

La nature de la violence dans la nature :

Déterminismes écologique, physiologique et génétique de l'adaptation aux changements aux différents niveaux d'organisation des systèmes végétaux.

pierre.bricage@univ-pau.fr

Pierre Bricage, Faculté des Sciences, Université de Pau & des Pays de l'Adour, département des Sciences Biologiques et département des Sciences Sanitaires et Sociales, avenue de l'Université, 640 PAU, France.

mots clés:

(a*) **organisation**: • association d'éléments regroupés dans un même but, ensemble de structures dont les activités sont coordonnées dans l'espace et dans le temps afin d'établir la répartition de leurs tâches dans des conditions de fonctionnement imposées, • manière dont sont disposées les structures (les parties) d'un assemblage (le tout) pour assurer certaines fonctions propres au système.

(b*) **intégration**: • action d'intégrer, d'entrer dans un ensemble plus vaste (s'intégrer, ou être intégré, dans un milieu externe, une organisation de niveau supérieur), du latin **integrare** (recréer), • ne pas confondre avec le latin **integer** (entier) qui a donné être intègre, être entier, ce qui correspond à un niveau d'organisation d'un système • en mathématiques, limite (niveau supérieur: le tout) d'une somme de termes (de niveau inférieur: les parties), • les parties d'un tout sont intégrées dans ce tout, organisation structurale et fonctionnelle avec régulation.

(c*) **système** (du grec **syn, sys: ensemble**): • ensemble ordonné, organisé, d'éléments, définis à la fois par leurs rôles propres et par les relations qu'ils entretiennent, en réseau. (Un écosystème est un niveau d'organisation qui comporte une biocénose intégrée dans un biotope: • biocénose (du grec bio: vie et **ceno: assemblée**): ensemble des formes de vie habitant un biotope, • biotope (du grec topo: lieu): ensemble des conditions (biotiques et abiotiques) du milieu de survie.

(d*) **violence**: agression brutale.

(e*) **croissance**: • par définition, la croissance est l'accumulation, l'augmentation, de masse, de nombre, tandis que le développement est l'acquisition de capacités nouvelles (comme la capacité de se survivre).

(f*) **hôte(s)**: du latin hospes, qui reçoit un étranger et éventuellement qui est reçu par lui, en réciprocité, a donné hospitalier, hôpital et hôtel.

(g*) **stress**: ensemble des perturbations provoquées par une agression.

introduction

Tout organisme vivant est un système (c*) organisé indissociable de son milieu de survie (18•, 26•). En permanence, tout être vivant doit re-construire son organisation (a*) et re-crée son autonomie, il est sans cesse dépendant de son environnement externe de survie dans lequel, il s'auto-régénère continuellement (19•). Dans ce milieu, il puise de la matière, de l'énergie et de l'information (18•), il est intégré (b*) au sein d'une chaîne alimentaire (17•). Avant de pouvoir se survivre dans sa descendance, il doit d'abord rester en vie, survivre, en prolongeant son existence au-delà des événements insupportables qui peuvent entraîner sa disparition (6•).

Dans son milieu aérien terrestre, glacé, un phoque n'a aucune raison de marcher vite... Mais, dans l'eau, il en a au moins deux de nager vite: attraper les poissons qui constituent ses proies et ne pas être attrapé par les orques dont il est la proie.

Survivre c'est d'abord manger et ne pas être mangé (3•, 5•, 10•, 18•).

1 - Violence au sein d'un niveau d'organisation.

La lutte pour survivre et se survivre: la violence liée à la surpopulation. (d*)

L'individu et l'espèce, deux niveaux d'intégration ago-antagonistes.

Les populations du bissap (*Hibiscus sabdariffa* L., Malvacée) présentent **une variabilité interne**, avec des individus différents, dont les fruits et les feuilles expriment une pigmentation "rouge", "rose" ou "jaune" (4•). En pots, **la croissance et la survie d'un individu dépendent de la densité** de sa population au semis. Certains germent et croissent, et d'autres ne germent pas. **Tous ne survivent pas**. La croissance de ceux qui survivent dépend de la densité de la population. Plus ils sont nombreux à survivre, plus leur croissance (e^*) est réduite.

Dans la lutte de l'individu pour survivre, **la croissance est le facteur limitant** (4•, 10•, 17•).

