



MOOC

SANTÉ DES
PLANTES

De l'observation au diagnostic

Transcription des vidéos du MOOC Santé des plantes : de l'observation au diagnostic 2017

*MOOC Santé des plantes : de l'observation au diagnostic - 2017
Plus d'informations sur www.jardiner-autrement.fr*



SOMMAIRE

Semaine 1 – Introduction au MOOC et contexte	6
1 Lancement	6
1.1 Présentation	6
1.2 Fonctionnement	7
2 Contexte réglementaire	7
2.1 Le constat	7
2.2 Ecophyto, c’est quoi ?	8
2.3 Les acteurs	9
2.4 Les implications pour les JEVI	9
3 Les réseaux d’épidémiosurveillance	9
3.1 Qu’est-ce que l’épidémiosurveillance ?	9
3.2 Les origines du BSV	10
3.3 La structuration des réseaux d’épidémiosurveillance	10
3.4 Quel financement ?	11
3.5 Comment ça fonctionne ?	11
3.6 Où trouver les BSV ?	12
3.7 Le rôle des observateurs	12
4 De l’observation au BSV	12
4.1 L’organisation du BSV en Région Centre Val de Loire	12
4.2 Que trouve-t-on dans le BSV ?	13
4.3 Découvrons un exemple de BSV	13
5 Implication pour le jardinier	14
Semaine 2 – La plante dans son environnement	15
1 Comprendre la plante en bonne santé	15
1.1 Le sol	15
1.2 Les mécanismes de la plantes	17
2 L’eau	18
2.1 L’absorption de l’eau par le sol	18
2.2 L’absorption de l’eau par les feuilles et la transpiration	19
2.3 La biodisponibilité de l’eau	19
3 La lumière	21
3.1 Le rôle énergétique de la lumière	22

3.2	Le rôle de signal de la lumière.....	22
4	Rôle des échanges gazeux.....	23
4.1	La respiration.....	23
4.2	La biodisponibilité de l'oxygène.....	24
5	Les éléments minéraux.....	24
5.1	Les différents minéraux.....	24
5.2	Carences et excès.....	25
5.3	Les minéraux dans le sol.....	27
5.4	La fertilité du sol.....	27
Semaine 3 – Les ravageurs des plantes.....		29
1	Relation plante – animal.....	29
1.1	Dégâts.....	29
1.2	Nuisibilité.....	30
2	Les insectes.....	32
2.1	Les rhizophages.....	35
2.2	Les défoliateurs.....	36
2.3	Les suceurs de sève.....	38
2.4	Les videurs de cellule.....	39
2.5	Les endophytes.....	40
2.6	Les galligènes.....	41
3	Les acariens.....	42
3.1	Les acariens phytophages.....	43
3.2	Les acariens carnivores ou prédateurs.....	45
3.3	Les acariens indifférents.....	46
4	Les nématodes.....	46
4.1	Les nématodes à kystes.....	47
4.2	Les nématodes à galles.....	48
4.3	Les nématodes des parties aériennes.....	48
4.4	Les nématodes vecteurs de virose.....	48
5	Les ravageurs autres.....	49
5.1	Les limaces.....	49
5.2	Les petits mammifères.....	50
5.3	Les oiseaux.....	50
Semaine 4 – les maladies des plantes.....		51

1	Introduction.....	51
2	Les champignons	52
2.1	Développement et propagation	53
2.2	Les mildious	54
2.3	Les oïdiums	56
2.4	La moniliose.....	57
2.5	Les tavelures.....	58
2.6	Les rouilles.....	60
3	Les virus	61
3.1	Cycle de vie et dégâts	61
3.2	Dissémination	62
3.3	Le virus de la mosaïque de la tomate et le virus de la mosaïque du tabac.....	63
3.4	Le virus de la mosaïque du concombre.....	63
3.5	Le saviez-vous ?	64
4	Les bactéries	64
4.1	Le feu bactérien.....	65
4.2	Les bactériose du kiwi	66
4.3	La graisse du haricot.....	67
4.4	La bactériose de l’anthurium.....	67
5	Les phytoplasmes	68
5.1	Symptômes.....	69
5.2	La flavescence dorée de la vigne	69
5.3	Le phytoplasme du Stolbur.....	71
6	Les Organismes Nuisibles Réglementés	72
6.1	Prenons deux exemples d’ONR.	72
6.2	Que faire en cas de suspicion d’ONR.....	73
6.3	Vous pouvez jouer un rôle dans la détection.....	74
Semaine 5 – La démarche du diagnostic		75
1	Un continuum du terrain aux laboratoires.....	75
1.1	Introduction.....	75
1.2	Facteurs biotiques et abiotiques	75
2	Le diagnostic terrain	76
2.1	La phase d’observation.....	76
2.2	La phase de questionnement	77
2.3	La phase de réflexion.....	78

