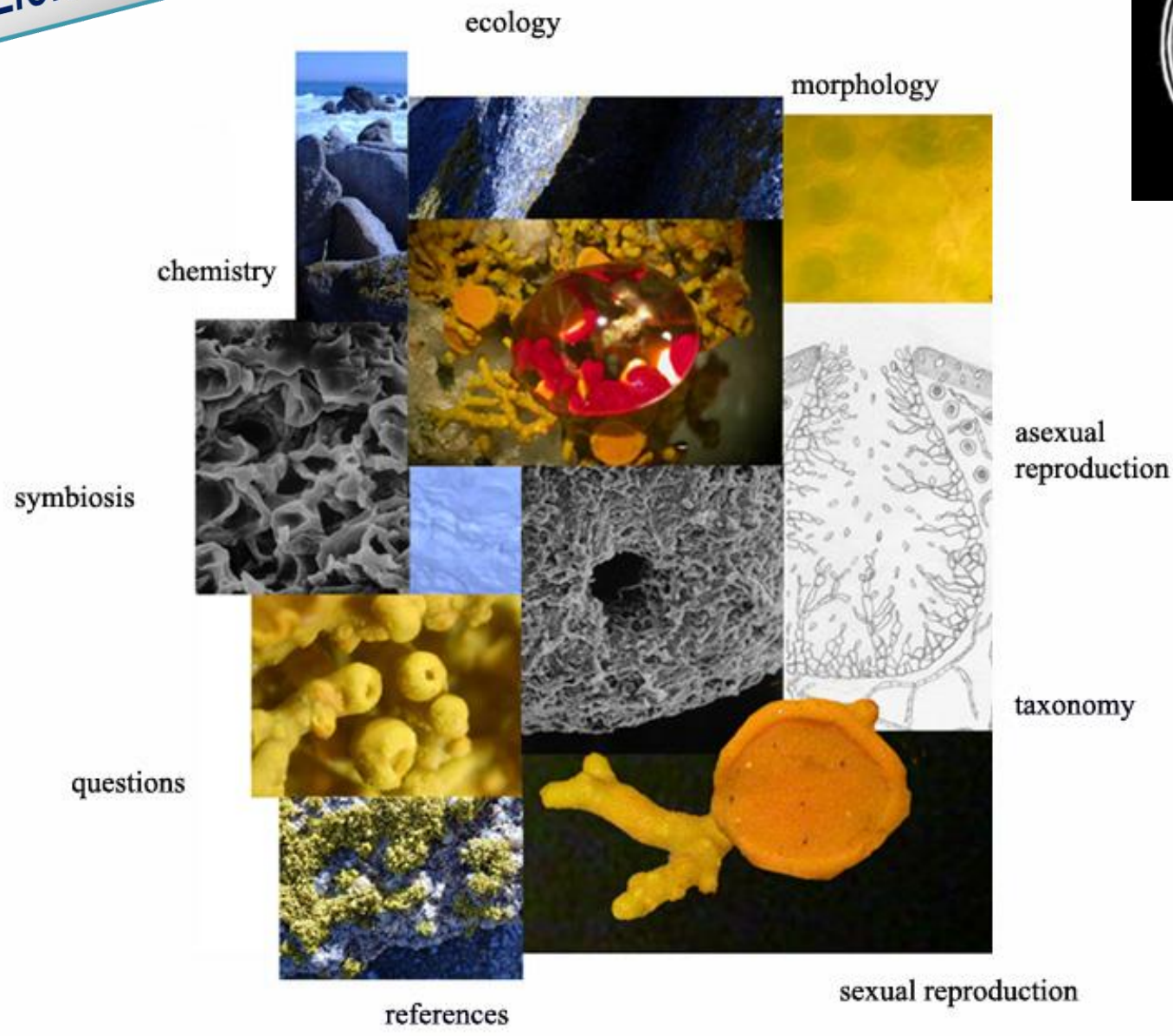


# Lichens et Science

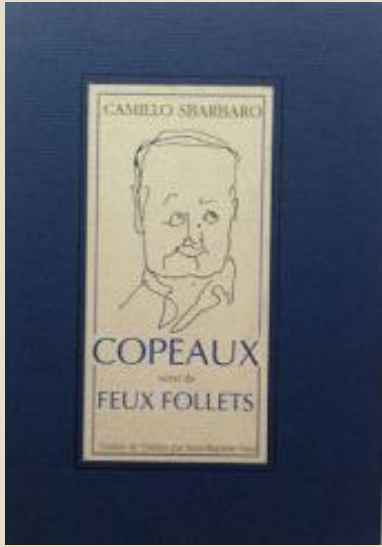


# Lichens et Agriculture



Avec les lichens, le champignon a inventé l'agriculture !





## Lichens et Littérature



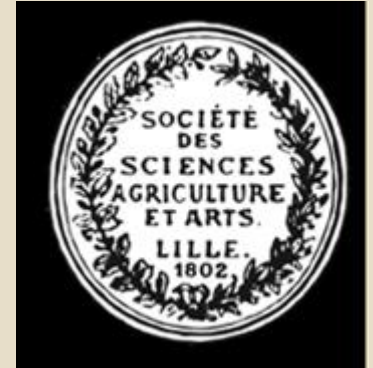
Les lichens ont eu leur poète en la personne de Camillo Sbarbaro (1888-1967)

« Ce qui m'émeut dans les lichens, c'est leur fantastique puissance de vie, leur superbe »

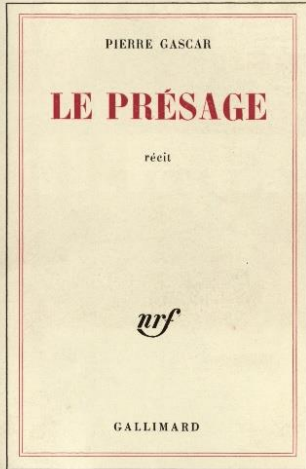


Échantillon récolté par Sbarbaro (1951-Ligurie) – décrit comme nouvelle espèce par Bouly de Lesdain (1952)

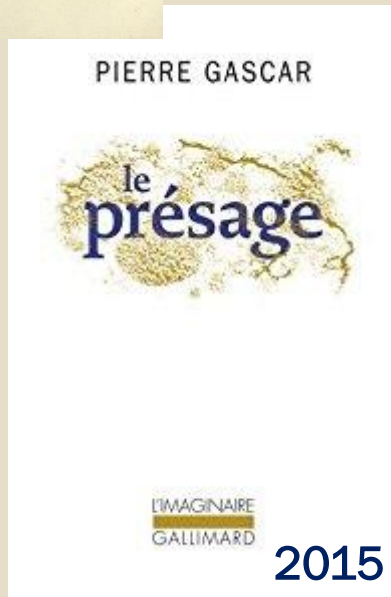
# Lichens et Littérature



Pierre Gascar (Pierre Fournier)  
(1916-1997)

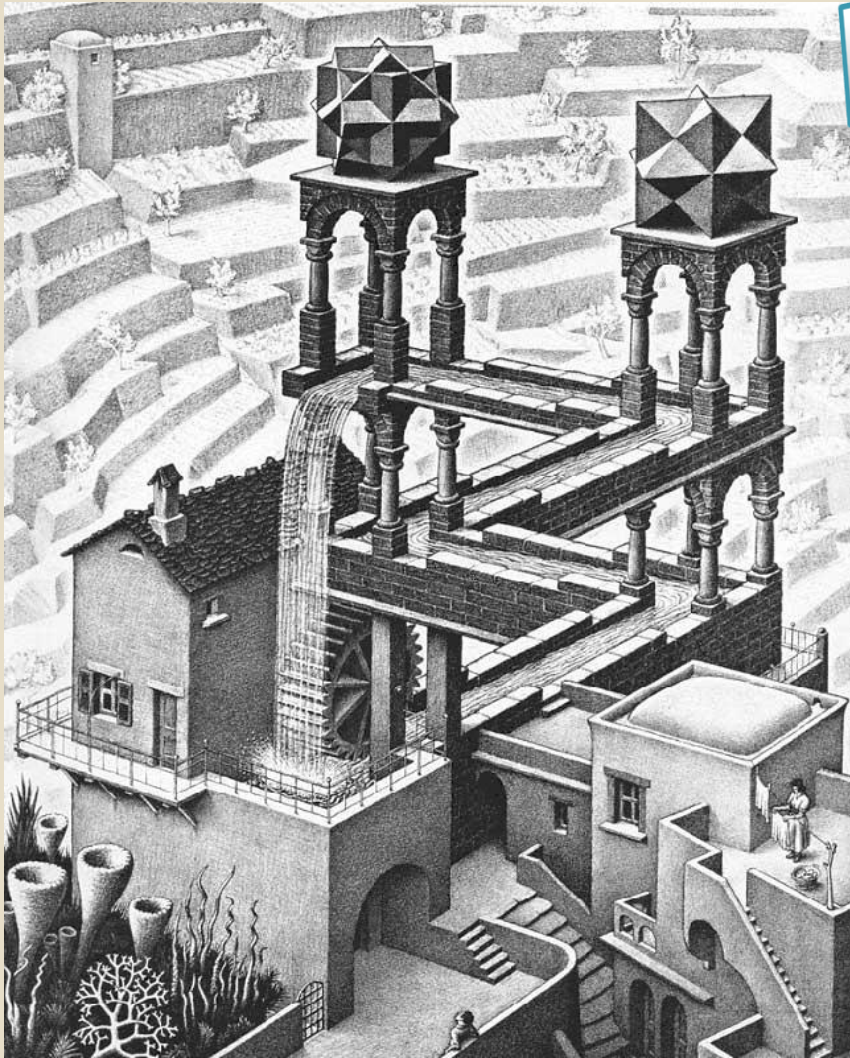
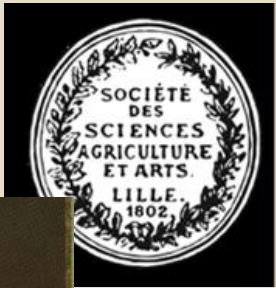