Ce facteur limitant est limité par un autre facteur limitant: la mobilisation de la matière et de l'énergie (17•). La limitation en nutriments disponibles provoque **une compétition entre individus** (10•). **La violence naît d'un changement dans l'équilibre de survie** (6•).

Elle est une réponse quand la survie est plus difficile (10•).

Les individus "rose", hybrides, intermédiaires entre les deux parents "rouge" et "jaune", supportent une contrainte (de densité optimale) supérieure à celles de chaque parent et ont une croissance supérieure (vigueur hybride). La densité optimale de survie est contrôlée par au moins une substance diffusible (un régulateur de croissance) libérée, par les individus, dans leur milieu de survie. Expérimentalement, il est possible de supprimer cette "**substance de violence**" (10•). Dans ce cas, tous les individus germent et **l'effectif de la population dépasse l'effectif de la situation optimale régulée**. Mais... la croissance des individus est encore plus réduite, et, aucun de ces individus "nains", qui survivent en plus grand nombre, n'acquiert la capacité de reproduction !

Tous survivent, mais aucun ne se survit !

Dans la lutte de l'individu pour se survivre, la croissance est le facteur limitant (17•). Comme chez les animaux, l'individu, au cours de sa phase de croissance, doit atteindre une masse critique avant d'acquérir la capacité de reproduction (17•). Si la suppression de la violence, à court terme est favorable à la survie de l'individu, à long terme, elle ne l'est pas à celle de sa forme de vie. **La violence contre l'espèce naît d'un viol de la régulation de la violence contre l'individu**.

La régulation du développement individuel permet **le développement durable** de l'espèce.

Survivre ou se survivre ?

Tout organisme vivant doit d'abord survivre, mais, pour, éventuellement, se survivre (avoir une descendance), et permettre la survie de sa forme de vie (19•). L'action violente est-elle engendrée par **l'impossibilité d'agir autrement face aux contraintes de survie** ? Est-il impossible d'éradiquer la violence ? Peut-elle être seulement canalisée vers une moindre violence ?

2- Violence au sein d'une communauté. Le bois de Pau (violences au sein d'un écosystème) : **la survie globale... un équilibre des moindres violences.** (15•, 16•)

a. Violences entre populations: **la survie des uns passe par celle des autres.**

Une chenille d'un papillon passe sa vie larvaire à **manger**. Tout stade larvaire est toujours une phase de **croissance**, comme toute larve, elle croît ! Au sein d'un écosystème forestier, une espèce de chenille peut manger les feuilles de plusieurs espèces d'arbres et un même arbre peut **être mangé** par plusieurs espèces de chenilles. Au sein d'une forêt de feuillus, la survie des chenilles de papillons dépend de la production de matière par les arbres dont elles consomment les feuilles. Inversement, la survie des arbres est limitée par les ravages causés par les chenilles qui les mangent (18•).

La survie mutuelle dépend d'une limitation des ravages (**manger... mais pas trop !**) et d'une survie (et d'une production) suffisante(s) des arbres (**impossible... de ne pas être mangé !**) .

Le degré d'attaque de la partie végétale de l'écosystème et **la diversité et la densité** des ravageurs de la partie animale de l'écosystème dépendent de la composition végétale de la biocénose ((15•,16•):

il existe plusieurs compositions de la biodiversité végétale globale pour lesquelles les ravages sont les plus réduits.

b. Violence entre espèces: tout changement des conditions de survie accroît la violence.

Par ses interventions, de plantations ou/et de coupes d'arbres, l'homme change **les rapports au sein du réseau des relations de survie**; il déplace cet équilibre, cette composition optimale globale, qui diffère d'un ravageur à l'autre et d'une forêt à une autre (16•)! En traitant par des insecticides (biologiques ou non), l'homme **désavantage les uns et avantage les autres**,

l'homme détruit l'équilibre dynamique de partage des inconvénients.

Et, il déplace, le plus souvent, la situation présente d'équilibre, à l'avantage des ravageurs, qui mangent, et au désavantage des feuillus, qui sont mangés... et, la forêt, l'écosystème, est menacé(e) dans sa survie ! Tout déplacement de l'équilibre peut entraîner **un changement imprévisible et irréversible** (16•). **L'homme et la nature: une relation ago-antagoniste ?**

La violence est engendrée par **une inadéquation des référents** humains (que l'homme soit jardinier ou bûcheron) et des référents écosystémiques de biodiversité. L'homme est-il l'ennemi de la nature ?

