

Chapitre 3. : ESSAIS D'EXPLICATIONS SYSTÉMIQUES DU LIEN VIOLENCE – CHANGEMENT - 2.

La nature de la violence dans la nature

Pierre BRICAGE¹

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

I. Introduction

Tout être vivant est un système² organisé indissociable de son milieu de survie³. En permanence, tout organisme doit re-construire son organisation et re-crée son autonomie, il est donc sans cesse dépendant de son environnement externe de survie dans lequel il s'auto-régénère continuellement⁴. Dans ce milieu, il puise de la matière, de l'énergie et de l'information, il est intégré⁵ au sein d'une chaîne alimentaire⁶. 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 disparition⁷. Dans leur milieu aérien terrestre, glacé, un manchot ou un phoque n'a aucune raison de se déplacer vite... Mais, dans l'eau, ils en ont au moins deux de nager vite : attraper les poissons qui constituent leurs proies et ne pas être attrapés par les orques dont ils sont les proies.

Survivre c'est d'abord *manger*⁸ et ne pas être mangé⁹.

¹ Professeur de Biologie. pierre.bricage@univ-pau.fr , <http://www.afscet.claranet.fr/violencePB.html>

² Système (du grec syn, sys: ensemble) :

- ensemble ordonné, organisé dans l'espace et dans le temps, 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 & ceno : assemblée) : ensemble des différentes formes de vie habitant un biotope,
- biotope (du grec topo: lieu): ensemble des conditions (biotiques et abiotiques) du milieu de survie.

³ P.Bricage, (1991).

⁴ P.Bricage, (4 fév. 2000).

⁵ 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 sa régulation.

⁶ P.Bricage, (1998).

⁷ P.Bricage, (1980).

⁸ P.Bricage, (1984-85).

⁹ P.Bricage, (1975).

II. La violence au sein d'un niveau d'organisation¹⁰

La survie étant limitée par la capacité d'accueil du milieu de survie, la première violence¹¹ est toujours celle qui est liée à la surpopulation.

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", déterminée génétiquement¹². 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 les individus sont nombreux à survivre, plus leur croissance¹³ est réduite. Dans la lutte de l'individu pour survivre, la croissance est le facteur limitant. Ce facteur limitant est limité par un autre facteur: la mobilisation de la matière et de l'énergie. La limitation en nutriments disponibles provoque une compétition entre individus.

La violence naît d'un changement dans l'équilibre de survie¹⁴.

Les individus "rose", intermédiaires entre leurs deux parents "rouge" et "jaune", supportent une contrainte de densité supérieure à celles de chacun des parents et ils 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. La violence écologique "chimique" entre les individus est leur réponse physiologique quand leur survie est plus difficile. Expérimentalement, il est possible de supprimer cette "substance de violence"¹⁵. Dans ce cas, tous les individus germent et l'effectif de la population dépasse l'effectif de la situation optimale écophysiologiquement 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 ! Sans descendance, la population disparaît.

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

Dans la lutte de l'individu pour se survivre, la croissance est le facteur physiologique limitant. Comme chez les animaux, l'individu, au cours de sa phase de croissance, doit atteindre une masse critique avant d'acquérir la capacité de reproduction¹⁶. Si la suppression de la violence est favorable à court terme à la survie de l'individu, à long terme, elle ne l'est pas à celle de sa forme de vie (l'espèce). La violence contre l'espèce naît d'un "viol" de "la régulation de la violence" contre l'individu. Seule la régulation de la croissance (et du développement) des individus permet le développement durable de l'espèce.

¹⁰ 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.

¹¹ Violence : agression brutale.

¹² P.Bricage, (1978).

¹³ 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).

¹⁴ P.Bricage, (1980).

¹⁵ P.Bricage, (1984-85).

¹⁶ P.Bricage, (1991).

Tout organisme vivant doit d'abord survivre, mais, pour, éventuellement, se survivre (avoir une descendance), et permettre la survie de sa forme de vie¹⁷. 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 ? Faut-il choisir entre " survivre ou se survivre " ?

III. Violence au sein d'une communauté

Comment " contrôler " la violence ? Comment limiter les violences ou amortir les violences ? Quels sont les équilibres dynamiques de régulation ? Quelles sont leurs limites ?

