Ce microbiote intestinal participe aussi 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 mais il joue aussi un rôle significatif dans diverses fonctions, métaboliques, immunitaires et neurologiques. 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.

Pour ce qui est de maintenir sa 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. Le mental y prend 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'hérédité chromosomique se trouve doublée d'une hérédité « éducationnelle » qui est « extra-individuelle », la conservation et l'accumulation d'« acquis culturels » au sens large prenant une importance de premier ordre dans certaines espèces, comme dans l'espèce humaine en particulier.

Chez les organismes sains, c'est le système nerveux qui permet d'identifier et de corriger d'éventuelles perturbations physiologiques et d'en assurer une gouvernance en temps réel. L'homéostasie est ainsi 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. 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

¹⁸ <https://www.inserm.fr/dossier/microbiote-intestinal-flore-intestinale/>

l'organisme peut retrouver un équilibre. La capacité d'adapter son « *point limite* » permet aussi à l'organisme 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, notamment alimentaires, climatiques ou environnementaux.

6. Les frontières au niveau des sociétés humaines.

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

Agnès Sinaï – Penser la décroissance

Qu'elle soit fixée, en mouvement ou simplement imaginée, la frontière permet de distinguer un extérieur et un intérieur, intérieur au sein duquel les règles de la vie en société peuvent être établies⁸. Comme son fondement en biologie, la notion de frontière comporte aussi un fondement « social », voire sociétal. Une frontière soci(ét)ale est de ce fait un « invariant » structurel et morphologique conditionné par des interfaces « *éco-bio-socio-logiques* » supportant des fonctions essentielles : la première d'entre elles étant que comme déjà donc en biologie, l'hérédité chromosomique est doublée d'une « *dimension épigénétique* » et éducationnelle issue de la conservation et de l'accumulation des « enseignements culturels » au sens large transmise par la communauté au sein duquel naît un individu. Cette hérédité « *extra-individuelle* », acquis au cours de l'existence prenant une importance de premier ordre dans l'espèce humaine en particulier. Le mental y prend même parfois une part plus importante que le structurel. Certaines caractéristiques de ce type d'hérédité se manifestant alors dans le jeu des forces vivantes.

14

Ces frontières soci(ét)ales désignent donc des lignes invisibles qui définissent des limites du comportement dans les interactions humaines et contribuant à leur résilience. Or, il est communément admis que nous vivons aujourd'hui dans un monde de plus en plus globalisant où les espaces délimités par ces frontières culturelles sont progressivement élargis et remplacés par des espaces de flux qui circulent plus ou moins librement dans le monde entier. tels ceux du capital, du travail, de l'information, de la technologie, etc ... Dans certains espaces communautaires, il y a ainsi rupture de certaines frontières sociologiques telles celles relatives au genre, à l'égalité entre sexes ou à la reproduction : avortement, euthanasie, ... En Europe, ces ruptures sociologiques ont modifié des frontières politiques significatives, comme celles liées à l'effondrement du mur de Berlin et la chute du rideau de fer, à des processus de paix comme en Irlande du Nord ou encore à l'expansion d'une Union européenne « sans frontières ». S'il est ainsi observé que des frontières sont de plus en plus poreuses et parfois anachroniques, l'époque actuelle est néanmoins aussi caractérisée par le maintien et le renforcement d'autres frontières, comme les frontières politico-économiques entravant la liberté de circulation et de migration de certaines populations, les tentatives de « relocalisations » de productions industrielles¹⁹ et, plus largement, les frontières imposées par de nouveaux régimes autoritaires.

¹⁹ David Storey, University of Worcester. *Europe's Shifting Borders: Rhetoric and Reality*.
[https://eprints.worc.ac.uk/458/1/Borders_\(2\).pdf](https://eprints.worc.ac.uk/458/1/Borders_(2).pdf)

Les progrès décisifs 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 complexe offrent les moyens de mieux éclairer d'un jour nouveau les méthodes procurant la lucidité pour mieux comprendre ces confrontations (trans)frontalières et en gérer les conséquences. 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. Les structures humaines en particulier, de toujours plus grande complexité, ayant toujours un pouvoir dissipatif toujours accru. Pour assurer leur résilience, tout leur 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.