1972



« Comment le poète, l'artiste, ne s'identifierait-il pas à ce végétal [...] ? »

Lichens et Arts



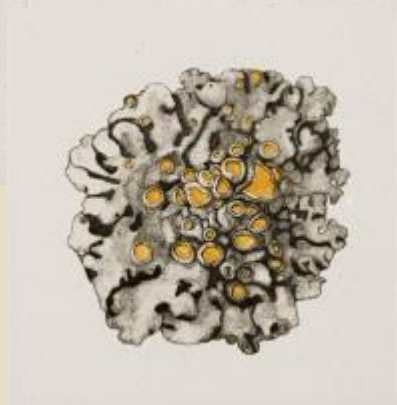
« Mouvement perpétuel » ou « cascade »  
Maurits Cornelis Escher (1961)



Sant Jordi Antoni Pitxot  
(Antoni Pichot i Soler)  
(1934-2015)

Thomas Fouqué  
Graveur et taille-doucier - Paris

Lichens et Arts



Jardin suspendu III, détail 3

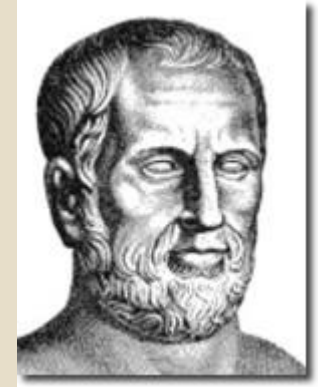
gravure pointe sèche

# Lichens et Arts



Claudia Losi

## le voyage du lichen errant (dans la systématique)

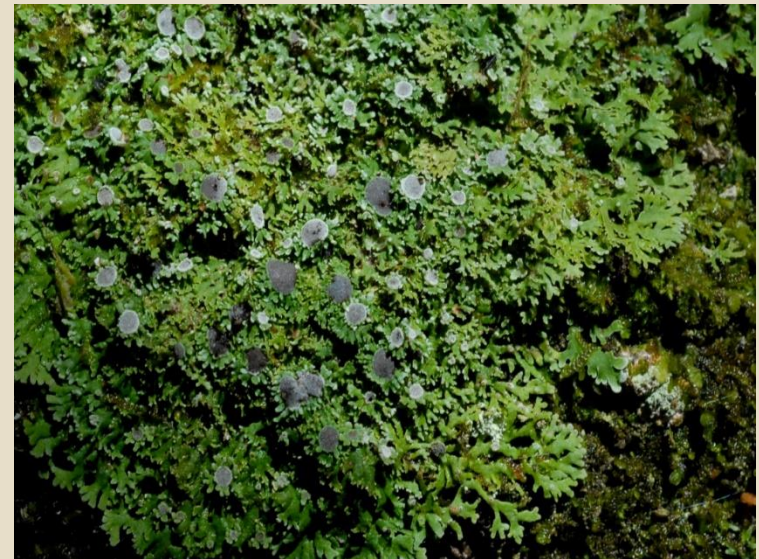


Theophraste (IV<sup>e</sup> avant J.C.)  
utilise pour la première fois le mot lichen pour désigner un végétal

Mais en réalité il s'agissait.... d'hépatiques



*Frullania dilatata* (hépatique)



*Physconia venusta*

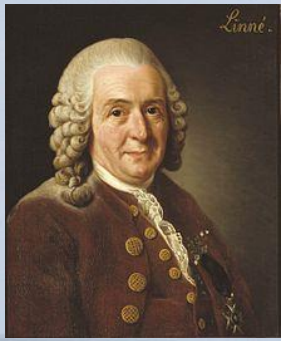


Pendant la Renaissance, les auteurs identifient les lichens avec les mousses et utilisent indifféremment les termes « *Muscus* » ou « *Lichen* »



Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708)

Distinction plus ou moins nette  
entre « *Muscus* » et « *Lichen* »  
(1694, 1698)



Linné (1707-1778)  
(300 espèces connues)

## Les lichens côtoient les algues

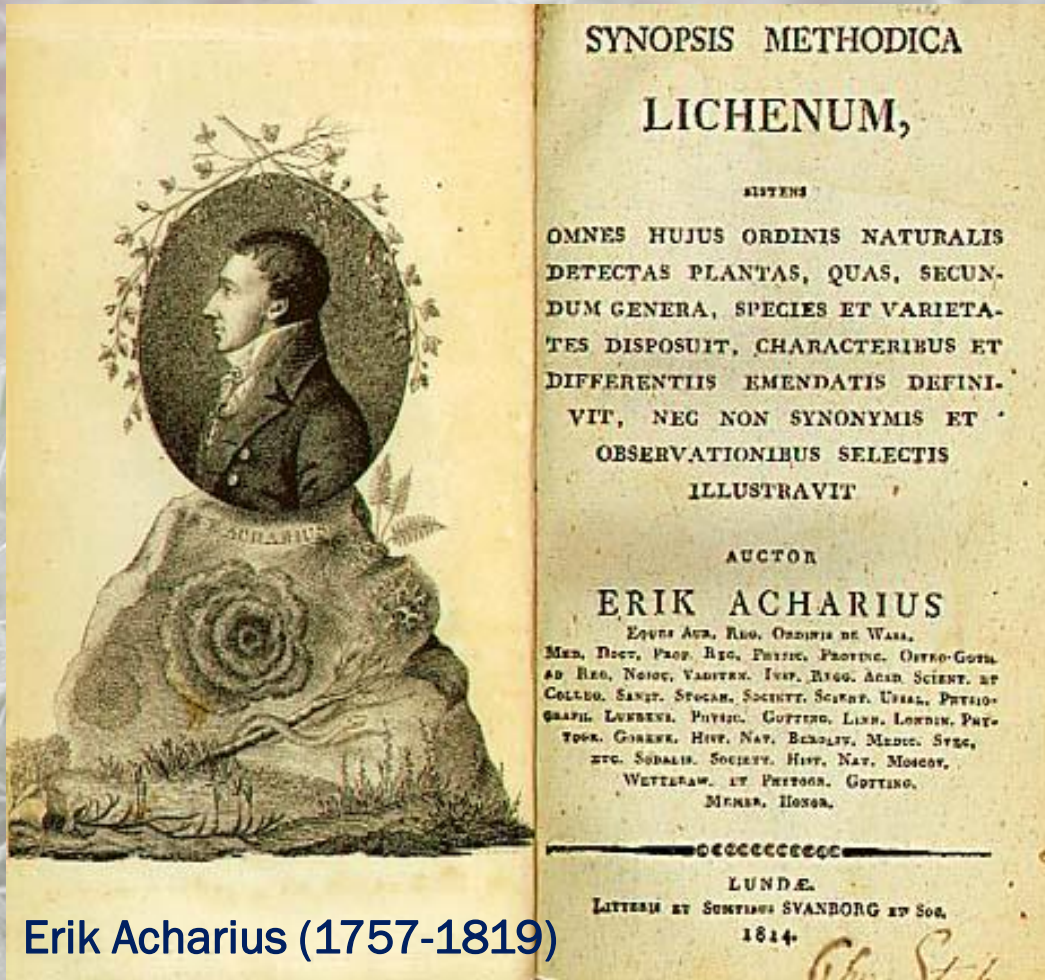
"rustici pauperimi", "les pauvres paysans du règne vegetal"



*Corallina officinalis* (algue)



*Rocella fuciformis* (lichen)

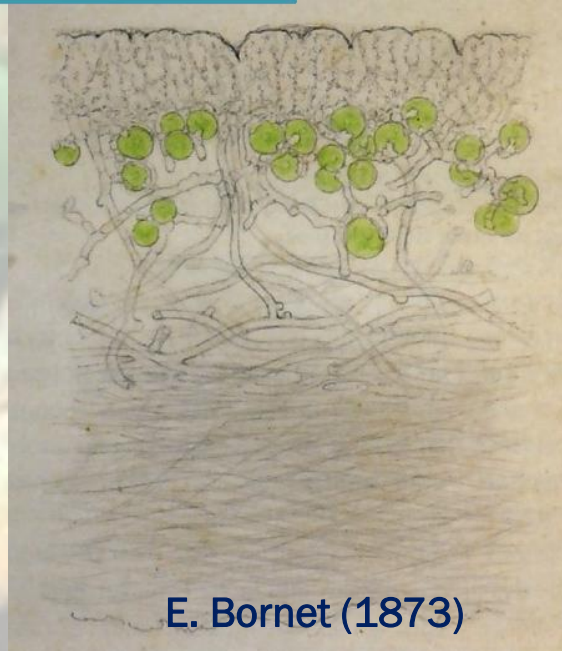


Erik Acharius (1757-1819)