3	Des réseaux d'acteurs à l'œuvre	78
3.1	Le réseau national de Surveillance Biologique du Territoire (SBT)	78
3.2	Le Réseau Français pour la Santé Végétale (RFSV).....	79
4	Les clefs d'un bon diagnostic.....	79
4.1	Où et quand observer ?.....	79
4.2	Outils nécessaires au diagnostic.....	79
4.3	Quoi observer ?	80
4.4	Surveillez les plantes les plus fragiles.....	81
5	Qui est le coupable ?	82
5.1	Les altérateurs du feuillage	82
5.2	Les altérateurs du bois	87
5.3	Les altérateurs des fleurs, des fruits et du collet	89
Semaine 6 – Les outils de l'observateur		94
1	La SNHF accompagne les jardiniers amateurs.....	94
1.1	Jardiner Autrement	94
1.2	HortiQuid	94
1.3	Le guide d'observation et suivi des bioagresseurs.....	94
1.4	Vigijardin.....	96
2	Devenir observateur.....	96
2.1	Qui peut devenir observateur ?	96
2.2	Quelles contraintes ?.....	96
2.3	Quel est l'intérêt ?.....	97
2.4	Comment devenir observateur ?	97

SEMAINE 1 – INTRODUCTION AU MOOC ET CONTEXTE

1 Lancement

Nous sommes heureux de vous accueillir pour lancer le MOOC Santé des plantes : de l'observation au diagnostic. Cela va faire un an que nous travaillons sur ce MOOC, nous avons mis beaucoup d'énergie dans cet exercice, mais c'est notre premier MOOC et on espère qu'il vous plaira.

Nous avons sollicité un grand nombre de personnes et de structures différentes afin de vous proposer des experts dans chaque domaine. Ces experts viennent :

- De l'INRA
- Du GEVES,
- D'Agrocampus Ouest
- De SupAgro Montpellier
- D'AgroParisTech
- De l'université Littoral Côte d'Opale,
- Du ministère en charge de l'Agriculture
- De la Fredon Centre Val de Loire
- De Polleniz
- De la SNHF

Vous êtes très nombreux à vous être inscrits, mais n'hésitez pas à informer votre famille et vos amis, car nous commençons aujourd'hui mais les inscriptions sont acceptées jusqu'au dernier jour.

1.1 Présentation

Depuis 1827, la Société Nationale d'Horticulture de France a pour vocation de promouvoir l'horticulture, de servir de trait d'union entre amateurs, professionnels et scientifiques, de participer aux actions en faveur de la connaissance de l'horticulture et du jardinage, et la protection du patrimoine végétal. C'est dans le cadre de l'un de ses nombreux projets et en cohérence avec ses missions que la SNHF a décidé de se lancer dans la réalisation du MOOC que nous vous présentons aujourd'hui.

Pour réaliser ce MOOC, nous nous sommes associés avec l'Institut National Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaire, Horticole et du Paysage, couramment appelé Agrocampus Ouest.

Nous bénéficions des financements de l'Agence Française pour la Biodiversité, et du soutien des ministères en charge de l'Environnement et de l'Agriculture dans le cadre du plan Ecophyto II.

Depuis plusieurs années, on parle de renouveau du jardinage : on constate l'apparition de nouveaux ravageurs et maladies des plantes sur le territoire français. Nous avons également une grande diversité de modèles de jardinage qui vont du jardin personnel à la culture en pot en terrasse, sur balcon, à l'intérieur, en passant par les jardins partagés. Les récentes évolutions législatives et réglementaires nous engagent à mettre en place des nouvelles techniques de gestion des bioagresseurs. Ces nouvelles techniques de gestion vont impliquer des adaptations des techniques culturales, qui elles-mêmes nécessitent une bonne connaissance du fonctionnement des plantes.