3 - Violence au sein d'associations: de la "supériorité", en terme de survie, des associations à avantages et inconvénients partagés (18•, 19•).

a. La prévention. Violences au niveau cellulaire: **la violence inévitable évitée ... par un équilibre dynamique des relations ago-antagonistes.**

a1. **Survivre, c'est transformer les inconvénients en avantages et éviter que les avantages deviennent des inconvénients.** (18•)

Pour manger, une amibe ingère, puis digère, des bactéries, capturées dans son milieu de survie. Cette capacité de phagocytose est **un avantage pour sa survie**. Elle construit sa matière à partir de celle, prélevée, puis transformée, d'un autre être vivant. Mais, certaines bactéries peuvent survivre à l'ingestion en élaborant une paroi résistante à la digestion (**défense passive**). C'est ainsi que les Mycobactéries, tuberculeuse ou lépreuse, résistent, dans nos cellules vivantes, à la destruction (3•). Et, pour vaincre les défenses nouvelles de l'attaqué, l'attaquant doit élaborer des armes plus efficaces ou nouvelles: c'est **le début de l'escalade !** (18•) D'autres bactéries sécrètent des enzymes et digèrent l'amibe qui les a ingérées (**défense active**: "stratégie du cheval de Troie", la meilleure défense c'est l'attaque !). **L'avantage** de la phagocytose **devient un inconvénient**. (18•)

Dans certaines espèces d'amibes, envahies par des bactéries, il peut arriver qu'une amibe survive à la présence des bactéries. Après une phase de dépression métabolique, elle reprend sa croissance et se divise. **Elle survit, puis se survit**. Un équilibre s'est établi entre l'hôte habité et ses hôtes habitants (f*). Si on détruit artificiellement les bactéries, l'amibe meurt. **L'inconvénient** de l'invasion initiale **est devenu un avantage** pour la survie. De même, les bactéries ne survivent pas à la destruction de l'amibe, le milieu interne de l'amibe est devenu le milieu externe de survie des bactéries.

L'inconvénient de la perte par chacun de la capacité de détruire l'autre est devenu un avantage réciproque pour la survie de chacun. Les deux partenaires, maintenant indissociables, forment un nouveau système (c*) biologique de niveau d'organisation (a*) plus élevé. Ce phénomène de **symbiose** est probablement à l'origine de la cellule eucaryote (22•, 23•).

Et, à la question " Avec qui puis-je avoir une relation durable ? ", il donne comme réponse (18•):

a2. **seules perdurent (se survivent) les associations à avantages et inconvénients partagés.**

Une observation au microscope électronique d'une cellule végétale chlorophyllienne met en évidence plusieurs **compartiments** fonctionnels, **juxtaposés et emboîtés**: le cytoplasme, la vacuole, les mitochondries, les chloroplastes, les peroxysomes (1•, 21•). Ces compartiments ne sont pas disposés de façon aléatoire dans l'espace de survie intra-cellulaire. Le cytoplasme, lieu de protection, d'échanges et de communication, englobe tous les autres. La vacuole, lieu de réserve de l'eau, est au contact, à la fois, des mitochondries, qui produisent de l'eau (déchet respiratoire), et des

chloroplastes, qui consomment de l'eau (matière première de la photosynthèse: aliment). **L'aliment des uns est le déchet des autres.**

Les mitochondries, qui consomment de l'oxygène et des sucres (aliments respiratoires), sont au contact des chloroplastes, qui eux produisent des sucres (aliments de l'organisme) et de l'oxygène (déchet de la photosynthèse). **Le déchet des uns est l'aliment des autres.**

Les mitochondries descendent, génétiquement et physiologiquement, d'anciennes bactéries, autrefois à vie libre. Elles ont "colonisé" le cytoplasme, du système ancestral d'accueil, à l'origine des cellules (23•). Ainsi s'est mise en place une **association à avantages et inconvénients partagés** dans laquelle les mitochondries éliminent l'oxygène qui serait toxique, en leur absence, pour le cytoplasme (19•). En contrepartie, le cytoplasme héberge, protège et nourrit les mitochondries. Cet **inconvénient** pour "l'habité" est le **coût de l'avantage** de sa protection par "ses habitants".