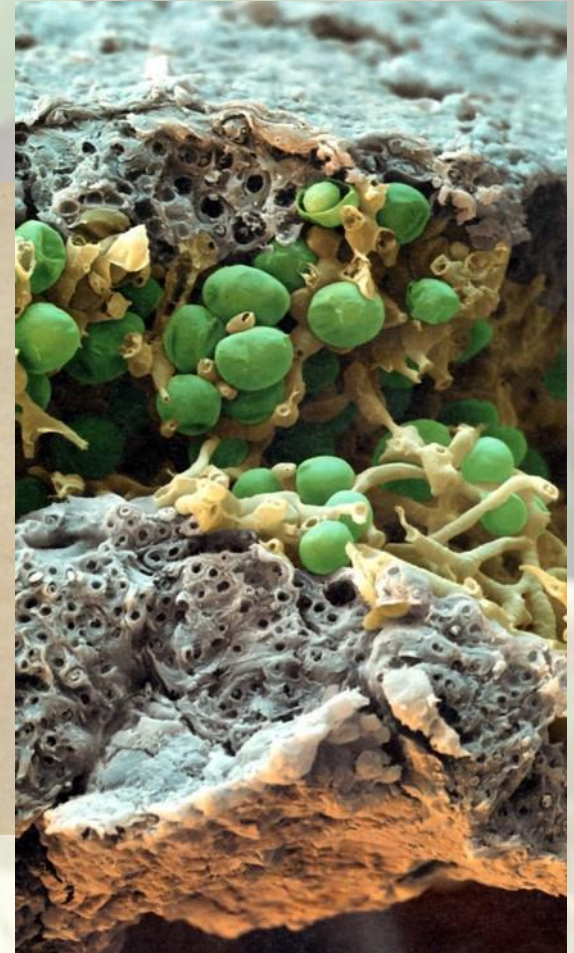
LICHENS !

Mais les lichens sont toujours considérés comme des organismes à part entière

1868 : Lichen = être double  
algue + champignon



E. Bornet (1873)



« une communauté entre un champignon Maître et une colonie d'algues esclaves que le champignon retient en perpétuelle captivité afin de lui fournir sa nourriture »

Simon Schwendener (1829-1919)



Anton de Bary  
(1831-1888)

« **symbiosis** »

„Die Erscheinung der Symbiose“  
à Strasbourg (1879)

Les lichens ont joué un grand rôle dans l'émergence du concept de la symbiose dans la communauté scientifique du XIX<sup>e</sup>



Edouard Van Beneden  
(1846-1910)

« **mutualisme** » (1875)

Inter-relations animales



Albert Bernhard Frank (1839-1900)

Zusammenleben

»**symbiotismus** » (1877)

## En résumé

« Le champignon fabrique une maison parfaitement adaptée à l'algue. Lui est le propriétaire, elle, la locataire... et le loyer se paie en monnaie sucrée »

### Une exosymbiose



Cortex  
supérieur

Couche  
algale

Médulle

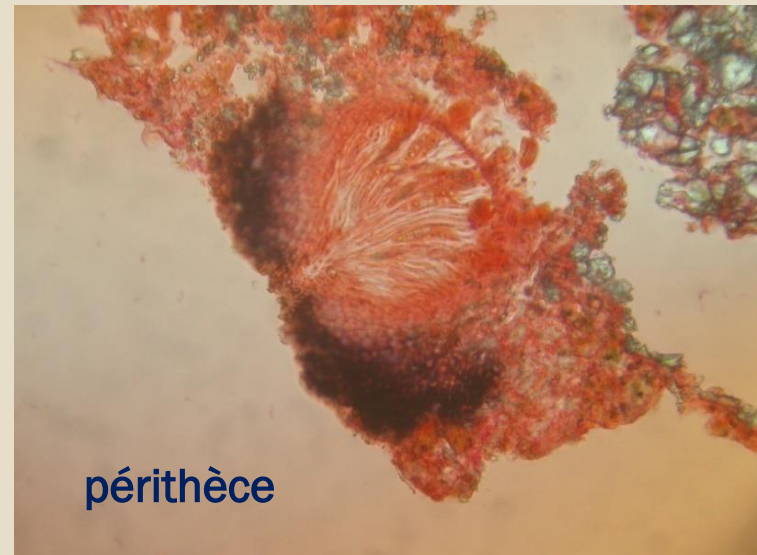
Cortex  
inférieur

# Pour 98% des lichens : le propriétaire, le mycosymbiote, est un Ascomycota

(45% des Ascomycota sont lichénisés)



apothécie



périthèce

Pour 2% des lichens : le mycosymbiote est un Basidiomycota



*Dictyonema pavonia* (Andes)



