

Les Rouilles

par Marcel Lecomte

Petit rappel de systématique :

Le règne des FUNGI se répartit en plusieurs divisions

- **DEUTEROMYCOTA** : pas de reproduction sexuée → conidies
- **GLOMEROMYCOTA** : pas de reproduction sexuée ; mycélium siphonné
- **CHYTRIDIOMYCOTA** : zoospores à un flagelle
- **ZYGOMYCOTA** : zygospores ; mycélium siphonné
- **ASCOMYCOTA** : ascospores ; hyphes septées
- **BASIDIOMYCOTA** : **basidiospores ; hyphes septées**

Au niveau de la systématique, elles sont rangées dans l'ordre des Urédinales.

Basidiomycètes	Homobasidiomycetidae (Gastéromycètes et Hyménomycètes) → baside non cloisonnée	Protoclavariales Gastérales Phallales Agaricales Astérosporales Bolétales Aphylophorales
	Phragmobasidiomycetidae (basides cloisonnées et spores secondaires)	Tremellales Auriculariales
	Hemibasidiomycètes (Téliomycètes) → basides cloisonnées ; parasites obligatoires des végétaux supérieurs	Ustilaginales (= Caries et Charbons) Urédinales (= Rouilles)

COMMENT RECONNAITRE une rouille sur le terrain ?

Confusions possibles :

- les pycnides des Deutéromycètes (exemples ci-dessous : *Phyllosticta convallariae* sur Sceau de Salomon, *Septoria astericola* sur *Aster* sp.)



- Les Mildious, qui appartiennent au règne des CHROMISTA, et ne sont pas des champignons, car ils ont des spores biflagellées et une paroi cellulosique. Les Mildious et les Oomycètes sont des algues unicellulaires qui ont perdu leurs chloroplastes et sont devenues ainsi des parasites obligés des plantes.

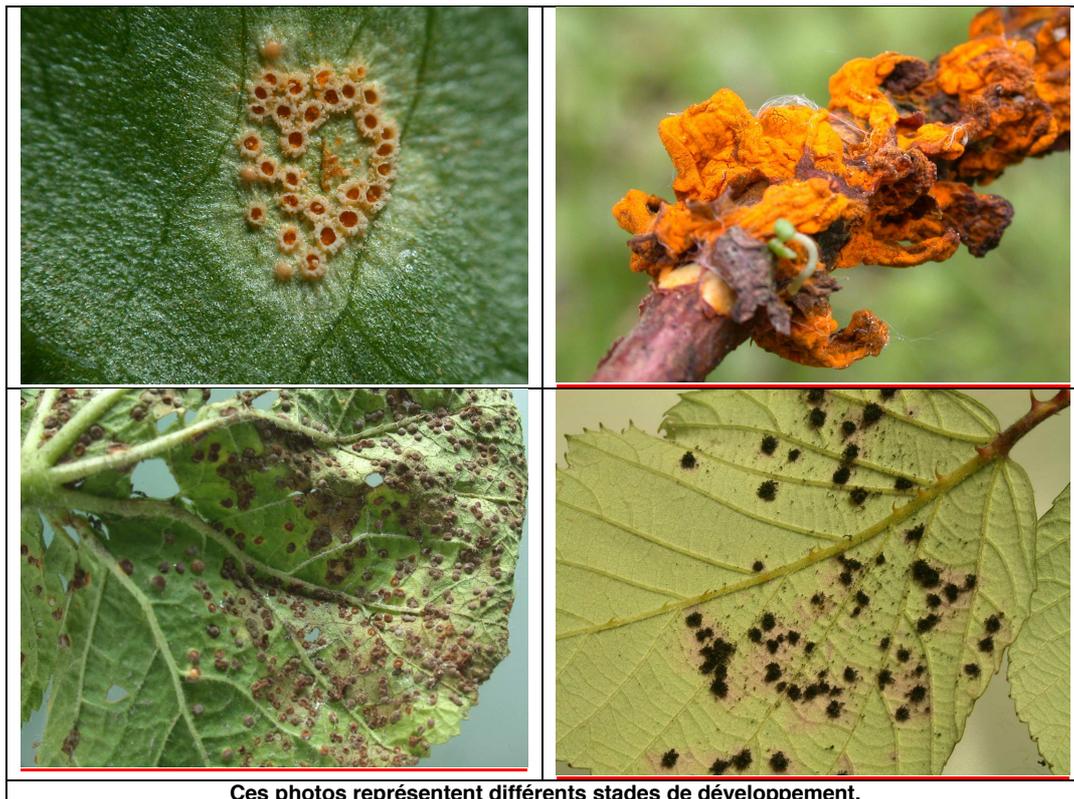
- Les Oïdiums (ou Erysiphacées), qui se caractérisent par un feutrage blanchâtre, et la présence lors de la phase de reproduction de cléistothèces, remarquables par la présence de fulcres aux extrémités diversement ornementées.