De même, les chloroplastes descendent, génétiquement et physiologiquement, d'anciennes bactéries.

Au cours de leur fonctionnement, mitochondries et chloroplastes produisent de l'eau oxygénée, qui serait toxique, pour tous les compartiments cellulaires, en l'absence des peroxysomes. Au contact, à la fois, des mitochondries, des chloroplastes et de la vacuole, les peroxysomes transforment ce déchet toxique en eau (aliment des chloroplastes, stockable dans la vacuole) et en oxygène (aliment des mitochondries). (19•) L'endo-symbiose intra-cellulaire résulte de l'émergence d'**un système de recyclage** des déchets ! L'union des compartiments cellulaires, parties qui interagissent, forme par son organisation, structurale et fonctionnelle, **un tout, indissociable**. Et, les propriétés de survie nouvelles du tout rétro-agissent sur la survie des parties.

Le fonctionnement de survie des uns est limité par celui des autres et réciproquement.

Ce système "tampon", formé de compartiments, semi-autonomes, en réseau, complémentaires et inter-dépendants (19•), permet d'éviter **la violence toxique des déchets de fonctionnement**. (17•) : les déchets des uns sont les aliments des autres et réciproquement.

Les avantages pour les uns sont des inconvénients pour les autres, et réciproquement. (18•)

b. Prévenir et Guérir: défenses et réparations. (Pedilanthus tithymaloides L. variegatus, Euphorbiacée: agressions biologiques et climatiques, protéines de stress et réponses métaboliques à des **violences biotiques et abiotiques**.) (7•, 8•)

Retour à un niveau d'organisation antérieur: rétrogression face à l'agression.

Les feuilles in vivo, et les cultures de tissus in vitro, expriment des activités peroxydasiques, qui interviennent dans des phénomènes de détoxification et de défense de l'organisme végétal. Ces activités enzymatiques sont des **marqueurs des réponses aux changements** externes et internes (12•, 13•). **À la suite d'un choc** thermique, les feuilles du Pedilanthus, plante tropicale adaptée à la sécheresse, expriment trois familles d'activités peroxydasiques différentes (7•) qui suivent des rythmes circadiens avec des pics de jour et de nuit **d'amplitudes proportionnelles à l'agression** (12•). Les enzymes, distinctes par leurs propriétés, **adaptées aux conditions nouvelles**, expriment de façon indissociable une double capacité enzymatique (9•, 12•), **moins spécialisée**.

Tout se passe comme si il y avait retour, au niveau moléculaire, à un état d'organisation plus simple: **rétrogression face à l'agression** (18•, 24•). **Tout se passe comme si**, au-delà des limites de l'habituellement supporté, l'individu, pour survivre au stress, devait **se dé-construire pour se re-construire**. La régulation de ces activités est sous la dépendance de couples de ligands phénoliques, activateurs seuls, mais inhibiteurs ensemble (9•): **inhibition concertée**. Au niveau des compartiments cellulaires impliqués ces activités enzymatiques sont des activités de sauvegarde en réponse aux stress (1•, 11•, 12•) (g*). Cette réponse est, à la fois, contrôlée par l'intensité du stress externe et **modulée** par les capacités physiologiques internes (12•, 13•, 14•).

Comment "contrôler" la violence ? Limiter les violences ou amortir les violences ?

conclusion ?

Quels choix de régulation ? Quels agents de régulation ? Quels équilibres dynamiques de régulation ? Quelles limites ? **Une réponse “naturelle” a fait ses preuves: la symbiose association, indissociable, à avantages et inconvénients partagés.**

Les lichens (2•, 20•) sont des organismes, **issus de l'association** d'une algue (capable de photosynthèse, donc capable de fabriquer sa matière organique en l'absence de matière organique préexistante, en l'absence d'autre forme de vie) et d'un champignon. Association symbiotique, fonctionnant à la fois comme un végétal et un animal, le lichen représente un niveau d'organisation plus élevé que ceux de l'algue ou/et du champignon, de même que la cellule eucaryote représente un niveau d'organisation plus élevé que ceux du cytoplasme et des chloroplastes.