*Multiclavula mucida*

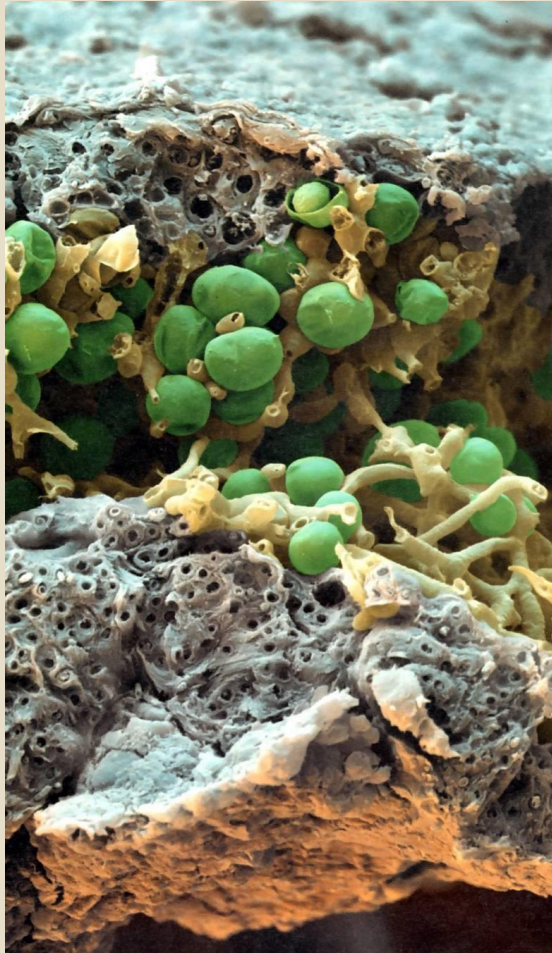


*Lichenomphalia hudsoniana*

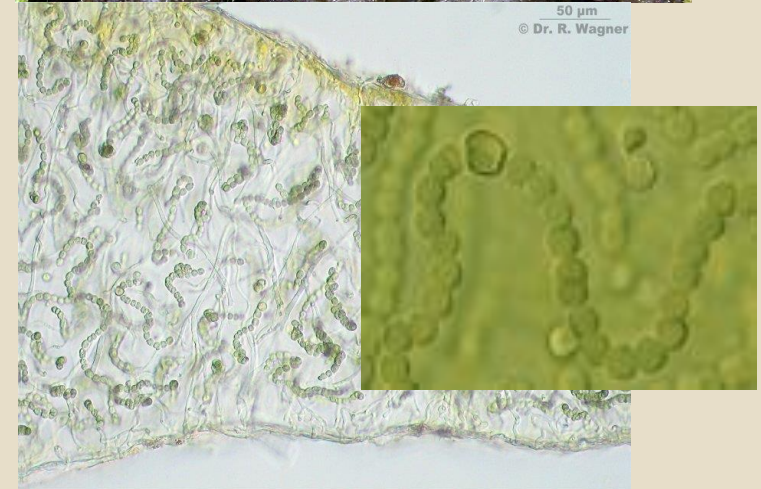




**Le locataire est le plus souvent une algue verte (Trébouxiales, Trentepohliales, Chlorococcales)**



**Mais le locataire peut aussi être une cyanobactérie (10% des lichens)**



Le lichen décide parfois de  
faire alliance à trois



*Peltigera aphthosa*



*Ricasolia amplissima*

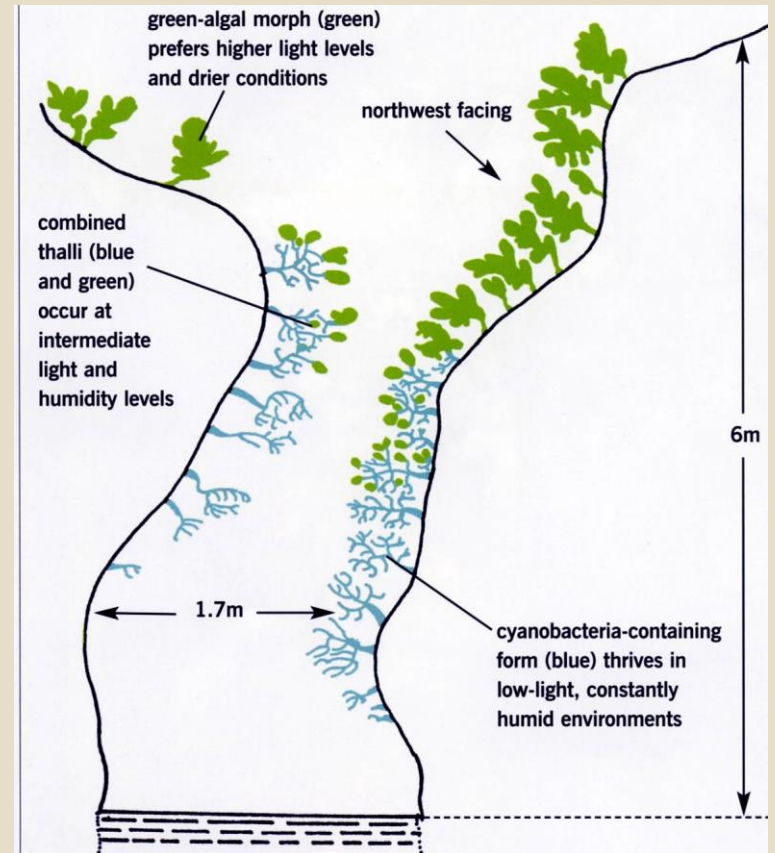


**Sticta canariensis (phycotype canariensis)**

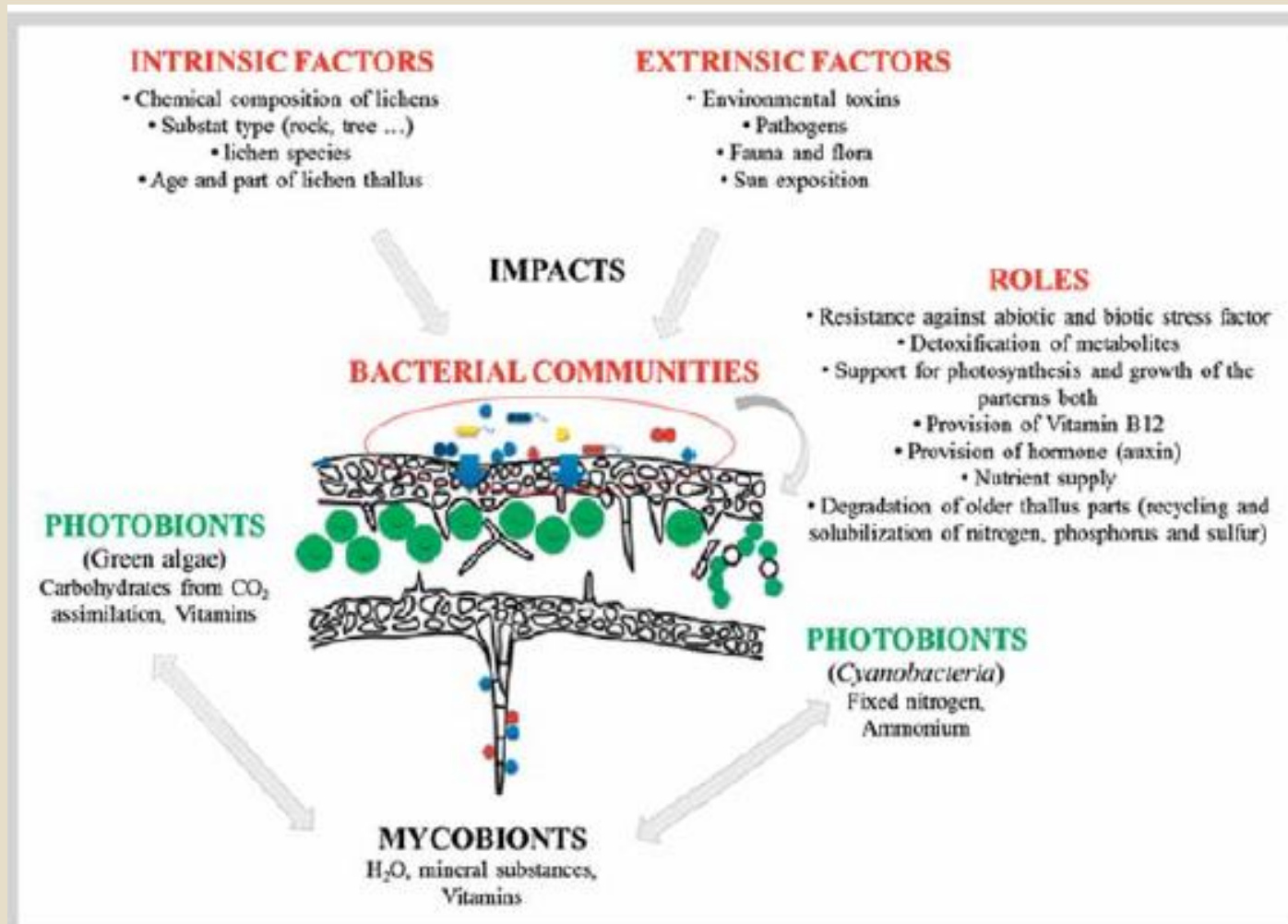


**Sticta canariensis (phycotype dufourei)**

## le choix du locataire influe sur l'architecture du thalle

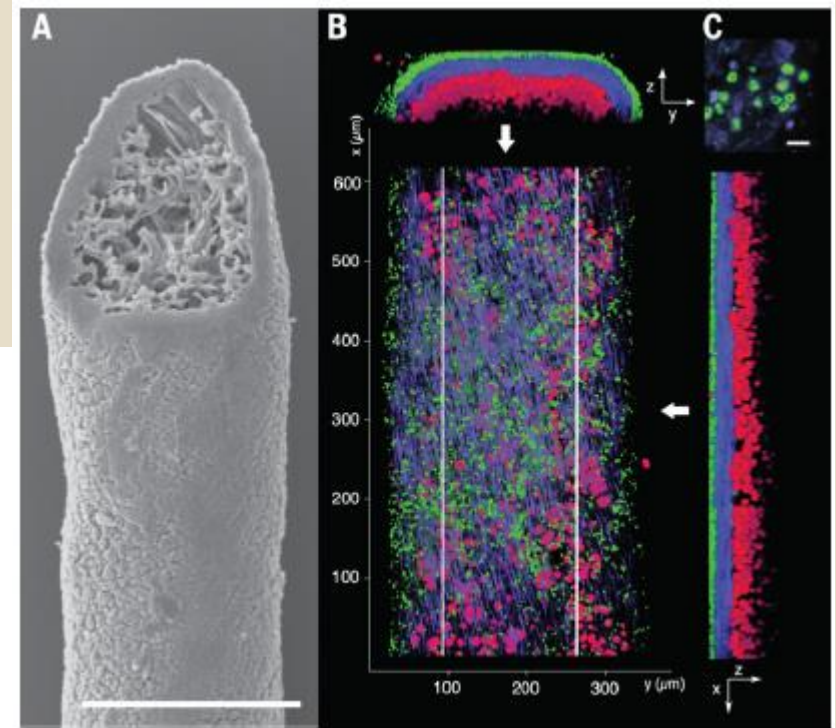
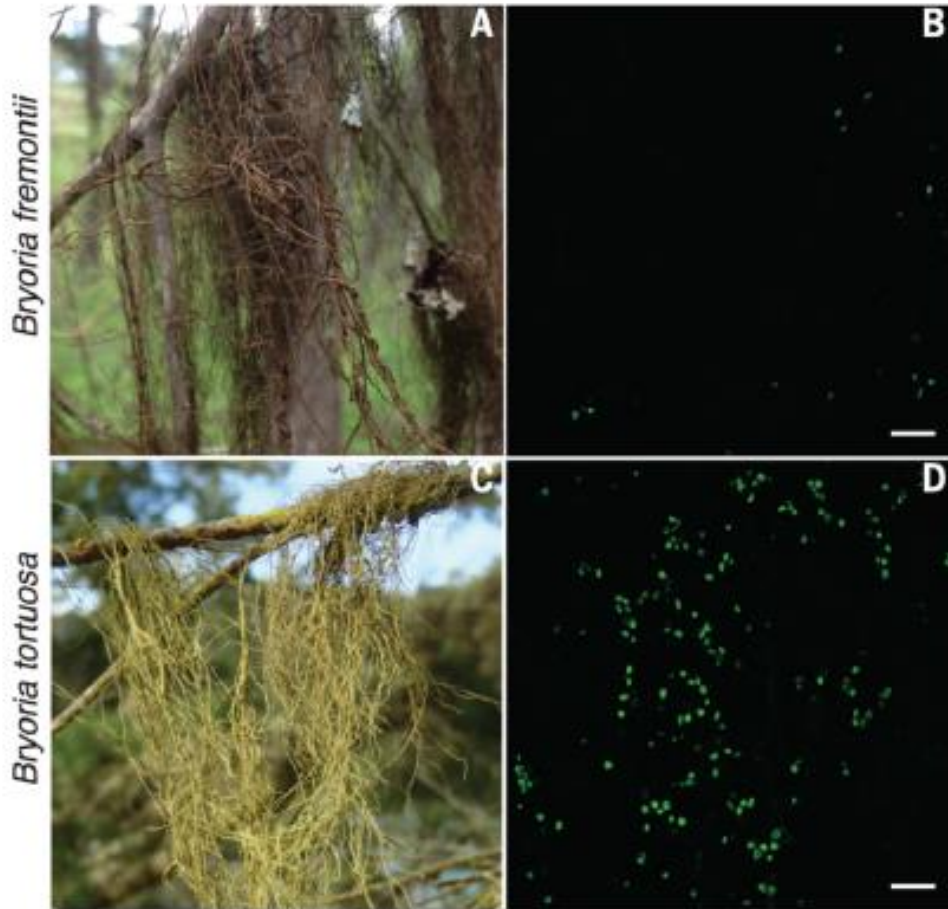


# À partir des années 2000, on constate que la « maison lichen » s'agrandit !



Spribille et al.  
Basidiomycete yeasts in the cortex  
of ascomycete macrolichens .