Voici un des plus courants : *Microsphaera alphitoides* sur feuille de *Quercus* sp.

- Ne pas se laisser abuser non plus par les gales provoquées par des larves d'insectes (une des plus connues est le Bédégar du rosier), ou encore par les taches provoquées par des virus (comme la Mosaïque du tabac) ou de simples nécroses.

Voici à quoi ressemblera une rouille :



Ces photos représentent différents stades de développement.

Une notion très importante :

Une rouille peut être **autoxène**, c'est-à-dire qu'elle effectue tout son cycle de développement sur **la même plante** (comme *Phragmidium tuberculatum* sur le rosier, ou encore *Puccinia albescens*, sur la moscatelline, *Adoxa moschatellina*.)

Mais très souvent, elle sera **hétéroxène, c'est-à-dire qu'elle doit effectuer son cycle de développement sur deux plantes différentes...**

Quelques exemples :

- La rouille noire des graminées, *Puccinia graminis*, se présente, aux stades 0 et I, sur l'épine-vinette, *Berberis vulgaris*, et aux stades II, III et IV sur le froment.
- *Tranzhelia pruni-spinosae* qui se développe d'abord sur l'anémone sylvie et ensuite passe sur divers *Prunus*.
- La rouille grillagée du poirier, *Gymnosporangium sabinae*, est en 0 et I sur le poirier et en III et IV sur divers genévriers, sur lesquels elle produit, au printemps, de remarquables protubérances orange. Chez cette espèce, le stade II (urédospores) fait défaut. Le cycle est donc normalement incomplet.
- La rouille du peuplier, *Melampsora populnea*, est, en 0 et I, sur le pin sylvestre et, en II, III, IV, sur le peuplier.
- Une rouille du rosier, *Phragmidium mucronatum*, autoxène, possède de remarquables téléutospores pédicellées à 6 ou 7 cellules.
- Chez la rouille du géranium, *Puccinia pelargonii-zonalis*, on ne connaît que les stades II à IV, les écidies étant soit inexistantes, soit éventuellement présentes sur des plantes avec lesquelles on n'a pas établi de relation.

A. Le CYCLE de DEVELOPPEMENT d'une ROUILLE

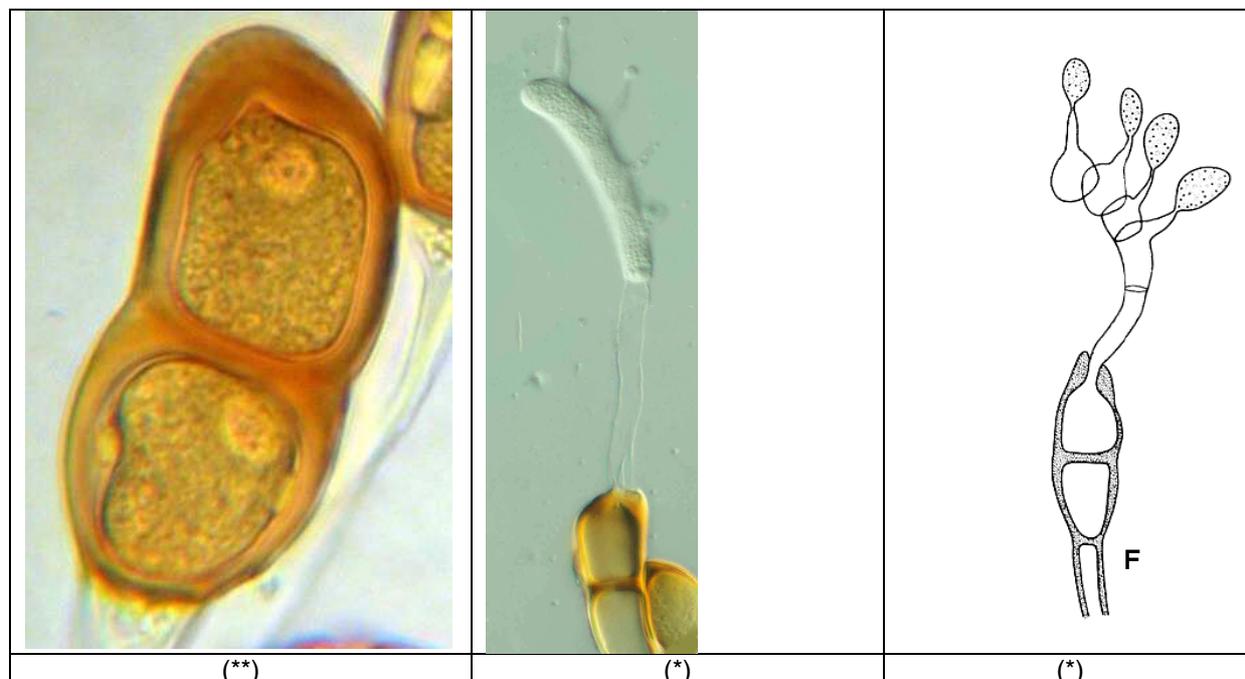
Stade IV (quasi jamais mentionné)