Au sein d'un écosystème forestier, la survie globale de toutes les espèces est la conséquence de la mise en place d'un équilibre des moindres violences¹⁸.

1 - Violences entre populations : la survie des uns passe par celle des autres

La 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 de la forêt, 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. La survie mutuelle dépend d'une limitation des ravages par les consommateurs (il faut manger... Mais pas trop !) et d'une survie et d'une production suffisantes par les arbres producteurs (il est 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 : il existe plusieurs compositions de la biodiversité végétale globale pour lesquelles les ravages sont les plus réduits¹⁹.

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

Par ses interventions, de plantations ou 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 ! 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 avantages et 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, l'écosystème forestier est menacé dans sa survie !

Tout déplacement de l'équilibre peut entraîner un changement imprévisible et irréversible²⁰.

La violence est engendrée par une inadéquation des référents humains (que l'homme soit jardinier ou bûcheron) et des référents écosystémiques "inconnus" de la biodiversité.

L'homme est-il l'ennemi de la nature ?

¹⁷ P.Bricage, (2000).

¹⁸ P.Bricage, A. Duverger-Nedellec et D. Larroche, (1990).

¹⁹ P.Bricage, (1991).

²⁰ P.Bricage, (1991).

IV. Violence au sein d'associations

La “ supériorité ”, en terme de survie, des associations à avantages et inconvénients partagés.

Quels sont les choix de régulation ? Quels sont les agents de régulation ?

La régulation des moindres violences passe par un dispositif de prévention.

1 - La prévention

Au niveau d'organisation cellulaire, la violence inévitable est détournée par un équilibre dynamique des relations ago-antagonistes entre les compartiments fonctionnels intracellulaires²¹.

A) “ Survivre, c’est transformer les inconvénients en avantages et éviter que les avantages deviennent des inconvénients. “

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, tuberculeuses ou lépreuses, résistent, dans nos cellules vivantes, à la destruction²². 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 ! 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. 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 habitants²³. 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 bactéries²⁴.

L’inconvénient, de la perte simultanée par chacun, de la capacité de détruire l’autre, est devenu un avantage réciproque pour la survie de chacun. Les 2 partenaires, maintenant indissociables, forment un nouveau système biologique de niveau d’organisation plus élevé.

Ce phénomène de symbiose est probablement à l’origine de la cellule eucaryote²⁵

Et à la question “Avec qui puis-je avoir une relation durable ?”, il donne la réponse qui suit.

²¹ P.Bricage, (1998).

²² P.Bricage, (1975).

²³ hôte(s) : du latin hospes, qui reçoit un étranger et éventuellement qui est reçu par lui, en réciprocité, a donné hospitalier, hôpital et hôtel.

²⁴ P.Bricage, (1998).

²⁵ L. Margulis, (1981).

L. Margulis et D. Sagan, (1985).

B) *“Seules perdurent les associations à avantages et inconvénients partagés.”*²⁶

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 peroxyosomes²⁷. Ces compartiments ne sont pas disposés de façon aléatoire dans l'espace de survie intracellulaire. 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 cellules²⁸. 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 cytoplasme²⁹. 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 peroxyosomes. Au contact, à la fois, des mitochondries, des chloroplastes et de la vacuole, les peroxyosomes transforment ce déchet toxique en eau (aliment des chloroplastes, stockable dans la vacuole) et en oxygène (aliment des mitochondries). L'endosymbiose intracellulaire résulte de l'émergence d'un système de recyclage des déchets ! L'union des compartiments cellulaires, parties qui inter-agissent, forme par son organisation, structurale et fonctionnelle, un tout, indissociable. Les propriétés de survie nouvelles du tout rétroagissent 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, permet d'éviter la violence toxique des déchets de fonctionnement : les déchets des uns sont les aliments des autres et réciproquement³⁰.

*Les avantages pour les uns sont des inconvénients pour les autres,
et réciproquement.*

2 - *Comment prévenir et guérir ? Comment se défendre et comment se réparer ?*

²⁶ P.Bricage, (1998).

²⁷ G.N. Agrios, (1997)

P.B. Kaukman, (1997).