Science, 21 juillet 2016



*Cyphobasidium* (Cyphobasidiales)

Rôles ?

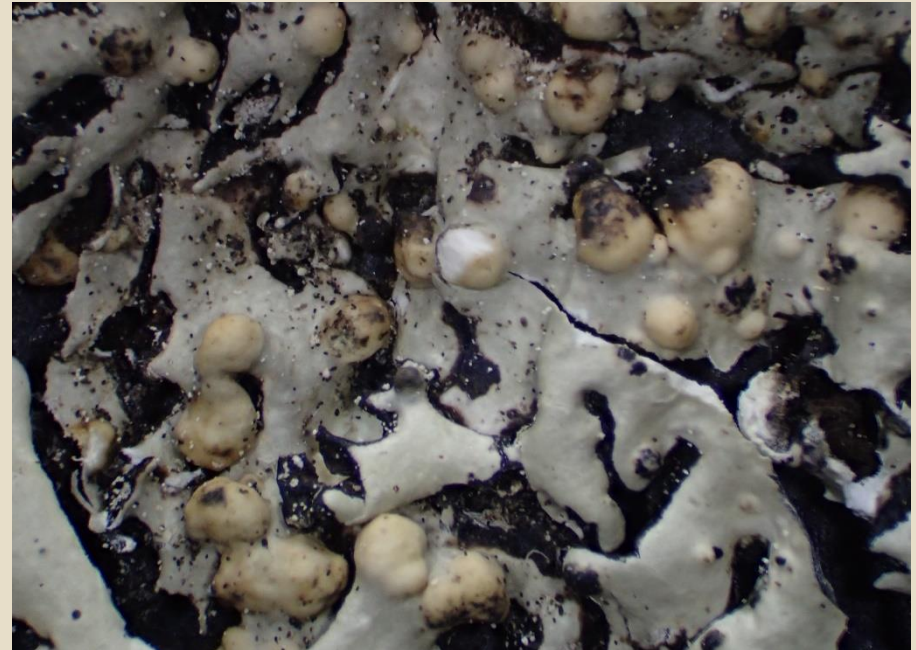
Production des métabolites  
lichéniques directement on  
indirectement

Implication pour cultures in vitro ?

**Sans oublier les lichens lichénicoles !**



**et les champignons lichénicoles !**



1896

« On sait bien qu'aujourd'hui que la formule « les Lichens sont des champignons vivant en symbiose avec des algues » est une assertion de pure fantaisie ou une calomnie. Il est abondamment prouvé que les Lichens constituent une noble et vénérable classe autonome de végétaux n'ayant rien de sérieusement commun ni avec les Champignons ni avec les Algues.

Texte publié par Nylander

(Les Lichens des environs de Paris)

2016

## LICHENS AS A CASE MODEL TO UNDERSTAND MULTI-SPECIES SYMBIOSES

Aschenbrenner et al.

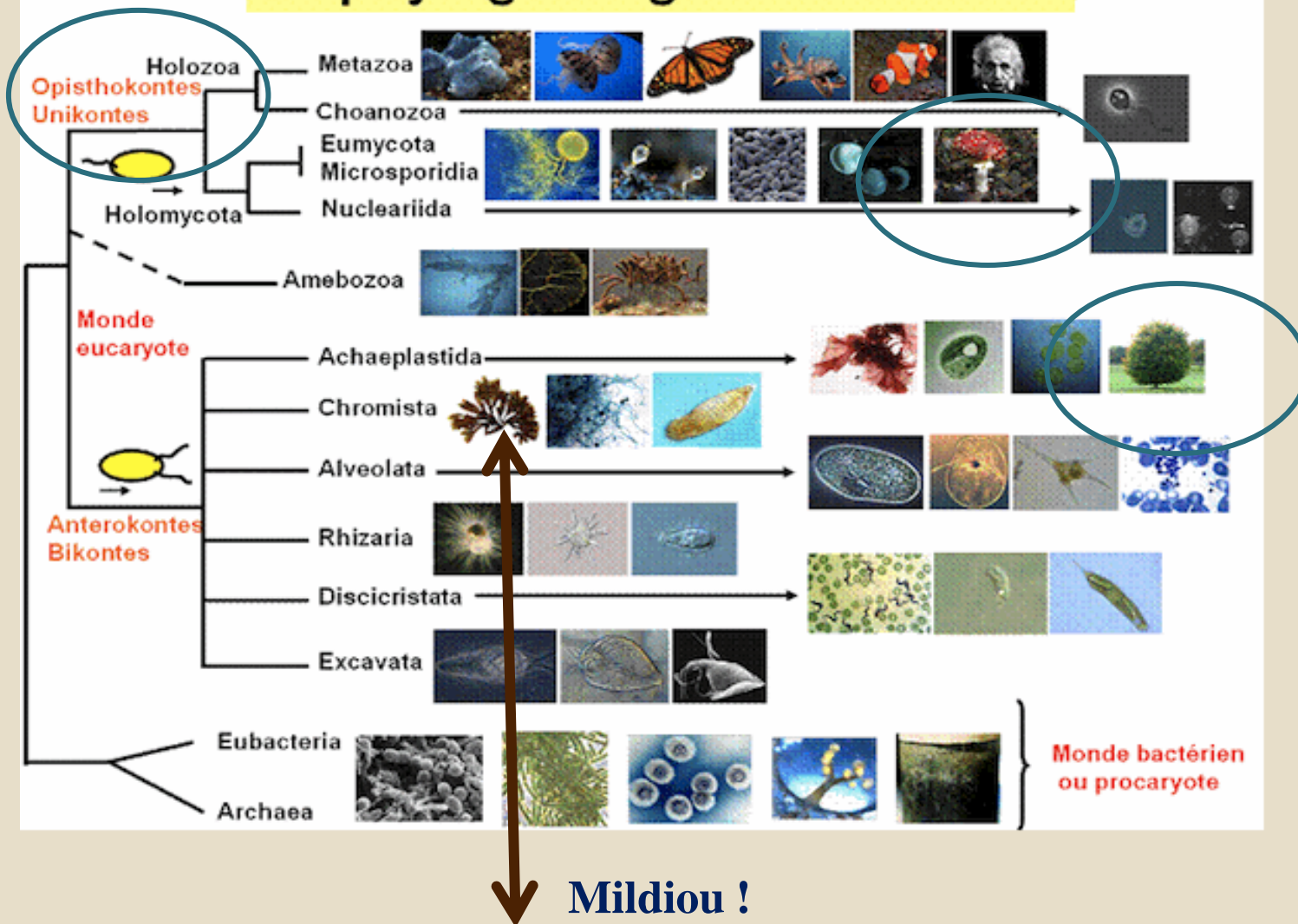
Frontiers in Microbiology

....beaucoup d'animaux ne correspondent pas à un seul individu unique, en dépit des apparences. Ce sont des ménageries ambulantes, des communautés d'organismes réunis par l'évolution pour vivre ensemble, pour le meilleur et le pire, dans la maladie ou la santé »

Attenborough, 1990 (In : M.-A. Selosse, 2000)

Les lichens sont actuellement inclus dans le règne fongique

## La phylogénie globale actuelle

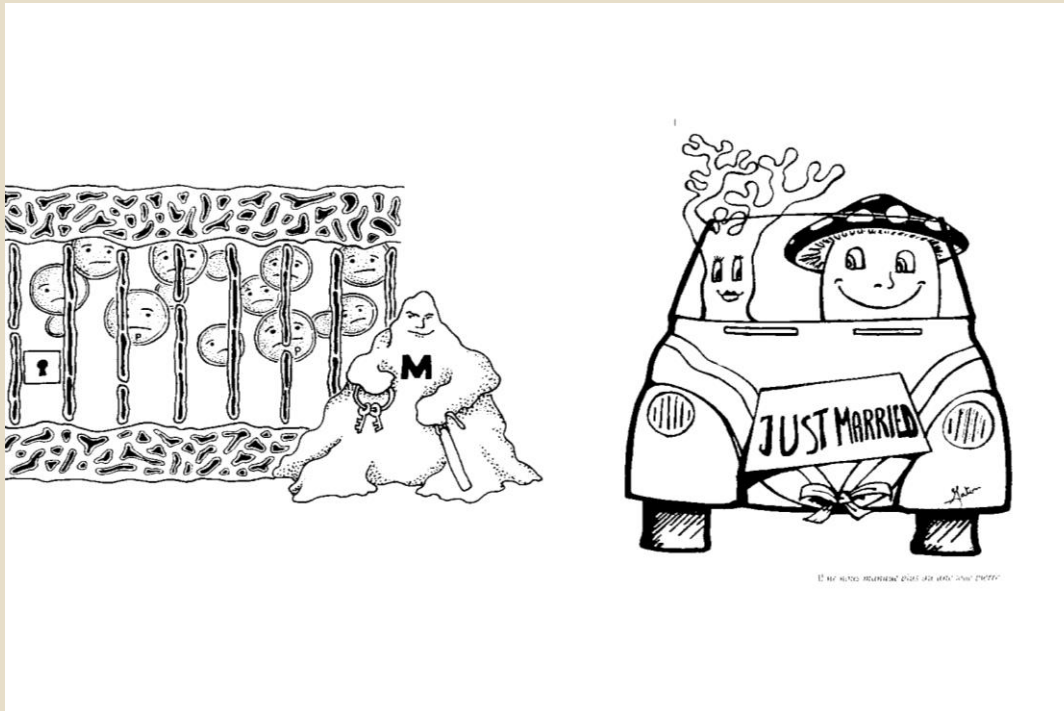




La symbiose lichénique ne se limite pas à une simple vie côte à côte ;