(**)

Une SPORE « spécialisée » se détache de son support (nous donnerons son nom plus loin)

- Cette spore est très résistante (paroi épaisse et pigments foncés)
- Elle passe l'hiver sur le sol
- Germination des « n » loges (probasides) et naissance de « n » mycéliums
- Différenciation d'une baside cloisonnée en 4 articles → stérigmates → basidiospores externes, qui vont germer



Hôte A :

Stade 0 ou S :

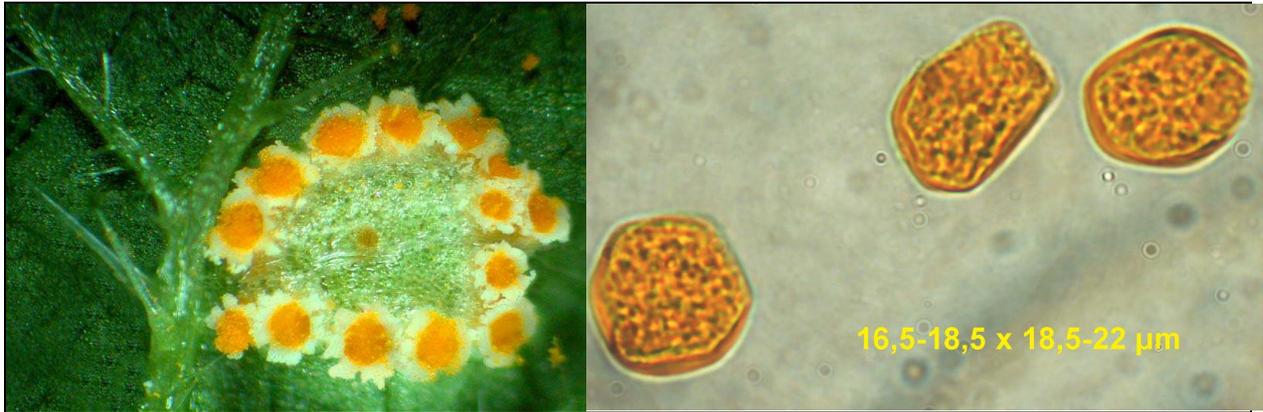
Chaque **BASIDIOSPORE** (issue d'un stade IV) **germe au contact de l'hôte (feuille)** sur lequel elle est transportée par le vent, la pluie ou les insectes ; et après infection, le champignon provoque l'apparition d'une macule foliaire :

- → **formation d'un filament mycélien haploïde ($1n$, + ou -)** dérivant directement de la basidiospore infectante.
- → **formation de spermogonies odorantes (conceptacles) et de spermaties** (de polarité **$n+$ ou $n-$**), ainsi que de **proécidies**
- → **capture d'une spermatie de polarité opposée par une hyphe flexueuse (appelée trychogyne)** : les insectes interviennent particulièrement et efficacement grâce à l'odeur générée par la spermogonie.
- → **l'hyphe véhicule le noyau jusqu'à la proécidie**
- → **formation d'un œuf (zygote) dicaryote (noyaux séparés dans le même cytoplasme)** qui va germer sur l'espèce **A**, et, sauf transport par les insectes ou le vent, sur le même individu.