Pour Luc Vodoz²⁰, il est notamment essentiel d'éclairer les mécanismes du passage des *frontières du chaos*, que ce soient les limites climatiques, écologiques, alimentaires, démographiques, ethniques, sociales, géo-politiques, numériques, ... : pourquoi les franchir, à quel prix, avec quelles chances de succès et quels risques de retour forcé, voire impossible ? Tout organisme – individuel ou collectif – secrète en effet de la frontière, toute culture a ses limites : frontières et limites sont alors des instruments de régulation et de délimitation des systèmes socio-territoriaux. Cette notion amène à considérer l'*espace* autrement que comme un cadre ou seulement une donnée physique et à montrer comment en tant que *territoire*, il peut être un outil d'analyse à la fois pour caractériser les réalités sociales et ses acteurs territoriaux. Ces frontières peuvent certes être considérées comme abstraites ou symboliques en caractérisant plus des mécanismes informels que de barrières sociales mais ce sont elles aussi qui dessinent des lignes de fracture au sein des sociétés contemporaines. Elles caractérisent ainsi la gentrification sociale des centres urbains, la ghettoïsation 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 *archipélisation* de la société.

Bento Spinoza déjà définissait la *Nature* 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 dynamique singulière (*plante, insecte, humain*) étant partie de cette puissance «infinie», elle ne fait aussi qu'agir à sa manière pour la conserver. L'esprit possédant 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*, il est donc intrinsèquement soumis à une forme de contrainte conservatrice, résistance au changement qui s'apparente à sa capacité d'homéostasie.

²⁰ Luc Vodoz. *Fracture numérique, fracture sociale : aux frontières de l'intégration et de l'exclusion*.
<https://journals.openedition.org/sociologies/3333>

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 ;
- ...

Ce qui offre des moyens d'agir et devrait permettre ainsi d'échapper à la fois aux excès de retours aux frontières ultra-communautaires ou ultra-libérales et à ceux des tendances ultra-mondialisantes dans divers domaines. Echapper en particulier aux excès autoritaires et clivants au sein des systèmes sociétaux de strictes hiérarchisations frontalières des règles de relations, y compris philosophiques, religieuses et « politiques ». Notamment ceux des frontières instaurées par des frontières socio-politiques et économiques qui, réduisant la diversité politique, entraîne une dérive vers des impérialismes autocratiques tels que nous les (re)vivons aujourd'hui.

16

Pour Marc-Henry Soulet²¹, dans les sciences sociales, la notion de frontière est souvent associée à celle de la *ségrégation* proposée par David Frantz²². 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 et si le concept de ségrégation met en évidence un rapport de domination, il faut en nommer le rapport social qui le fonde, géographiquement et historiquement donné en fonction de la formation sociale considérée. Pour Philippe Warin, l'unité de ces situations se trouve dans l'idée et les pratiques d'un "*vivre hors droits*"²³, dans lesquelles, au final, une frontière derrière les individus se retrouvent et parfois s'enferment ou sont enfermés.

D'une manière générale, ce sont en particulier les frontières de nos modèles sociétaux contemporains qu'il faut donc 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

²¹ Mac-Henry Soulet *Frontières sociales, frontières culturelles, frontières techniques*. Sociologies <https://journals.openedition.org/sociologies/3304>

²² David Frantz. *La ségrégation : la division sociale de l'espace dans la reproduction des rapports sociaux*. <https://shs.hal.science/halshs-00642719/document>

²³ Philippe Warin *Le non-recours par désintérêt : la possibilité d'un vivre "hors droits"*. <https://shs.hal.science/halshs-00419582>

opérationnelle dans ses différentes dimensions, écologique, mais aussi sociale et économique au sens large, notion de circularité qui prend beaucoup d'ampleur ces dernières années²⁴.