²⁸ L. Margulis et D. Sagan, (1985).

²⁹ P.Bricage, (2000).

³⁰ P.Bricage, (1991).

P.Bricage, (1998).

À la suite d'agressions biologiques ou climatiques, les cellules végétales produisent des protéines de stress qui sont les réponses métaboliques à des violences biotiques et abiotiques³¹.

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

À la suite d'un choc thermique, les feuilles du *Pedilanthus tithymaloides* L. variegatus, Euphorbiacée, plante tropicale adaptée à la sécheresse, expriment trois familles d'activités peroxydasiques différentes³² qui suivent des rythmes circadiens avec des pics de jour et de nuit d'amplitudes proportionnelles à l'agression thermique³³. Les feuilles du *Pedilanthus*, in vivo, et les cultures de tissus foliaires, in vitro, expriment les mêmes activités peroxydasiques qui interviennent dans d'autres phénomènes de détoxification et de défense de l'organisme végétal. Ces activités enzymatiques sont des marqueurs des réponses aux changements externes et internes³⁴. Ces enzymes, distinctes par leurs propriétés, adaptées aux conditions nouvelles, expriment de façon indissociable une double capacité enzymatique³⁵, moins spécialisée.

Tout se passe comme si, au niveau moléculaire, il y avait retour à un état d'organisation plus simple : une rétrogression face à l'agression³⁶. *Tout se passe comme si*, au-delà des limites de l'habituellement supporté, l'individu, pour survivre au stress³⁷, 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 ensemble³⁸ : phénomène d'inhibition concertée. Au niveau des compartiments cellulaires impliqués ces activités enzymatiques sont des activités de sauvegarde en réponse aux stress³⁹. Cette réponse est, à la fois, contrôlée par l'intensité du stress externe et modulée par les capacités physiologiques internes⁴⁰.

B) Une réponse "naturelle" anti-violence a fait ses preuves

C'est la symbiose : "association, indissociable, à avantages et inconvénients partagés".

Les lichens⁴¹ 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

³¹ P.Bricage, (1978).

P.Bricage, (1980).

³² P.Bricage, (1982).

³³ P.Bricage, (1986).

³⁴ P.Bricage, (1988).

³⁵ P.Bricage, (1984).

P.Bricage, (1986).

³⁶ P.Bricage, (2000).

³⁷ Stress: ensemble des perturbations provoquées par une agression.

³⁸ P.Bricage, (1984).

³⁹ G.N. Agrios, (1997).

P.Bricage, (1985).

P.Bricage, (1986).

⁴⁰ P.Bricage, (1986).

P.Bricage, (1988).

P.Bricage, (1989).

⁴¹ B. Boullard, (1990).

champignon⁴². 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 réciproquement⁴³. 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 nourrissent⁴⁴. 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).

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

Pour que l'un survive, il faut d'abord que l'autre survive⁴⁵.

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. "Unis pour le meilleur et pour le pire", 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 de survie et une forme nouvelle d'intégration au milieu externe, est né de cette association, avec un changement d'échelle temporelle⁴⁶. 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, par d'autres formes de vie dont ils permettent l'installation.

V. Conclusion

Survivre c'est "manger et ne pas être mangé", la première violence est celle qui est liée à la surpopulation. La capacité d'accueil de tout milieu est limitée et tout changement des conditions de survie accroît la violence entre individus, entre populations ou entre espèces.

⁴² M.J. Carlile and S.C. Watkinson, (1995).

⁴³ P.Bricage, (1998).

⁴⁴ P.Bricage, (1991).

⁴⁵ P.Bricage, (1998).

⁴⁶ P.Bricage, (1998).

L'individu et l'espèce sont deux niveaux d'intégration ago-antagonistes, mais la survie des uns passe par celle des autres.

Souvent, un retour à un niveau d'organisation antérieur, plus simple, peut permettre de faire face à une agression. Mais, seules perdurent les associations à avantages et inconvénients partagés, car survivre, c'est "transformer des inconvénients en avantages et éviter que des avantages deviennent des inconvénients". Elles se mettent en place par la perte simultanée par chacun des protagonistes de la capacité de détruire l'autre. Dans toute association symbiotique, les inconvénients pour l'un des partenaires sont des avantages pour l'autre et réciproquement.