Stade I :

Le ZYGOTE se développe rapidement :

- → La rencontre de deux mycéliums de valence sexuelle différente induit la formation, souvent sur l'autre face d'une feuille, de réceptacles appelés **écidies (apparition très rapide au printemps)**
- → **les écidies vont générer des écidiospores monoculaires et grossièrement ornementées** ; leur particularité est de posséder, non pas un noyau diploïde, mais bien deux noyaux haploïdes ($n + n$). C'est la dicaryophase
- → présence d'un **péridium qui joue un rôle de protection (parfois simples paraphyses)**
- → **germination sur même espèce (Aut.) ou espèce très différente (Hét.)**



C'est ici que va intervenir le changement d'hôte pour les espèces HETEROXENES. Pour les espèces AUTOXENES, le cycle continue sur le même individu.

Hôte A ou B :

Stade II :

L'écidiospore germe sur la plante et se développe rapidement :

- → production d'un mycélium
- → formation rapide d'un urédosore (aussi appelée urédie ou sore) contenant des urédospores monoloculaires et grossièrement ornementées, parfois avec un stipe fugace, toujours à $n + n$ chromosomes
- → présence d'un ou de plusieurs pores germinatifs
- → germination des urédospores et généralisation de l'infection. Ces urédospores sont des agents de dispersion de la maladie sur l'espèce.
- → germination des urédospores et production d'un mycélium à téléutosores (aussi appelées télies ou sores)



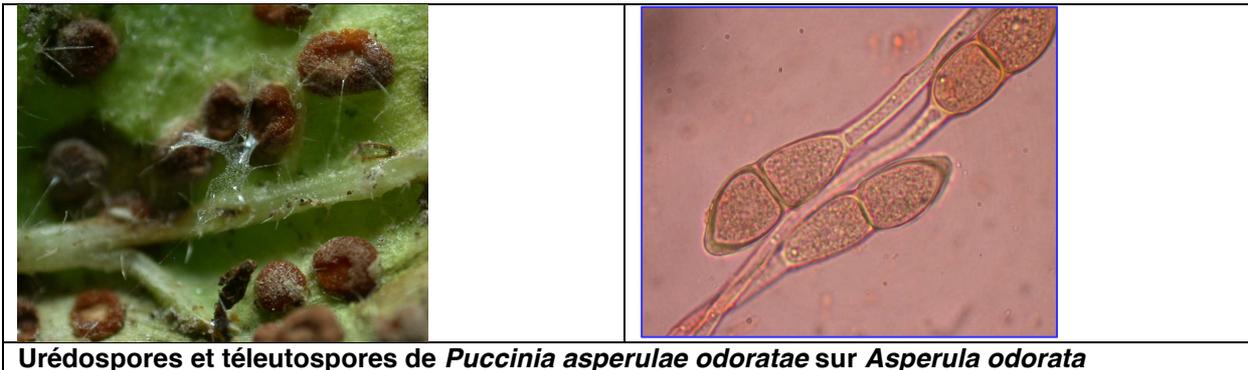


(**)

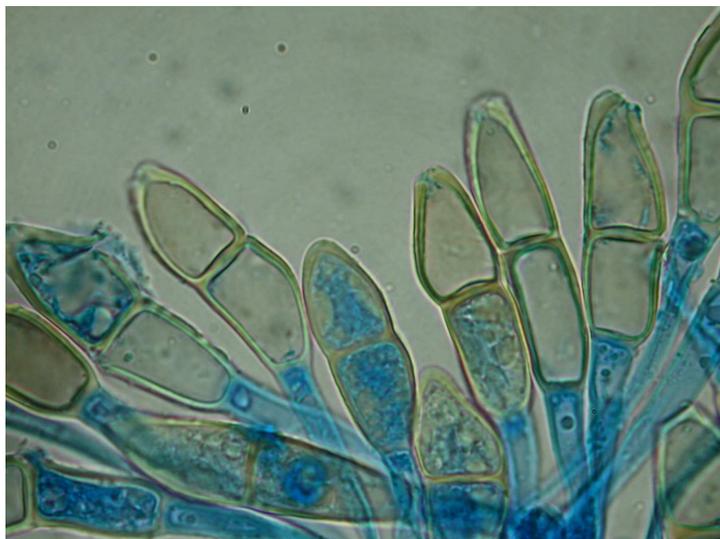
Stade III :