7. L'égocentrisme et l'individualisme contemporain conduisant au renforcement des frontières et ségrégations 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*, un individu étant irrémédiablement toujours en partie déterminé par la communauté dans laquelle il naît, s'éduque et s'inscrit. Autonomie de la personne (*droits humains, statut de la femme, des enfants, des minorités, ..*) issue du respect des *Valeurs humaines* dites universelles, et celle du libéralisme économique obéissant aux principes du modèle capitaliste marchand mais aussi colonialiste et prédateur. Les apprentissages éducatifs, instinctifs chez les animaux et en partie organisés chez les humains, sont la base de la transmission des connaissances et des informations non intégrées génétiquement : celles de la mémoire de la « culture » et celle des expériences vécues. 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 des limites de l'autonomie individuelle à celles du libéralisme économique.

17

Cette forme *ségrégation* conduit à (se) distinguer, à (se) caractériser dans l'espace sociétal en concevant *des frontières spatiales et des barrières sociales*, voire des fossés symboliques plus que matériels comme l'exprimait Pierre Bourdieu qui décrivent comment les inégalités sociales sont souvent plus subtiles et basées sur la culture, les modes de vie et la reconnaissance du pouvoir, plutôt que sur de simples différences matérielles²⁵. 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* progressives, d'effets de seuil, de gradients plus ou moins accentués qui en sont tout à la fois la cause et la conséquence. Ces 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-

²⁴ Jacques de Gerlache. *La circularité, moteur de la métamorphose de nos conditions d'existence*. 2023 <https://up-magazine.info/decryptages/analyses/114494-la-circularite-moteur-de-la-metamorphose-de-nos-conditions-dexistence/> et <https://afscet.asso.fr/entretiens-afscet/entretiens-afscet2024/entretiens2024-DeGerlache-circularite.pdf>

²⁵ Lahouari Addi. *Pierre Bourdieu revisité. La notion de capital social*. https://shs.hal.science/halshs-00398946/file/addi_l_bourdieu.pdf

culturelles, idéologiques et religieuses menant aux *frontières du chaos*²⁶. Dans le contexte sociétal, comme dans un organisme animal deux situations sont possibles :

- soit l'efficacité dissipative des ressources est utilisée au profit de l'organisme social dans son ensemble ;
- soit elle est détournée au profit d'une petite structure, comme le font les tumeurs malignes.

Comme dans les structures malignes d'un cancer, les ghettos urbains, ceux des démunis comme ceux des « ultra-riches », créent leurs propres frontières pour détourner à leur usage exclusif des ressources de la structure dissipative globale de l'organisme sociétal au sein duquel ils émergent qui les extrait et les transforme. Détournement qui peut mener au point d'épuiser, à la manière des cyclones, les ressources de ces dissipations, ce qui mène à la disparition à la fois des ghettos mais aussi de la structure qui les abritait ...

Au niveau soci(ét)al, ces différents processus d'interactions des frontières ont depuis toujours été facilités par la croissance des technologies, en particulier celles de communication (*dessin, écriture, imprimerie, postes et télécommunications notamment*) et aujourd'hui des outils et 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 dite de l'information, l'accès et le contenu des modes de communication numérique, mal ou trop contrôlés, peuvent constituer et accentuer ces 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 et leur prise en compte par les individus. La presse journalistique jouant, du fait de sa perte de visibilité et de prise en compte par les individus, de moins en moins son rôle de collecte et de contrôle de la factualité des informations.

Pour Luc Vodoz encore, il s'agit précisément d'éclairer les mécanismes et l'évolution du passage des frontières de cette société de la (*pseudo*)information :

- *comment franchir ces frontières particulières, à quel prix, avec quelles chances de succès et avec quels risques de retour forcé ?*
- *que ressentent les « migrants » de ces frontières (la personne en formation) et leurs « passeurs » (les (pseudo-)formateurs) ?*
- *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 ?*

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.