Comme le cytoplasme, le champignon, incapable de fabriquer sa matière organique “offre” à l'algue un abri riche en eau et en sels minéraux (le gîte et le couvert). En retour, par ses filaments, le champignon “mange” les cellules de l'algue (qui montrent des figures de “souffrance métabolique”), de la même façon que le cytoplasme et les mitochondries se nourrissent des produits élaborés par les chloroplastes. **Le partenaire** champignon fonctionne comme la partie racinaire des plantes supérieures, il élabore “la sève brute”. **Le partenaire** algue fonctionne comme les feuilles, il élabore “la sève élaborée”. Et les deux se nourrissent **réciroquement**. (18•, 22•, 23•, 27•, 28•). **Pour survivre**, le partenaire champignon doit **limiter son agression sur l'associé** algue, comme les chenilles doivent limiter leurs attaques sur les feuilles des arbres dont elles se nourrissent (16•). L'hôte hébergeant, et habité, paie **un double coût**: le coût de l'hébergement de l'algue et le coût d'une croissance limitée par celle de l'algue. Pour que le champignon survive, il faut d'abord que l'algue survive. L'hôte hébergé (et captif !) paie, lui **aussi, un double coût**: le coût de la survie de sa population de cellules, qui passe par la non-survie d'une partie des individus (les cellules qui sont mangées), et, le coût d'une croissance limitée par la croissance du champignon (elle-même limitée par celle de l'algue) (18•).

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

Pour que l'un survive, il faut d'abord que l'autre survive.

Les inconvénients pour l'un sont des avantages pour l'autre et réciproquement.

La symbiose est une association, à avantages et inconvénients, réciproques, et partagés. Le champignon doit limiter ses exigences de croissance vis-à-vis de l'algue et réciproquement, l'algue ne peut se développer que dans les limites des capacités du champignon. Les inconvénients pour les deux partenaires sont énormes, ils restent “nains”. Et, si l'un meurt, l'autre meurt. Les 2 partenaires totalement solidaires ne forment qu'un. Un nouveau système, c'est-à-dire, à la fois une **forme nouvelle d'organisation** interne (**a***) de survie et une **forme nouvelle d'intégration** au milieu externe (**b***), est né de cette association, **avec un changement d'échelle** temporelle (18•). Le système peut survivre des siècles !

Comme tout système symbiotique, à avantages et inconvénients partagés, il émerge du fait que les 2 partenaires ne s'ajoutent pas mais se combinent et s'interpénètrent. **L'autonomie se construit sur l'inter-dépendance**. Le tout est **à la fois plus et moins** que la somme de ses parties (19•, 25•). Les avantages pour l'association sont énormes. Les lichens peuvent coloniser des terres vierges de toute vie. Organismes pionniers, ils sont très peu dépendants des fluctuations du milieu de survie. Mais, inconvénient énorme, ils y sont la seule nourriture organique et sont mangés.

La violence des interactions au sein du milieu de survie impose à l'organisme une démarche de la qualité. Mais le choix de **la qualité dépend de la diversité des possibles** donc d'abord de la quantité. À tous les niveaux d'organisation du vivant, la croissance (la quantité) précède toujours le développement (l'acquisition de qualités nouvelles). **Le quantitatif permet le qualitatif**.

Et, l'intégration au milieu de survie actualise des choix temporairement durables.