L'urédospore va germer :

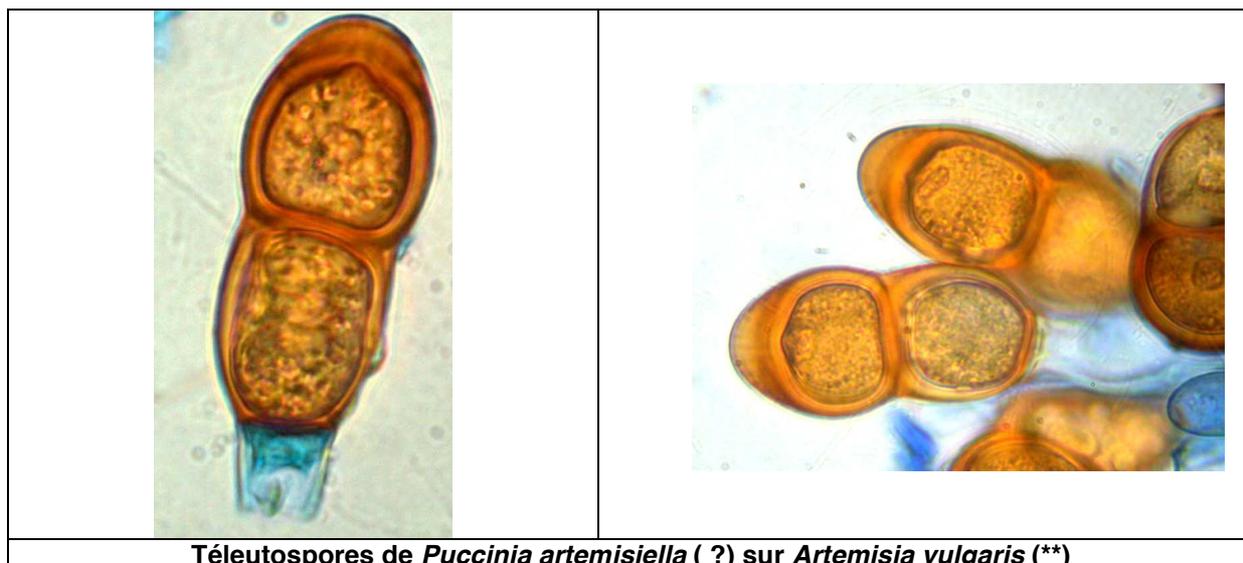
- → production d'un mycélium
- → formation de téléutosores sous l'épiderme (pustules, coussinets, cornicules) qui vont générer des spores particulières
- → téléospore avec stipe hyalin et probasides (1 ou plusieurs) : les deux noyaux haploïdes vont s'unir pour donner un zygote diploïde (2n). C'est la fin de la dicaryophase.
- → Ces téléutosores peuvent être uni- ou pluricellulaires, d'où la **présence d'un ou de plusieurs pores germinatifs (chaque probaside a un pore germinatif)**. Dans le cas des *Puccinia*, par exemple, elles sont bicellulaires.
- → **paroi à haute résistance, car c'est une spore hivernale**



Urédospores et téléutosores de *Puccinia asperulae odoratae* sur *Asperula odorata*



Téléutosores sur *Alchemille* sp.



Téleutospores de *Puccinia artemisiella* (?) sur *Artemisia vulgaris* (**)

Stade IV :

Une TELEUTOSPORE se détache du téléutosore : chacune des cellules (loges) va germer en formant un court mycélium, la probaside, dans lequel le noyau se divise, par méiose, en quatre noyaux haploïdes, et qui devient une baside cloisonnée. Chaque élément produit une *basidiospore*, qui ne sera pas contaminante pour l'hôte **B**, mais bien pour l'espèce **A**. Le cycle est bouclé.

L'ordre des Urédinales compte actuellement 15 familles dont les plus connues sont les Mélampsoracées, à téléutospores sessiles, et les Pucciniacées, à téléutospores pédicellées.