Autrement dit, connaître la plante et reconnaître les bioagresseurs au jardin est une condition indispensable à la mise en place de ces techniques. C'est pourquoi nous avons choisi d'axer ce MOOC sur ces connaissances et principalement la démarche du diagnostic, qui vous permettront d'identifier précisément la cause du désordre observé.

A la fin de ce MOOC vous serez donc en mesure de distinguer les désordres dus aux mauvaises conditions de croissance, de ceux occasionnés par les attaques de ravageurs ou maladies. Et à l'occasion, vous saurez aussi reconnaître les principaux auxiliaires des cultures du jardin.

1.2 Fonctionnement

Ce MOOC va se dérouler sur 6 semaines avec environ une heure de vidéos par semaine. Les quiz en fin de semaine vous permettront de vous assurer que vous avez bien compris. On vous proposera aussi des activités complémentaires, pour mettre en pratique au jardin ce que vous avez appris.

Mais attention, il vous faudra plus de 60% de bonnes réponses pour obtenir l'attestation finale de suivi du MOOC. Tout au long de la durée du MOOC, vous pourrez aussi accéder via le menu, au forum de discussion, sur lequel une équipe dynamique et à l'écoute répondra à toutes vos interrogations. Vous pourrez bien entendu échanger entre participants afin de partager vos astuces et vos découvertes. En première découverte nous vous proposons un glossaire qui vous donnera une définition de tous les termes techniques.

Mettez à profit cette première semaine pour vous familiariser avec la plateforme FUN, découvrir les différents menus et vous présenter sur le forum.

Dès la semaine prochaine, vous découvrirez le fonctionnement de la plante, mais aussi ses besoins par rapport à son environnement, vous prendrez conscience de l'écosystème dans lequel elle se développe, et ainsi s'assurer que les conditions sont bien réunies pour éviter des situations de stress.

Les deux semaines suivantes seront consacrées à la reconnaissance des principaux ravageurs et maladies des plantes. Ce sera aussi l'occasion d'évoquer certains auxiliaires utiles des cultures.

La cinquième semaine, les bases étant acquises, vous serez progressivement confrontés à la démarche du diagnostic, à travers plusieurs exemples.

Et pour conclure ce MOOC, en sixième semaine, nous vous présentons les outils d'aide au diagnostic à votre disposition, par exemple le guide d'épidémiosurveillance. Et en plus des observateurs confirmés vous feront part de leur expérience et intérêt d'être dans les réseaux d'observations.

Et pour couronner le tout, vous pourrez utiliser ces outils dans l'étude de cas individuel, qui servira d'évaluation pour votre attestation de suivi.

Pour rentrer dans le vif du sujet, nous allons finir cette première semaine en vous présentant les évolutions législatives et réglementaires qui ont permis la création du réseau d'observateurs. C'est à partir des observations de ce réseau que le bulletin de santé du végétal est rédigé. C'est le nouvel outil du jardinier que l'on vous présentera également cette semaine.

2 Contexte réglementaire

2.1 Le constat

A la base du plan Ecophyto on trouve une réglementation européenne qui a fixé les enjeux de préservation de l'environnement et de la santé publique, qui s'est répercuté au niveau national en France par la mise en place à l'issue du Grenelle de l'Environnement d'un plan Ecophyto.

L'objectif était de trouver de nombreux partenaires sur le territoire, tant au niveau des zones agricoles que des zones non-agricoles, pour réduire progressivement l'utilisation des produits phytosanitaires considérés comme les plus préoccupants. Suite à une évaluation officielle, ce travail de réduction

MOOC Santé des plantes : de l'observation au diagnostic - 2017
Plus d'informations sur www.jardiner-autrement.fr

d'utilisation des produits phytopharmaceutiques s'inscrit également dans un constat, celui de la dégradation de la qualité des milieux, de la qualité des eaux de surface et souterraines, et également de la qualité de l'air ; de certaines problématiques comme celle des résidus de pesticides dans les denrées consommables, de phénomène de résistance de certains organismes nuisibles à des molécules ou familles de produits. Cet ensemble de problématiques a bien été identifié au moment du Grenelle de l'Environnement, a donné une impulsion dans le cadre de la réglementation communautaire pour agir avec des acteurs de terrain sur la réduction progressive de l'utilisation des produits phytosanitaires.