8. La gouvernance des frontières

La gouvernance est enjeu déjà évoqué à plusieurs reprises. Le problème est que le manque d'efficacité sur le contrôle *en temps réel* du respect des frontières sociétales actuelles (*politiques,*

²⁶ Wallace Smith. *Le chaos d'un monde sans frontières*. <https://www.mondedemain.org/revues/2024/mars-avril/le-chaos-d-un-monde-sans-frontieres>

économiques, sociales, financières, ...) et des processus d'application et de pratiques d'un telle gouvernance mène à un déclin de l'éthique qui se traduit à tous les niveaux par une accumulation de faiblesses, d'abus et de scandales toujours plus nombreux et le plus souvent impunis, ce qui mène à une crise grandissante de la confiance citoyenne dans ses institutions, crise dommageable pour les régimes démocratiques et leurs institutions ...

Les problèmes de cette gouvernance de la dynamique d'un système sociétal, tant ceux des institutions que des entreprises, repose le plus souvent sur des problèmes de respect de ses frontières:

- *les frontières internes* avec leurs spécificités en fonction du domaine d'activité ;
- *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 ;
- *les frontières entre institutions et citoyens*; entre leaders, staffs et salariés ;-
- *les frontières entre concurrents* et les nouveaux modes de travail, notamment la « *coopétition* » ;
- *les déplacements de frontières* pour couvrir de nouveaux domaines, qui sont des mouvements à enjeu essentiellement financier et économique-stratégique ;

Les frontières opérationnelles subséquentes, entre *interdictions, entraves, régulations, laisser-aller*, sont aussi très importantes car elles posent souvent de difficiles problèmes de décision ; toutes ces 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 ou d'une organisation quelconque²⁷.

La gouvernance doit donc être fondée et reposer sur un système d'entités décisionnelles issu d'un partenariat entre différents acteurs à différentes échelles et se traduire par la mise en place de modes de pilotage, de régulation et de contrôle des frontières des domaines d'activités des systèmes sociétaux selon trois dimensions : leur conception, les décisions d'application et de suivi et la possibilité de rétroagir sur les causes de non-respect de frontières établies, quelle qu'en soit la nature (*exemples : excès de vitesse, de dépense, de pouvoir, ...*). Cela au travers de processus de contrôle qui doivent vraiment être mieux exercés *en temps réel*, tel celui d'une police de la route qui exerce bien en temps réel un contrôle du strict respect des règles du *Code de la route* , ce qui prévient ainsi bien des accidents.

**« 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

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

Ivan Illich

²⁷ Alexandre Makarovitch. *La frontière : un impératif en matière de gouvernance.*
<https://ojs.uclouvain.be/index.php/AES/article/download/56813/53343/>

Mal contrôlée par une gouvernance efficace, l'accroissement d'une croissance purement économique permet ainsi à certains de s'approprier de manière prédatrice et sans respect des limites de leur soutenabilité, telle l'invasion d'une espèce ou une tumeur maligne, de l'essentiel de valeurs issues de la dissipation des ressources utilisées. Ce qui se renforce du fait du recours au numérique et à la robotisation les affranchissant de plus en plus, à la fois du besoin de « main-d'œuvre », mais aussi d'une partie des « marchés », n'en n'ayant plus besoin pour accumuler l'essentiel des « richesses » produites. Ce qui leur permet progressivement d'en jouir directement en « autarcie » dans les frontières de leurs propres domaines, sans plus avoir à en concéder une partie aux sociétés civiles dans leur ensemble. Ce qui se traduit par une hiérarchisation de plus en plus stricte et de moins en moins représentative des systèmes de relations sociales, cela au travers de dogmes économiques ultra-libéraux pouvant alors dériver vers des impérialismes politiques parfois étayés par des dogmes religieux politiques tels que nous les vivons aujourd'hui. .

De facto, seules des méthodes renforcées d'une gouvernance en temps réel de l'ensemble de ces frontières sociétales permettront d'échapper tout à la fois aux excès de retours ultra-communautaires et à ceux de cette tendance économique ultra-mondialisante insoutenable à tous les points de vue, mais aussi de mieux pouvoir contrôler les dérives autocratiques de dirigeants politico-économiques actuels et futurs²⁸. De telles pratiques de gouvernance efficace rendront aussi plus légitimes des actions démocratiques plus harmonieusement applicables politiquement et donc plus proches de l'intérêt général, y compris planétaire, d'un *bien-être* public que d'un *bien-avoir* privé.