Tout système symbiotique, à avantages et inconvénients partagés, émerge du fait que les 2 partenaires ne s'ajoutent pas mais se combinent et s'interpénètrent. L'autonomie se construit sur leur inter-dépendance. Le tout est à la fois plus et moins que la somme de ses parties⁴⁷.

La violence des interactions au sein du milieu de survie impose à l'organisme une démarche d'émergence de la qualité. Mais le choix de cette 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 durables⁴⁸. L'organisme d'un lichen peut survivre des siècles ! La cellule eucaryote perdure depuis des centaines de millions d'années !

VI. Bibliographie

G.N. Agrios, (1997). *Plant Pathology*. Academic Press.

B. Boullard, (1990). « La symbiose lichénique : un défi... : 1+1=1 » dans *Guerre et paix dans le règne végétal*. Ellipses, p.191-206.

P.Bricage, (1975). « Quelques aspects d'une maladie endémique : la lèpre ». *Bull. AASNS* 51 : 5-12.

P.Bricage, (1978). "Le bissap, Hibiscus sabdariffa, Malvacée. Aspects biologiques". *Bull. AASNS* 64 : 9-23.

P.Bricage, (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.

P.Bricage, (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.

P.Bricage, (1984). « Caractéristiques fonctionnelles des activités peroxydasiques des feuilles et cals d'une plante à métabolisme acide crassulacéen, *Pedilanthus tithymaloides* L. variegatus, Euphorbiaceae". *Can. J. Biochem. Cell Biol.*, 62 : 901-907.

P.Bricage, (1984). "Phytohormones et rythmes de capacité enzymatique : auto-régulation des activités peroxydasiques par squadding ? ». *Bull. G.E.R.B.*, 16 : 75- 77.

P.Bricage, (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.

⁴⁷ P.Bricage, (2000).

⁴⁸ J. Rennie, (1992).

- P.Bricage, (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.
- P.Bricage, (1986). "Isoperoxidases, markers of surrounding and physiological changes, in situ in leaves and in vitro in calli of *Pedilanthus tithymaloides* L. variegatus, Euphorbiaceae : cell compartmentation and polyfunctionality, control of activity by phenols and specific roles". In *Molecular & Physiological Aspects of Plant Peroxidases*. Univ. Genève, Suisse, pp. 261-265.
- P.Bricage, (1988). "The isoperoxidase 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.
- P.Bricage, (1989). "Peroxidases: stimuli, receptors, second messengers and transducers. Signal perception and transduction in higher plants", *NATO internat. Symp.*, Toulouse.
- P.Bricage, Duverger-Nedellec A. & Larroche D., (1990). « Appraisalment of the defoliator Lepidoptera associations in a hardwood forest ». *Ikartzaleak* 13 : 5-26.
- P.Bricage, (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* 14 (Acta Entomologica Vasconae 2) : 5-21.
- P.Bricage, (1991). *Les caractéristiques des organismes vivants*. Fac. Sci. Univ. Pau, A.P.I.D.S., 44 p.
- P.Bricage, (1998). "La Survie des Systèmes Vivants" . Modélisation de la Complexité. Atelier MCX20, Programme Européen. Pau.
- P.Bricage, (4 fév. 2000). « La Survie des Organismes Vivants ». *Atelier AFSCET*, Paris.
- M.J. Carlile and S.C. Watkinson, (1995). *The Fungi*. Academic Press.
- P.B. Kaukman, (1997). *Plants. Their Biology and Importance*. Harper & Row.
- L. Margulis, (1981). *Symbiosis in Cell Evolution. Life and its environment on the early earth*. W.H. Freeman & Co.
- L. Margulis et D. Sagan, (février 1985). « L'origine des cellules eucaryotes ». *La Recherche* n° 163, p. 200-208.
- J. Rennie, (avril 1992). « La créativité de la symbiose ». *Pour La Science* n° 174, p. 76. (In Parasites et évolution. pp. 68-77.)
- G. Truchet et al., (janvier 1993). "Symbioses bactéries-légumineuses : un dialogue moléculaire ». *La Recherche* n° 250, p. 92-94.