2.2 Ecophyto, c'est quoi ?

Le plan Ecophyto 2018, dans un premier temps a trouvé une suite avec le plan Ecophyto 2, qui court jusqu'en 2025. L'objectif du plan Ecophyto est de construire, en plusieurs axes, un programme permettant la réduction progressive d'utilisation des produits phytopharmaceutiques et cela avec la



contribution de nombreux acteurs professionnels, mais aussi pour les jardins et espaces verts des jardiniers amateurs, qui sont eux-mêmes des utilisateurs de produits phytosanitaires.

Le plan Ecophyto, comprend un axe important dédié à la surveillance biologique du territoire (SBT). Cette surveillance biologique du territoire est partagée à la fois :

- par **une surveillance phytosanitaire des cultures** qui se traduit par la publication de Bulletin de Santé du Végétal (BSV) ;
- et un volet relatif aux **effets non intentionnels des produits phytosanitaires** à la fois la résistance qui peut être induite au niveau de certains organismes nuisibles vis-à-vis de produits de traitements et aussi l'impact des traitements sur la biodiversité qui est actuellement suivie sur les vers de terre en milieu agricole, sur les oiseaux, sur certains insectes coléoptères et sur la flore spontanée des bords de champs.

La surveillance biologique du territoire s'est construite sous la forme d'un réseau de plus de 4000 observateurs sur environ 15 000 parcelles, financé par l'Agence Française pour la Biodiversité. Les observations phytosanitaires – qu'il s'agisse des maladies, des ravageurs, ou de la flore spontanée (appelée également adventices, voire mauvaises herbes) mais également des auxiliaires – sont réalisées chaque semaine par un réseau d'observateurs qui reçoivent des formations, qui sont dotés de petit matériel et vont rendre compte véritablement des relevés qu'ils vont effectuer chaque semaine sur le terrain d'après des protocoles nationaux harmonisés. Ces protocoles sont à respecter tant en matière de piégeage des espèces qui sont capturées sur les sites d'observations ; que pour les observations visuelles qui vont être réalisées à l'œil nu, parfois à la loupe, de manière très précise, pour suivre la dynamique des populations d'espèces.

C'est important sur ce point de pouvoir maîtriser le diagnostic qui permet, par définition, d'identifier l'organisme que l'on a devant soi, ou les symptômes qui se présentent au vu de l'observateur ; mais aussi d'éviter les confusions avec des causes qui seraient différentes de celles auxquelles on pense dans un premier temps. Il peut y avoir par exemple des confusions entre des causes dites parasitaires (liées à des organismes nuisibles) et des causes non-parasitaires que l'on appelle aussi causes abiotiques, comme celles dues à des dégâts de gel, de sécheresse, des carences nutritives.

C'est important de réaliser ce travail de façon fiable pour transmettre des données brutes au rédacteur du Bulletin de Santé du Végétal, qui va pouvoir construire ainsi une information objective, précise et réactive par rapport à la situation phytosanitaire rencontrée sur le terrain.

2.3 Les acteurs

Les acteurs de la surveillance biologique du territoire en France sont pilotés et coordonnés par le ministère chargé de l'Agriculture. Certains axes néanmoins, comme celui dédié aux jardins et espaces verts est piloté par le ministère chargé de l'Ecologie.

Le financement du plan Ecophyto est réalisé par l'Agence Française pour la Biodiversité (ex ONEMA), et de nombreux contributeurs tels que les Chambres d'Agriculture, les FREDON-FDGDON, les instituts techniques, les coopératives agricoles, les négociants agricoles mais également l'appui de structures de recherche est effectué localement sur certaines actions. Il peut y avoir également un investissement sur certaines actions par les conservatoires botaniques nationaux, France Nature Environnement, ou encore le Muséum National d'Histoire Naturelle.

Il y a un comité national d'épidémiosurveillance qui va travailler sur la gouvernance des aspects d'organisation du réseau, tout ce qui relève du financement, des protocoles, des instructions données en région. Qui vont être coordonnés au sein d'un comité régional d'épidémiosurveillance, qui comprend les acteurs locaux, investis sur l'ensemble des filières végétales locales, y compris les jardins et espaces verts, et les jardins d'amateurs. L'objectif étant de fournir une information fiable, réactive, de qualité et objective à l'ensemble des personnes intéressées par les risques phytosanitaires de manière à mieux conduire la protection des végétaux de façon raisonnée voire intégrée.