20

La *Banque Mondiale* exprime ainsi qu'une bonne gouvernance recouvre autant la capacité d'un gouvernement à mettre en œuvre 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. Dans ce contexte, il existe notamment 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.

Une solution contribuant à matérialiser et consolider une telle évolution des pratiques de gouvernance du respect des frontières sociétales serait d'en *constitutionnaliser les principes, les lois et les règles d'application*. Etablie à partir de *Valeurs sociétales* plus ou moins universelles, une Constitution est en effet le moyen démocratique d'établir les conditions de leur partage et de

²⁸ 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>

leur rigoureuse application. Une telle constitutionnalisation des pratiques de gouvernance constituerait un ciment culturel et organisationnel composite qui serait détaché des frontières de composantes politico-culturelles tant (méta)physiques et culturelles, notamment ethniques ou religieuses. Un peu comme en biologie, on peut considérer la mémoire génétique comme la Constitution d'un organisme, voire d'une espèce, se traduisant dans son expression (épi)génétique au travers de processus symbiotiques de contrôle de leur homéostasie et de leur résilience. Ce qui fut et demeurera un élément déterminant dans la (sur)vie d'un système sociétal démocratique au sens large, cela dans ses échanges et dans l'intégration en ses sein d'entités parfois distinctes car issues de différentes pratiques et communautés. Ce qui est le cas notamment lorsque des populations migrantes s'intègrent au sein d'une structure sociétale et y deviennent importantes au point d'en « diluer » le ciment sociétal originel. Il a été largement démontré qu'il est possible jusqu'à un certain point d'intégrer plusieurs cultures autrement que par leur « colonisation », comme par exemple en Europe la Suisse, l'Espagne, la France, la Belgique, les pays scandinaves et, jusqu'ici aussi, les Etats-Unis ... D'autres pays, en absence de toute gouvernance, ne l'ayant subi que comme une conséquence de leur colonisation, comme notamment en Amérique du Sud ou en Afrique.

9. Les frontières naissantes entre humain et numérique.

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) avec la possibilité de pouvoir en dépasser les limites par créativité de l'intelligence imaginative. Les modèles d'IA traditionnels par contre ne s'appuient sur l'accumulation de grandes quantités de données existantes pour les gérer sans pouvoir les transcender, ce qui en est la limite, sinon la frontière actuelle. L'application des processus créatifs de structures dissipatives au niveau biologique pourraient leur permettre de transcender ces limites de leurs situations d'apprentissage parfois déjà très différentes. Dans ce contexte, considérer le cerveau humain en tant que structure dissipative constituera une opportunité potentielle de développement de systèmes d'IA dans leur capacité progressive de pouvoir également générer un potentiel de créativité. Ne plus seulement gérer la compilation de connaissances pré-existantes mais acquérir de plus en plus les caractéristiques imaginatives propres jusqu'ici à l'intelligence et à la conscience humaines. L'IA. changerait alors la façon dont les machines apprennent et s'adaptent et deviendraient en mesure de créer des modèles hétéro-organisés qui s'adaptent à des circonstances nouvelles ou imprévues, ceci sans programmation préalable explicite et ainsi ouvrir la porte à une réelle forme de transhumanisme.

Ces voies innovantes de dépassement créatif des frontières actuelles de la programmation utilisant les principes des structures dissipatives sont bien sûr déjà explorées. Elles permettraient notamment d'intégrer en permanence de petites fluctuations originales et, ayant appris à y répondre, renforcer leur résilience et leur flexibilité, ce qui leur permettrait de s'adapter de manière dynamique face aux perturbations et aux changements imprévisibles de leur environnement. Cette créativité artificielle pourrait être particulièrement utile dans bien des domaines tels que la médecine, la robotique, la résolution de certains problèmes sociétaux

complexes mais aussi poser des problèmes fondamentaux quant à la capacité humaine d'encore maîtriser et contrôler leurs créations et leurs activités.

Faudrait-il alors (im)poser des frontières à la créativité numérique : lesquelles, à qui, comment et pourquoi ? C'est un des enjeux fondamentaux qui se pose aujourd'hui à propos de la définition de frontières sociétales à ne pas franchir ...