Les symbiotes montrent des particularités constitutives que n'ont pas leurs parents non symbiotiques ;

la symbiose lichénique est créatrice



# La symbiose lichénique est créatrice : le thalle lichénique

## Jeux de formes et de couleurs





# La symbiose lichénique s'accompagne de spécialisations physiologiques

Nature poïkilohydrique (reviviscence)

Absence de stomates

Aucun système vasculaire

Activité photosynthétique continue tout au long de l'année

Procédés efficaces de reproduction végétative

Résistance aux températures extrêmes

Résistance aux forts éclaircements

Adaptation aux milieux oligotrophes



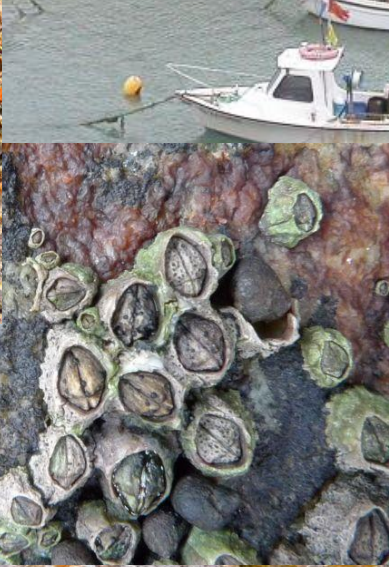
*Physconia distorta*

**« Sont-ils vraiment là ou ne les voyons-nous qu'en rêve ? On en revient à penser à une végétation du regard » – Pierre Gascar – Le Présage (1972)**

**Par leurs particularités structurales et physiologiques, les lichens ont un grand rôle dans la biosphère**



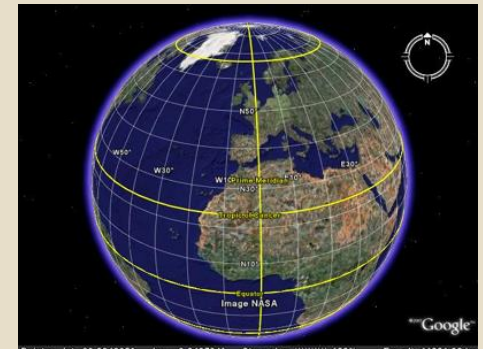
À toutes les altitudes



À toutes les altitudes



Barre des Ecrins (alt 4102m)



À toutes les latitudes

**Nephroma arcticum (Grand Nord Canadien)**



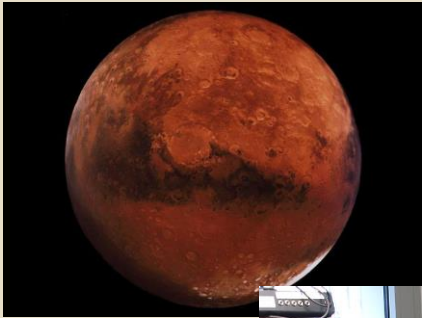
**Nephroma antarcticum (Patagonie)**



**Teloschistes capensis (Namibie)**



# Certains lichens ont résisté aux conditions régnant sur la planète Mars



*ophioparma ventosum*



**« les lichens ne se montrent vulnérables  
qu'aux modifications anormales du milieu  
(Pierre Gascar, 1972)**



Jardin du Luxembourg vers 1830

**« Comme les lichens donnent à leur manière, la mesure de la salubrité de l'air, et constituent (...) une sorte d'hygiomètre très sensible, j'ai cru utile de faire un relevé des espèces que j'ai notées dans cette promenade publique (....) Les marronniers de l'allée de l'Observatoire y sont remarquables par les nombreux lichens qui couvrent leurs écorces (.....) »**

**Cette circonstance autorise à affirmer que la partie du Luxembourg dont nous parlons est le lieu le plus sain de Paris »**

**W. Nylander ( communication Soc. Bot. France, 1866)**

Hawksworth, DL, Rose, F. - 1970: Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. - *Nature* 227: 145-148.

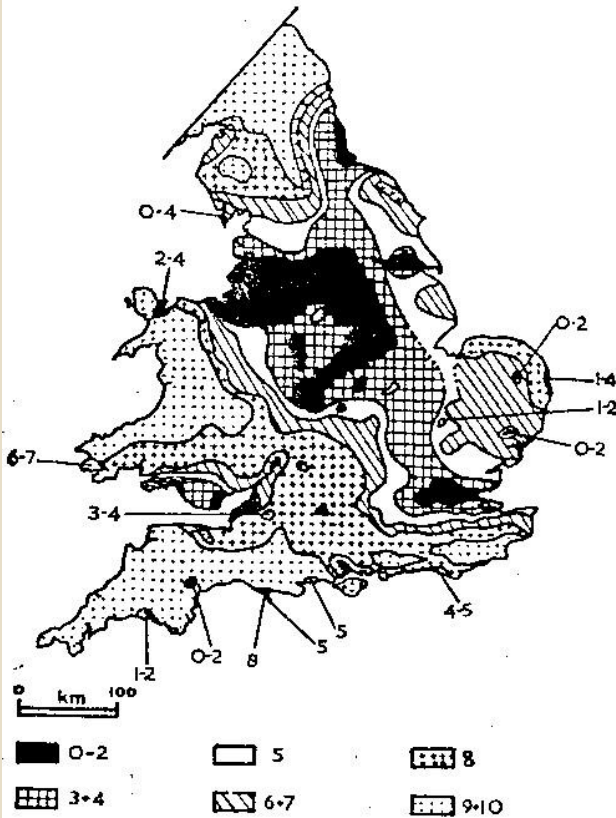


Fig. 1. Preliminary map showing the extent of air pollution in England and Wales based on the scale given in Table 1. See text for explanation.



**Norme  
NF X43-903**

Mai 2008

**AFNOR**  
Association Française  
de Normalisation

[www.afnor.org](http://www.afnor.org)

1er tirage

**X43-903**

Biosurveillance de l'environnement

**Détermination d'un indice biologique de lichens  
épiphytes (IBLE)**



**Biosurveillance de la qualité de l'air :  
AFNOR/T95AIR**

EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM

**FINAL DRAFT  
FprEN 16413**

September 2013

ICS 13.040.20

English Version

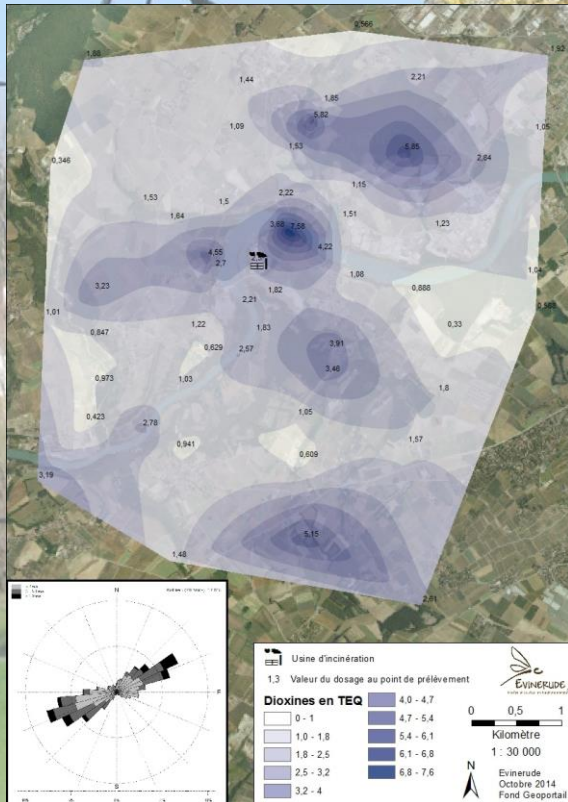
**Ambient air - Biomonitoring with lichens - Assessing epiphytic  
lichen diversity**

Air ambiant - Biosurveillance à l'aide de lichens - Evaluation  
de la diversité de lichens épiphytes