2.4 Les implications pour les JEVI

Dans le cadre du plan Ecophyto, la loi dite Labbé est venue renforcer les dispositions à l'égard des jardins et espaces verts public et également des jardins d'amateurs. Elle a demandé que dès le 1^{er} janvier 2017 ne soient plus autorisés et utilisés les produits phytopharmaceutiques chimiques de synthèse dans les lieux publics, notamment les produits classés sur le plan toxicologique. Restent par dérogation certains milieux très particuliers comme des terrains sportifs de compétition, certaines voiries et les cimetières.

De la même manière, les jardiniers amateurs seront confrontés également à une raréfaction importante du nombre de produits phytopharmaceutiques par rapport à ceux d'aujourd'hui, avec le retrait du marché des produits chimiques de synthèse à l'horizon du 1^{er} Janvier 2019. Ce qui nécessite une préparation préalable et aussi une information très pédagogique pour utiliser au mieux les moyens de biocontrôle, et d'une manière générale l'ensemble des méthodes alternatives aux traitements utilisés autrefois.

3 Les réseaux d'épidémiosurveillance

3.1 Qu'est-ce que l'épidémiosurveillance ?

L'épidémiosurveillance est une démarche qui vise à limiter l'utilisation des produits phytosanitaires, mais également de mieux comprendre les effets des pesticides sur la biodiversité et la santé publique.

L'épidémiosurveillance a été mise en place lors du Grenelle de l'Environnement en 2007, et décliné sous la forme d'un plan appelé plan Ecophyto.

L'épidémiosurveillance n'est pas réservée seulement aux zones du monde agricole mais également aux zones non-agricole que l'on appelle plus communément ZNA (et nouvellement JEVI). Il existe deux catégories de ZNA : les zones non-agricoles professionnelles dans lesquelles sont regroupés les collectivités, les entreprises des espaces verts, et d'une façon générale tous les détenteurs d'espaces végétalisés comme les sociétés d'autoroutes ou les golfs ; et les ZNA amateurs.

Cette épimiosurveillance est donc un réseau d'observateurs qu'ils soient professionnels ou amateurs qui ont pour objectif d'alerter et de surveiller l'évolution des bioagresseurs (organismes vivants qui s'attaquent aux végétaux : maladies ou ravageurs).

Ces observations sont synthétisées par les animateurs filière et sont retranscrites sous la forme d'un Bulletin de Santé du Végétal ou BSV.

En région Centre il y a énormément de culture à suivre aussi bien pour les professionnels que pour les jardiniers amateurs, c'est une des régions où il y a le plus de cultures suivies, autour d'une dizaine. La particularité de la région est qu'il existe un BSV dédié aux jardiniers amateurs. Ce bulletin a été initié en 2013, il s'adresse à toutes les personnes qui ont un potager, un verger, un jardin chez eux et qui souhaitent faire partager leurs observations à travers ce réseau.



Les bulletins de santé du végétal sont gratuits et accessibles à tous. Ils sont présents dans toutes les régions avec une spécificité pour la région Centre, première région à avoir mis en place le bulletin de santé du végétal pour les jardiniers amateurs.

3.2 Les origines du BSV

Au départ on était focalisé sur un bulletin qui était dédié aux collectivités. On a commencé à lancer ce bulletin et également à proposer des observations pour les jardiniers amateurs. A un moment donné on s'est dit qu'on ne pouvait pas faire un bulletin qui regroupait à la fois les collectivités et les jardiniers amateurs, il a donc fallu faire un choix pour être cohérent dans les observations des végétaux. Et en région Centre Val de Loire on a décidé en 2013 de faire un choix, c'est-à-dire d'axer le bulletin de santé du végétal uniquement sur les jardiniers amateurs. Dès 2013, on a commencé à recruter des observateurs jardiniers pour pouvoir lancer ce réseau.

L'aspect collectivité a été abandonné au début. Par contre, au fur et à mesure que le réseau a progressé, on s'est rendu compte qu'il y avait des problématiques communes entre les jardins amateurs et les collectivités.