Il reste à y répondre d'urgence, comme face à d'autres enjeux décisifs pour la (sur)vie de notre existence planétaire ...

10. Une (tès) courte synthèse ... systémique.

Le comportement complexe d'un système organisé, souvent contre-intuitif, est essentiellement lié à l'imbrication dynamique et évolutive de ses multiples boucles d'*inter*- et de *rétro*-actions dites ago-antagonistes au travers des frontières de ses entités constitutives, chacune de celles-ci jouant une fonction spécifique dans la dynamique harmonisée de l'ensemble, de son efficacité et de sa résilience. En dynamique des systèmes, l'analyse des facteurs de changement est une priorité mais ceux-ci sont impossible à percevoir et maîtriser au travers d'une démarche purement analytique dès lors que la structure se complexifie un minimum et que les facteurs de changements et d'évolution qui se posent à elle peuvent être rapides et parfois irréversibles. Une série des propriétés propres à la nature de ces échanges transfrontaliers ont été évoqués ici avec le seul objectif de susciter la volonté d'en poursuivre l'étude et d'en tirer les leçons dans les pratiques de gestion créative des systèmes complexes, quelle qu'en soit la nature : physico-chimique, éco-biologique, sociétale, voire philosophique, cela avant d'avoir atteint le point de basculement chaotique irréversible que risque d'atteindre une humanité n'ayant pas maîtrisé les limites de l'exploitation soutenable des ressources énergétiques exploitables qui détermine l'existence-même de sa nature intrinsèquement dissipative.

Il s'agit donc, au-delà de la simple description analytique des éléments d'un système, que ce soit un système éco-biologique ou sociétal, économique ou socio-politique d'y intégrer réellement sa dimension systémique incontournable opérationnellement dans l'analyse des interactions dynamiques et continues entre ses éléments constitutifs et leurs frontières : y intégrer non seulement la quête du ***pourquoi***, mais aussi du ***pour-quoi*** de sa « *raison d'être* » et de son ***comment***, cela n'apparaissant qu'au travers de cette connaissance et maîtrise des échanges (trans)frontaliers et évolutifs entre ses éléments constitutifs.

Donner de la visibilité à la capacité d'action des populations frontalières, à leurs pratiques de protestation et de résistance vis-à-vis de mesures étatiques oppressives et aux formes alternatives de subjectivités politiques et d'arrangements institutionnels qui émergent est plus que jamais essentiel pour maintenir un « *horizon d'espoir* » comme le soulignent Chiara Brambilla et Reece Jones⁹. La pratique opérationnelle de ces méthodes systémiques d'analyse et de planification ont déjà fait leurs preuves en apportant notamment une forme unique de lucidité sur les enjeux, les

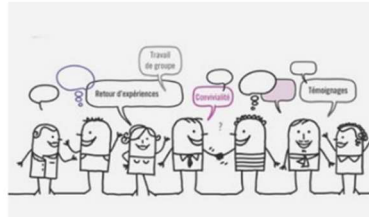
parties prenantes et les contraintes liées aux échanges transfrontaliers qui déterminent l'existence et la résilience de nombreux systèmes complexes, sociétaux en particulier²⁹.

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)



oooooooooooooooooooooooooooo

²⁹ Gérard Donnadieu, Michel Karsky : *La systémique, penser et agir dans la complexité*.
<https://www.eyrolles.com/Entreprise/Livre/la-systemique-penser-et-agir-dans-la-complexite-9791022795388/>
<https://www.afscet.asso.fr/pagesperso/DonnadieuKarsky.htm>
Pierre Massotte & Patrick Corsi. *La complexité dans les processus de décision et de management*.
<https://www.eyrolles.com/Entreprise/Livre/la-complexite-dans-les-processus-de-decision-et-de-management-9782746213098/>
Pierre Massotte, Patrick Corsi . *La gestion dynamique des risques économiques. Anticipation et maîtrise des changements*. <https://www.eyrolles.com/Entreprise/Livre/la-gestion-dynamique-des-risques-economiques-9782746219496/>