La plupart des photos de cet article sont des réalisations personnelles, sauf (*) qui ont été empruntées sur le net, et (**), qui sont de D. Deschuyteneer.

L'étude des rouilles se révèle assez facile, car le matériel d'herbier se conserve aisément et les téléutospores notamment se reconnaissent parfaitement après parfois plus de 150 ans de séjour en mycothèque.

Les clés de détermination des rouilles sont basées sur l'identification de la plante hôte, et cela nécessite une bonne formation de botaniste.

BIBLIOGRAPHIE consultée :

- | | |
|----------------------------------|--|
| ALBOUY & DEVERGNE | <i>Les maladies à virus des plantes ornementales</i> |
| COLLECTIF | <i>Guide pratique de défense des cultures</i> |
| DELACROIX & MAU-BLANC | <i>Maladies parasitaires des plantes cultivées</i> |
| GUYOT A. L. | <i>Les urédinées, ou rouilles des végétaux, (tome 1 genre <i>Uromyces</i>)</i> |
| GUYOT A. L. | <i>Les urédinées du globe, tome 1 (recueil d'études de divers auteurs)</i> |
| GUYOT A. L. | <i>Les urédinées du globe, tome 2 (recueil d'études de divers auteurs)</i> |
| GUYOT A. L. | <i>Les rouilles des légumineuses</i> |
| GUYOT A. L. | <i>Les rouilles des centaurées (Uredineana volume vi, pp. 59-160)</i> |
| KIFFER & MORELET | <i>Les deutéromycètes</i> |
| MANGIN LOUIS | <i>Parasites végétaux des plantes cultivées, tome 1</i> |
| MANGIN LOUIS | <i>Parasites végétaux des plantes cultivées, tome 2</i> |
| MONTAGNEUX & TRACOL | <i>Les maladies des plantes ornementales</i> |
| PEETERS GUSTAVE | <i>Maladies et ennemis des plantes horticoles</i> |
| VIENNOT-BOURGIN | <i>Mildious, Oïdiums, Caries, Charbons, Rouilles des plantes de France (tomes 1 & 2)</i> |