Par exemple, la problématique de la pyrale du buis. C'est un papillon qui s'attaque exclusivement aux buis, et qui pose de gros problème pour les jardins d'amateurs mais aussi les collectivités. Pour ce ravageur, on a décidé d'inclure des collectivités dans le suivi de piégeage de ce papillon. En 2017, on a beaucoup d'observateurs jardiniers amateurs mais également des collectivités qui nous ont rejoints.

3.3 La structuration des réseaux d'épidémiosurveillance

Les réseaux d'épidémiosurveillance sont structurés de façon assez simple : au sein d'un réseau on a un animateur, qui va s'occuper de tout ce qui est coordination, animation pour faire vivre le réseau. Ses missions sont assez vastes, il doit rechercher de nouveaux observateurs pour étoffer le réseau d'observations au sein d'une région. Il a aussi pour tâche de former les observateurs, il peut y avoir

des jardiniers amateurs qui intègrent le réseau et qui ont déjà de grandes connaissances sur les maladies et les insectes ; a contrario on peut également avoir des jardinier amateurs qui n'ont pas de connaissance, qui sont des débutants mais qui veulent intégrer ce réseau. On a donc un travail de formation, à chaque fois qu'un observateur veut intégrer le réseau j'essaye dans la mesure de possible de le rencontrer et de lui faire une petite formation pour lui montrer comment reconnaître certains maladies ou ravageurs. Pour que, quand il transmet ses observations elles soient cohérentes et plausibles pour la synthèse au niveau régional.

3.4 Quel financement ?

La surveillance biologique du territoire est financée par le plan Ecophyto. Les bulletins de santé du végétal ont pour ambition de limiter l'utilisation des produits chimiques. C'est une taxe qui est récupérée sur les produits phytosanitaires et cette taxe permet de financer les bulletins.

3.5 Comment ça fonctionne ?

Le fonctionnement des bulletins est propre à chaque région, cela dépend du nombre de cultures cultivées dans les régions. En région Centre beaucoup de bulletins sont dédiés aux professionnels (céréales, viticulture, arboriculture fruitière, maraichage, ...) pour chaque espèce de végétaux il y a un animateur spécifique. Et tous ces animateurs sont coordonnés par un animateur interfilière.

On a décidé en région Centre de mettre en place un bulletin de santé du végétal dédié aux jardiniers amateurs puisqu'on est parti du constat que les jardins amateurs utilisent pour la plupart des produits phytosanitaires. Le but de ces BSV est de leur apprendre à se passer des produits phytosanitaires et de trouver d'autres méthodes alternatives. Par exemple les moyens de biocontrôle avec l'utilisation de phéromones, de produits naturels, etc.

Les jardiniers amateurs sont également des sentinelles des plantes, il était important pour nous de mettre en place ce réseau d'observateurs, puisque les observateurs de ce réseau nous envoient des informations importantes qui permettent de faire un état des lieux sanitaires des cultures.

Le bulletin c'est un ensemble d'observations qui nous permet de savoir à un moment donné qu'est-ce qu'on a comme maladie, qu'est-ce qu'on a comme ravageur dans son jardin.

Par exemple, j'ai plusieurs observateurs de tomates dans notre réseau, c'est toujours intéressant quand le premier observateur nous envoie un message pour nous signaler les premières taches de mildiou (maladie très redoutée des jardiniers amateurs) et c'est toujours important d'avoir les premiers signalements pour pouvoir anticiper d'éventuels traitements.

C'est en cela que le bulletin est intéressant, puisqu'il permet de donner beaucoup d'informations pour les jardiniers amateurs. Dans les bulletins on va mettre beaucoup de photos pour illustrer les maladies et ravageurs, on va parler de la biologie, des cycles des maladies ou des insectes, et également donner des conseils. Des conseils en terme de prophylaxie, c'est-à-dire quand on a des maladies veiller à arroser les végétaux plutôt le matin, bien désherber les végétaux pour éviter la concentration d'humidité. C'est donc donner des conseils de bon sens mais également dans la mesure du possible, donner des conseils en matière de traitements biologiques.

3.6 Où trouver les BSV ?

Le bulletin de santé du végétal est gratuit et accessible à tous. Ils sont disponibles sur certaines plateformes notamment des FREDON (fédération régionale de défense contre les organismes nuisibles) mais aussi des chambres d'agriculture.