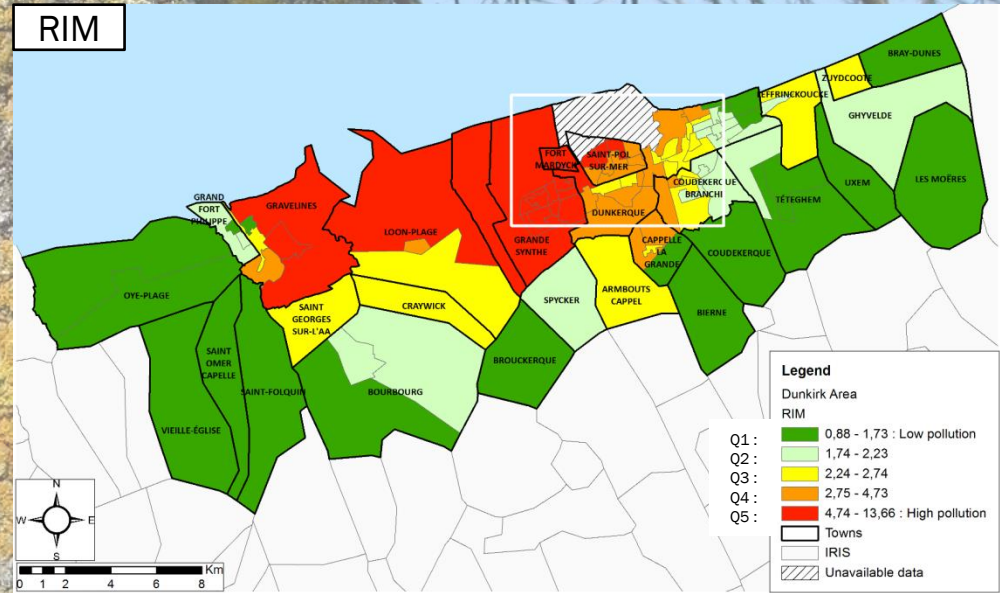
Außenluft - Biomonitoring mit Flechten - Kartierung der  
Diversität epiphytischer Flechten

# NF X43-904 Janvier 2013

Biosurveillance de l'air - Biosurveillance passive de la qualité de l'air à l'aide des lichens autochtones : de la récolte à la préparation des échantillons



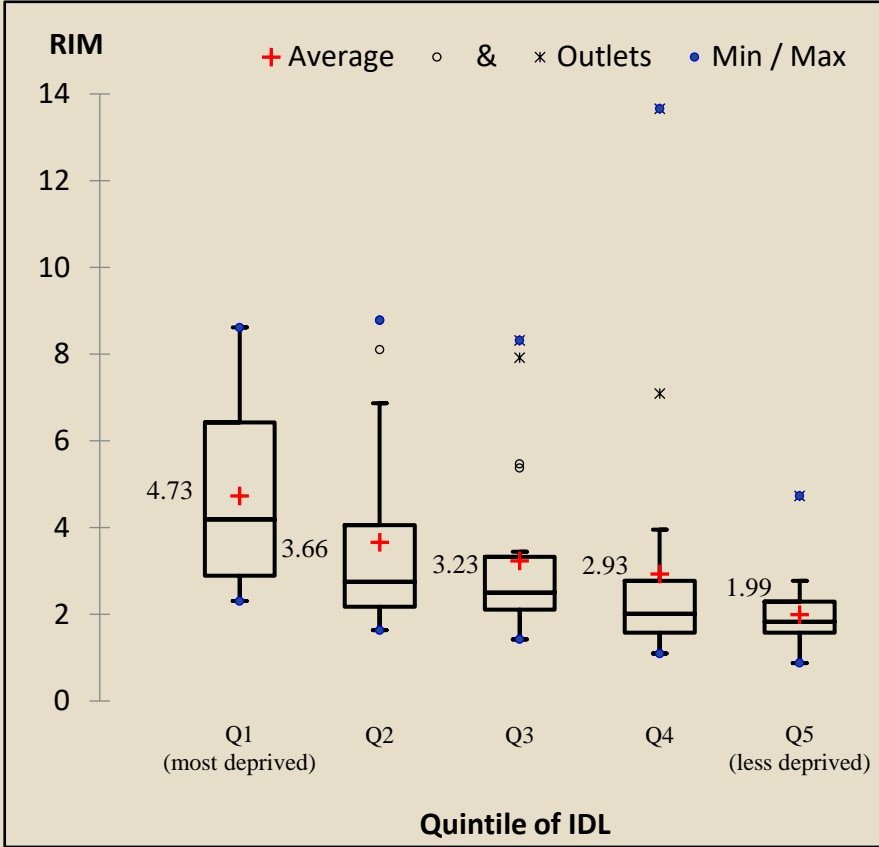
Dosages des dioxines



Dosages des éléments traces métalliques

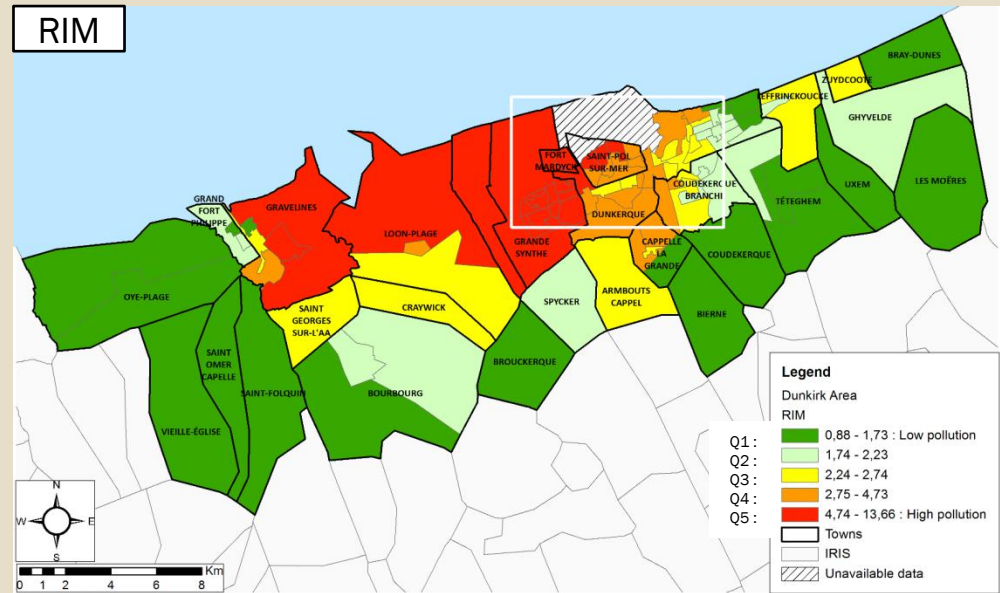
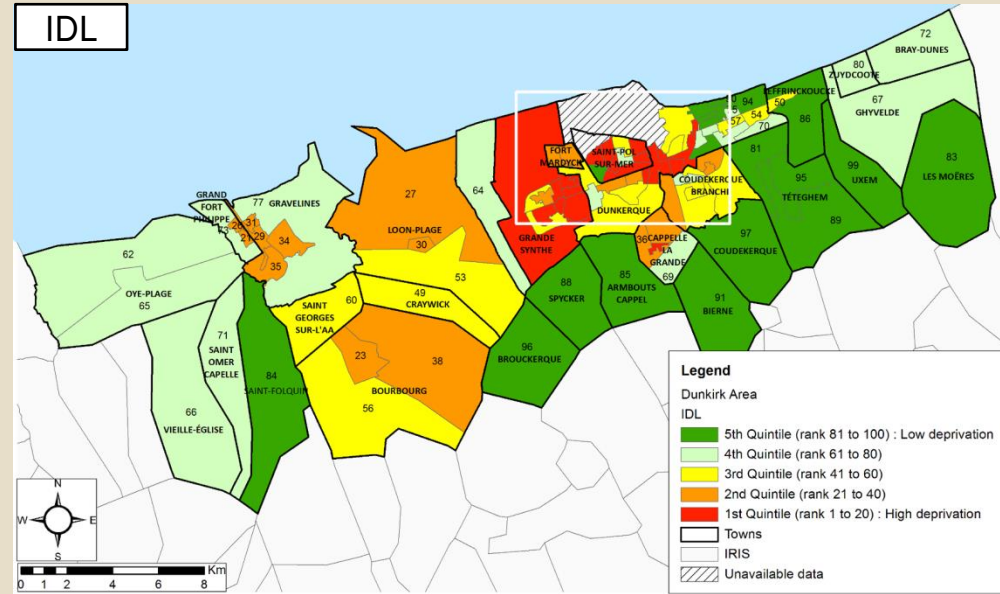
# Lien entre imprégnation métallique des lichens et défaveur sociale

## Corrélation RIM – IDL



➤ Spearman coefficient : -0.55  
( $p < 0.01$ )

**Liens IDL – RIM**  
Ocelli et al., 2014



Expansion des espèces « nitrophiles » :  
Perte de la biodiversité  
Banalisation des cortèges spécifiques



 **ARNICA MONTANA**

 **LPA**  
Laboratoire Pollution Atmosphérique

 **INRA**  
Institut National de la Recherche Agronomique

 **A.F.L.**

**APPRENEZ À ESTIMER  
LA QUALITÉ GLOBALE DE  
L'AIR À L'AIDE DE LICHENS**

**ASSOCIATION FRANÇAISE DE LICHENOLOGIE**  
Station biologique végétale - Route de la Tour Denecourt  
77300 FONTAINEBLEAU - [www2.ac-lille.fr/myconord/afl.htm](http://www2.ac-lille.fr/myconord/afl.htm)