bibliographie

- 1• Agrios G.N. 1997, Plant Pathology. Academic Press, Harcourt Brace, London, 635 p.
- 2• Boullard B. 1990, La symbiose lichénique. Guerre et paix dans le règne végétal. p. 191-206. Ellipses, Paris.
- 3• Bricage P. 1975, Quelques aspects d'une maladie endémique: la lèpre. Bull. AASNS 51: 5-12.
- 4• Bricage P. 1978, Le bissap, Hibiscus sabdariffa, Malvacée. Aspects biologiques. Bull. AASNS 64: 9-23.
- 5• Bricage P. 1979, Les alcools, métabolites ou facteurs de croissance. Ann. C.R.B. Lèpre, Dakar, 1: 5-12.
- 6• Bricage P. 1980, Étude des phénotypes pigmentaires du bissap, Hibiscus sabdariffa L., Malvacées. II. Résistance aux agressions climatiques et biologiques. Bull. IFAN A,42-4: 679-701.
- 7• Bricage P. 1982, Pigmentation and soluble peroxidase isozyme patterns of leaves of Pedilanthus tithymaloides L. variegatus as a result of daily temperature differences. Plant Physiology 69: 668-671.
- 8• Bricage P. 1984 Caractéristiques fonctionnelles des activités peroxydasiques des feuilles et cals d'une plante à métabolisme acide crassulacéen, Pedilanthus tithymaloides L. Can. J. Biochem. Cell Biol. 62: 901-907.
- 9• Bricage P. 1984, Phytohormones et rythmes de capacité enzymatique: autorégulation des activités peroxydasiques par squattig ? Bull. G.E.R.B. 16: 75-77.
- 10• Bricage P. 1984-85, Étude des phénotypes pigmentaires du bissap, Hibiscus sabdariffa L., Malvacées. IV. Influence des phénotypes parentaux et des conditions stationnelles sur la germination et le développement des individus: compétition entre individus. Bull. IFAN A,46-1/2: 140-166.
- 11• Bricage P. 1985, Mise en évidence d'une rétroaction entre activités peroxydasiques et acidité titrable impliquant la fixation membranaire d'un complexe multi-isozymique intracellulaire. Bull. G.E.R.B. 17: 21-22.
- 12• Bricage P. 1986, Isoperoxydases, markers of surrounding and physiological changes, in situ in leaves and in vitro in calli of Pedilanthus tithymaloides L: cell compartmentation and polyfunctionality, control of activity by phenols and specific roles. Molecular & Physiological Aspects of Plant Peroxidases, Univ. Genève, p. 261-265.
- 13• Bricage P. 1988, The isoperoxydase pattern changes and the pigment changes of Pedilanthus tithymaloides L. variegatus calli as a result of sucrose concentration and phytohormone content of the culture medium and daily temperature differences. Plant Science 55: 169-173.
- 14• Bricage P. 1989, Peroxydases: stimuli, receptors, second messengers and transducers. Signal perception and transduction in higher plants, Proceed. NATO internat. Symp., Toulouse.
- 15• Bricage P., A. Duverger-Nedellec & D. Larroche 1990, Appraisal of the defoliator Lepidoptera associations in a hardwood forest. Ikartzaleak (Acta Entomologica Vasconae 1) 13: 5-26.
- 16• Bricage P. 1991, Évaluation des interactions entre les densité et diversité des chenilles de Lépidoptères et les diversité et degré de défoliation des feuillus d'un bois. Mesure de la polyphagie et prédiction des pullulations potentielles. Ikartzaleak (Acta Entomologica Vasconae 2) 14: 5-21.
- 17• Bricage P. 1991, Les Caractéristiques des Organismes Vivants. Fac. Sci. Univ. Pau, A.P.I.D.S., 44 p.
- 18• Bricage P. 1998, La Survie des Systèmes Vivants. Atelier MCX20, Programme Européen MCX, Pau, 19 oct.
- 19• Bricage P. 2000, La Survie des Organismes Vivants. Atelier AFSCET, Paris, 4 fév. 2000, 27 p.
- 20• Carlile M.J. & S.C. Watkinson 1995, The Fungi. Academic Press, Harcourt Brace, London, 482 p.
- 21• Kaufman P.B. 1997, Plants. Their Biology and Importance. Harper & Row, London, 735 p.
- 22• Margulis L. 1981. Symbiosis in Cell Evolution. W.H. Freeman & Co, San Francisco, 419 p.
- 23• Margulis L. & D. Sagan 1985, L'origine des cellules eucaryotes. La Recherche n° 163, p. 200-208.
- 24• Nunez E.A. 1995, Stratégies d'adaptation à l'agression des domaines biologiques, psychocognitifs, sociologiques et technologiques. Proceed. Internat. Congress on Cybernetics, Namur, p.119-124.
- 25• Morin E. 1998, La nature des idées. Sciences Humaines Hors série n° 21, p. 6-10.
- 26• Rumelhard G. 1989, Le concept biologique de milieu. Bulletin A.P.B.G. 1: 146-159.
- 27• Rennie J. 1992, La créativité de la symbiose. Pour La Science n° 174, p. 76.
- 28• Truchet G. & al. 1993, Symbioses bactéries-légumineuses: un dialogue moléculaire. La Recherche n° 250, p. 92-94.