Si vous voulez avoir plus d'informations sur le BSV prenez contact avec votre FREDON ou chambre d'agriculture régionale.

3.7 Le rôle des observateurs

Les observateurs du réseau de surveillance font un travail bénévole. Ils me font des observations et ensuite à travers leurs observations je rédige un bulletin.

Depuis la mise en place du BSV ZNA en région Centre, en 2017 je compte une quarantaine d'observateurs sur une cinquantaine de sites. Ce sont des observateurs qui sont dispersés au niveau de la région Centre (aussi bien à Tours qu'à Orléans comme dans d'autres départements comme l'Eure et Loir). L'idée est de développer le maillage, avoir des observateurs aux quatre coins de la région, pour pouvoir avoir des informations dans tous les coins de la région pour donner un message synthétique et assez représentatif de la région Centre.

L'intérêt de ce réseau est que c'est vraiment un partage d'observations, c'est un bulletin qui permet aussi de lancer des alertes. Par exemple pour la pyrale du buis, on a quelques jardiniers amateurs qui se sont proposés pour faire un suivi par piégeage à l'aide d'une phéromone, et donc toutes les semaines ils font un relevé pour savoir s'il y a des papillons. Dès qu'ils observent les premiers papillons, ces observateurs m'envoient un message que je fais partager à tout le réseau. Cela permet d'anticiper la mise en place de lutte, de traitement par exemple.

4 De l'observation au BSV

4.1 L'organisation du BSV en Région Centre Val de Loire

4.1.1 Phase d'observation

En région Centre le réseau des jardins amateurs comporte une quarantaine d'observateurs amateurs qui sont répartis sur tout le territoire de la région.

Les bulletins sont rédigés tous les vendredis.

Une semaine avant, tous les observateurs sont prévenus par mail, afin qu'ils effectuent leurs observations jusqu'au mercredi dernier délai. Les observations sont principalement transmises par mail sous forme de texte ou tableau. Certains observateurs préfèrent envoyer les résultats par texto. C'est notamment le cas en région Centre pour le suivi de la pyrale du buis qui se fait par piège à phéromones.

Il arrive souvent que des observateurs envoient également des photos de symptômes observés dans leur jardin. Ces photos servent souvent à illustrer le BSV.

4.1.2 Analyse

Une fois ces observations récupérées, elles sont collectées le jeudi et triées.

4.1.3 Rédaction

Le vendredi est réservé à la phase de rédaction. Toutes les observations sont synthétisées afin de produire un bulletin. Le bulletin est généralement finalisé en fin d'après-midi, un comité de relecture le relit et le valide. Ce bulletin est ensuite mis en ligne sur le site de la chambre d'Agriculture Régionale.

Les jardiniers amateurs de la région Centre qui s'abonnent au BSV ZNA peuvent le recevoir directement sur leur boîte mail le vendredi après-midi.

En région Centre 8 bulletins par an sont rédigés entre le mois d'avril et septembre. Il arrive souvent que des documents soient joints au BSV :

- des notes nationales qui vont alerter sur certains bioagresseurs ou parler des auxiliaires comme les abeilles ;
- des documents techniques comme des bulletins de conseil ou des fiches techniques pour mieux reconnaître un ravageur ;
- des événements pour les jardiniers amateurs comme le concours photo organisé par la SNHF.

4.2 Que trouve-t-on dans le BSV ?

On retrouve plusieurs chapitres :

Le contexte d'observation, savoir si l'on observe un bioagresseur sur le territoire.

Si ce bioagresseur est présent on fait ensuite sa biologie agrémentée de plusieurs photos.

Puis sa prévision de risque pour savoir si ce bioagresseur présente un risque dans les prochains jours.

Et enfin des méthodes alternatives pour lutter de façon efficace contre ce bioagresseur.

On retrouve ces informations pour chaque couple plante-bioagresseur donné.

4.3 Découvrons un exemple de BSV

Tout d'abord on retrouve une brève, qui récapitule les points chauds du bulletin. On a également les principaux végétaux cultivés par les jardiniers : les arbres fruitiers, les légumes et les espèces ornementales.

Ensuite on retrouve toujours le contexte d'observation. C'est-à-dire les sites d'observation où ont été réalisées les observations. Quand un bioagresseur est observé sa présence est signalée. A cela s'ajoute une prévision de risque pour savoir s'il y a un risque ou non que le bioagresseur se développe. Et également un paragraphe sur les méthodes alternatives et de préconisations, qui sont bien souvent résumés dans un bulletin conseil.