**ARNICA MONTANA**  
35, rue Pasteur  
05100 BRIANÇON  
[arnica.montana@free.fr](mailto:arnica.montana@free.fr)  
[www.arnica-montana.org](http://www.arnica-montana.org)

**LABORATOIRE  
POLLUTION  
ATMOSPHÉRIQUE  
I.N.R.A. - NANCY**  
54280 Champenoux





## Changement global

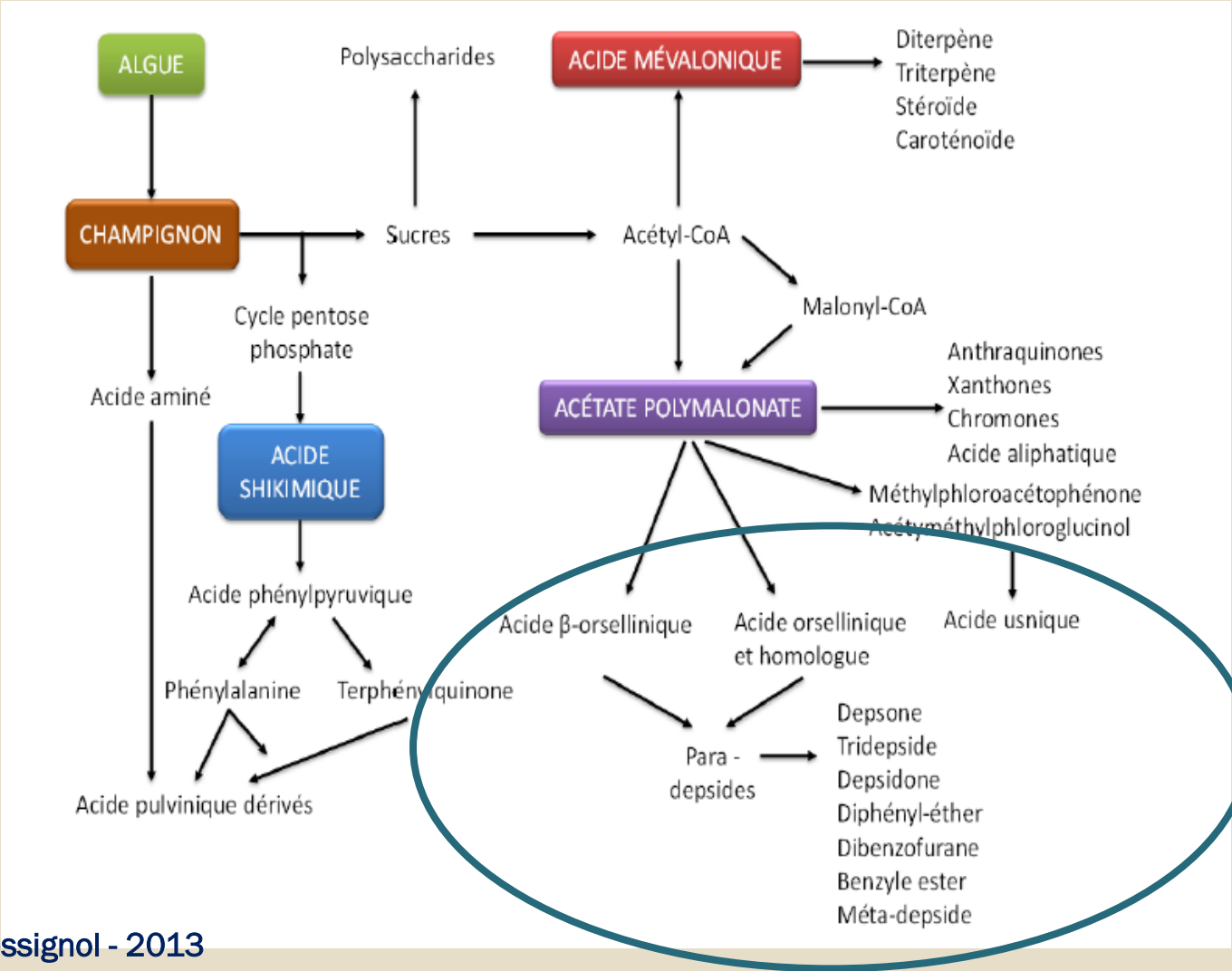


*Flavoparmelia soredians*

# la symbiose lichénique est créatrice : les substances lichéniques



# Plus de 1000 métabolites décrits

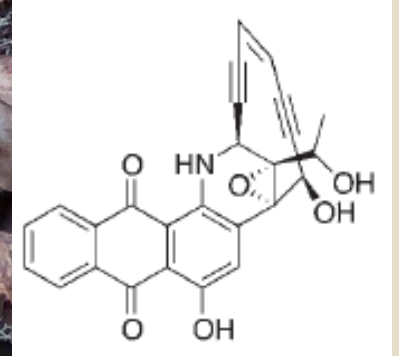


## **Des recherches actuelles de pointe sur les applications thérapeutiques des lichens**

**Propriétés les plus marquantes (aides phénoliques, polysaccharides) :  
anti-inflammatoires, immuno-modulatrices, antivirales,  
antitumorales, antiprolifératives et cytotoxiques**

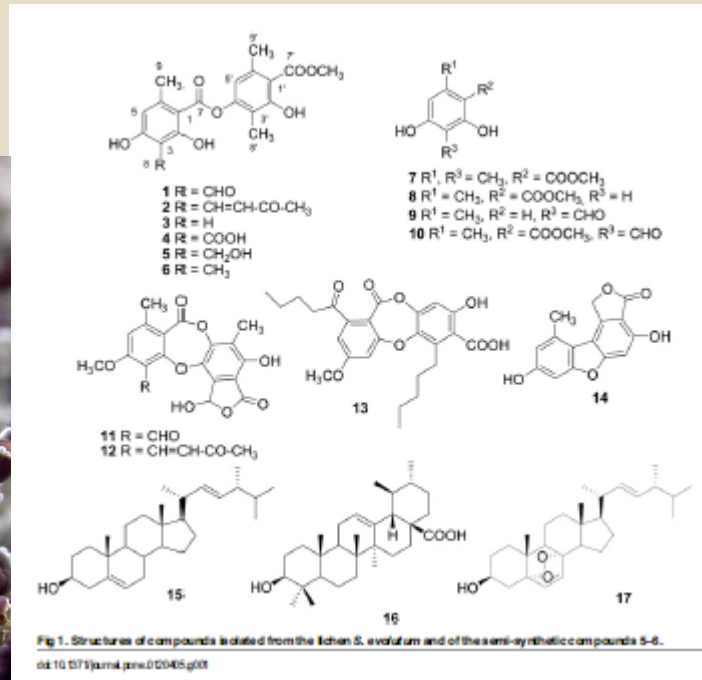
**Institut des Sciences Chimiques de Rennes (Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques – équipe de Joël Boustie) :**

**Extraction et identification des métabolites secondaires à partir des lichens. Leur potentiel photoprotecteur ou propigmentant est étudié en priorité mais d'autres activités (anti-inflammatoires, anticancéreuses, antibiotiques, neurotrophiques) sont étudiées notamment avec des plateformes de criblage ou des collaborations ciblées.**



Identification et synthèse de l'uncialamycine (énediynes),  
à partir d'un *Streptomyces* sp. associé au thalle de *Cladonia uncialis*

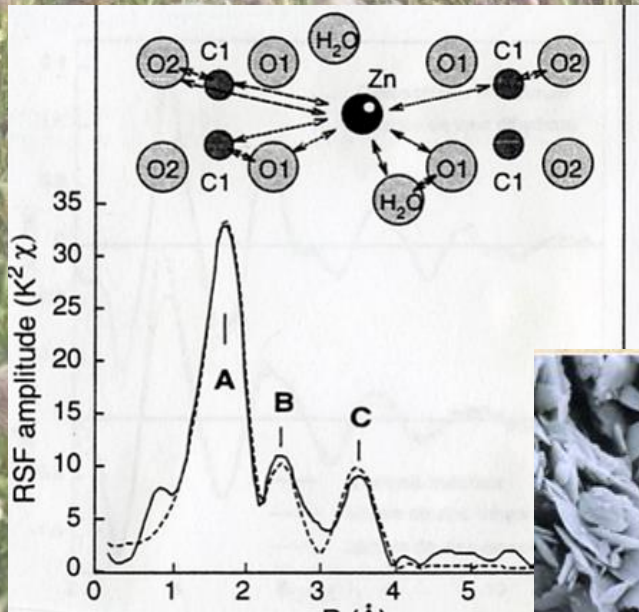
Parrot et al., 2016, *Planta Medica*



**Activité de l'atranorine et de ses dérivés isolés chez *Stereocaulon vesuvianum* contre le virus de l'hépatite C.**

Thi Uyen Vu et al. 2015 PLoS ONE, 10,3

## Chélation des éléments traces métalliques par les acides lichéniques



Tolérance de *Diploschistes muscorum* sur pelouses métallicoles :

✓ Oxalate de zinc dihydrate

✓ Oxalate de plomb monohydrate ou anhydre