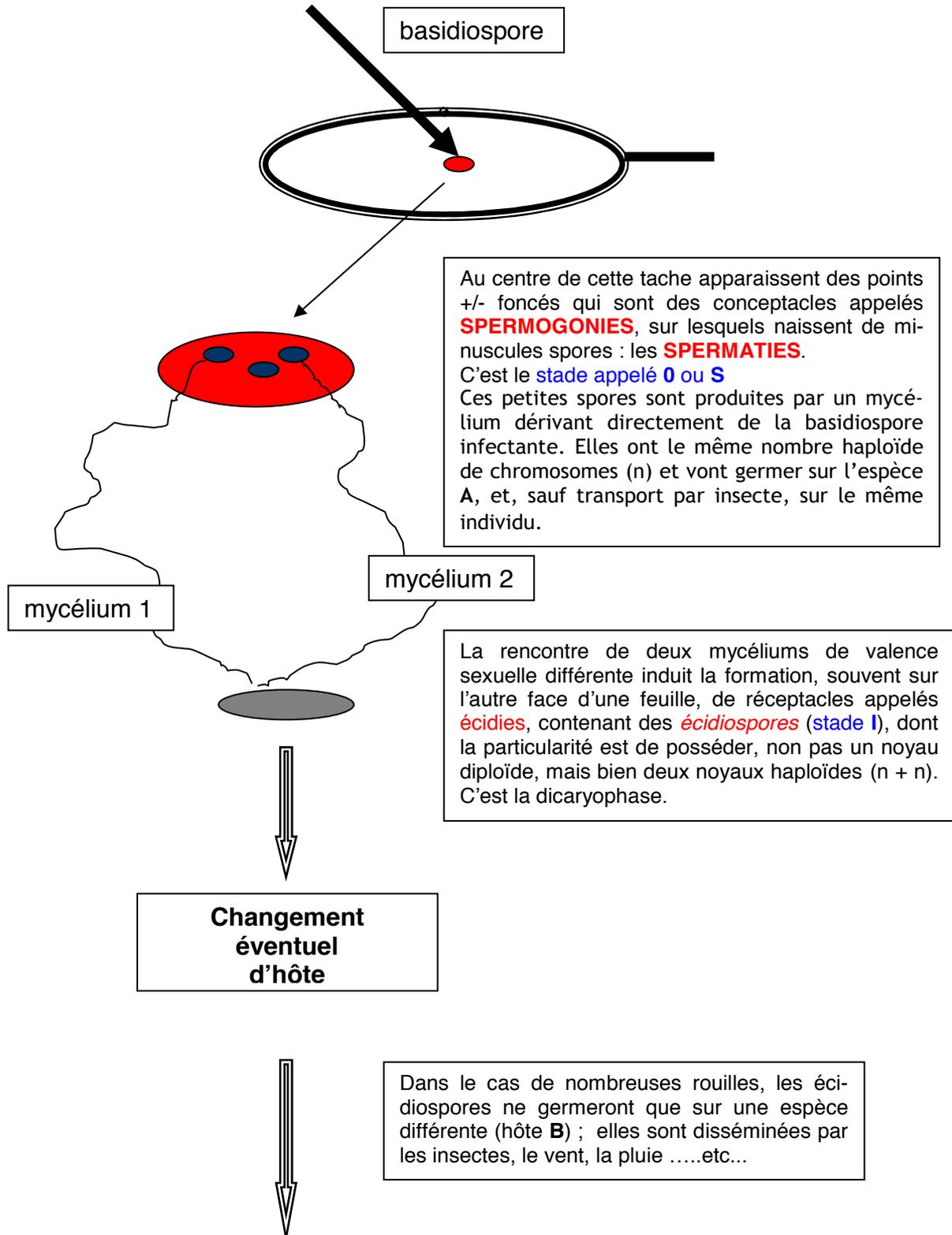
- VIENNOT-BOURGIN** *Les champignons parasites des plantes cultivées (tome 1)*
VIENNOT-BOURGIN *Les champignons parasites des plantes cultivées (tome 2)*
VIENNOT-BOURGIN *Les champignons parasites des arbres fruitiers à noyau, tome 2*
VIENNOT-BOURGIN *Les champignons parasites des arbres fruitiers à pépins, tome 1*
VANDERWEYEN ARTHUR Textes divers et aide permanente, dont nous avons la chance de bénéficier, suite à sa très grande expérience en ce domaine



A gauche : téléospore de *Puccinia sp.* sur *Artemisia vulgaris*
Au dessus à droite, téléosores sur feuilles d' *Artemisia vulgaris*
En dessous à droite, urédospores
 Photos : Daniel Deschuyteneer, avril 2006

B. Autre manière de présenter le SCHEMA du CYCLE de DEVELOPPEMENT complet d'une ROUILLE

Hôte A : une basidiospore vient germer sur la plante et après infection, le champignon provoque l'apparition d'une macule foliaire.



Hôte B :

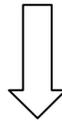
une écidiospore vient germer sur la plante et après infection, la maladie se traduit d'abord par la formation d'**urédies** ou **sores** d'**urédospores**, toujours à $n + n$ chromosomes. Ces urédospores sont des agents de dispersion de la maladie sur l'espèce **B**.

Nous en sommes ici
au **stade II**



Le cycle se poursuit par la formation, toujours sur l'hôte **B**, de spores particulières, appelées **téleutospores**, dans lesquelles les deux noyaux haploïdes vont s'unir pour donner un zygote diploïde ($2n$). C'est la fin de la dicaryophase. Ces téleutospores peuvent être uni- ou pluricellulaires. Dans le cas des *Puccinia*, par exemple, elles sont bicellulaires.

Nous en sommes ici au
stade III



Chacune des cellules va germer en formant un court mycélium, la probaside, dans lequel le noyau se divise, par méiose, en quatre noyaux haploïdes, et qui devient une baside cloisonnée. Chaque élément produit une **basidiospore**, qui ne sera pas contaminante pour l'hôte **B**, mais bien pour l'espèce **A**. Le cycle est bouclé.

Nous en sommes au der-
nier stade : le **stade IV**

Les phytopathologistes ne mentionnent pas souvent les basidiospores comme un stade IV, car leur présence est nécessaire, alors qu'il existe de très nombreuses exceptions, qui ont valeur taxonomique, dans les autres types de spores.