Des nombreuses photos sont insérées dans le BSV pour que les observateurs puissent reconnaître les bioagresseurs.

Pour certains suivis comme celui de la pyrale du buis, des pièges à phéromones peuvent être utilisés et des comptages réalisés toutes les semaines, pour pouvoir suivre la dynamique du vol du papillon.

5 Implication pour le jardinier

Pour vous quel est le bénéfice du bulletin de santé du végétal en tant que jardinier amateur ? C'est véritablement de disposer d'une information fiable, régulière, publiée sur les différents réseaux de communication internet transmis par les partenaires tels que les FREDON, les chambres d'agriculture ou le réseau des DRAAF du ministère de l'Agriculture. De pouvoir collecter des informations très pertinentes qui vous seront utiles pour raisonner au mieux la protection des végétaux dans votre jardin, à la fois les plantes d'ornement, les espèces fruitières, les espèces potagères, les plantes aromatiques et médicinales. On va pouvoir ainsi prendre des dispositions appropriées au niveau de risque.

Prenons des exemples

La mouche mineuse du poireau touche l'ensemble des alliacées potagères (ail, oignon, ciboulette). L'information publiée dans le Bulletin de Santé du Végétal est de connaître les périodes de début de vol de cette mouche. A partir du moment où ce début de vol a commencé, ou s'il a été recensé dans des zones précoces, il est important de disposer des voiles anti-insectes sur les cultures, au-dessus d'arceaux. Ils vont permettre de protéger physiquement la culture des infestations de la mouche et donc des pontes, une fois l'éclosion réalisée, les larves pourraient altérer la qualité et l'abondance de la récolte.

Un autre exemple de consultation utile du Bulletin de Santé du Végétal est celui de la pyrale du buis. Elle connaît plusieurs stades de développement lors de son cycle, sur l'ensemble des 3 générations annuelles. L'objectif est ainsi de bien connaître le stade de développement de la chenille, pour l'application de produits de biocontrôle à base de *Bacillus thuringiensis* (produit à base d'une bactérie totalement inoffensive pour les êtres humains et les animaux domestiques) qui va cibler précisément la chenille à un stade jeune de développement. Le moment optimum d'application pour ce produit est précisé dans le bulletin de santé du végétal.

C'est véritablement par cette information très précise que le traitement aura toute son efficacité

Un autre exemple développé dans le cadre du plan Ecophyto communiqué dans les Bulletins de Santé du Végétal est celui de la tolérance variétale que l'on peut illustrer par la pomme de terre ou la tomate, qui vont être plus ou moins exposées aux attaques de mildiou. Au moment de l'achat des plants de pomme de terre ou tomate, le bulletin de santé du végétal doit renseigner les jardiniers amateurs sur les tolérances des différentes variétés pour que les jardiniers puissent choisir des variétés qui vont être moins exposées au moment des pluies contaminatrices aux attaques de cette maladie.

SEMAINE 2 – LA PLANTE DANS SON ENVIRONNEMENT

1 Comprendre la plante en bonne santé

Dans ce module nous décrivons les relations entre la plante, le sol et l'atmosphère. Ces relations contribuent au bon fonctionnement et développement de la plante. Ce module vous permettra d'identifier les dysfonctionnements que l'on peut observer sur les végétaux dans un jardin.



Les plantes ne peuvent pas se déplacer et doivent donc s'adapter à leur environnement pour survivre et se reproduire.

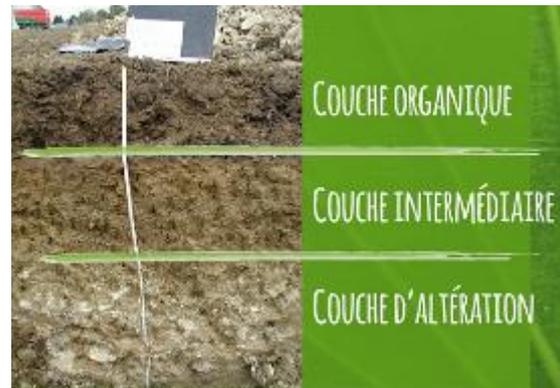
La plante est en interaction :

- avec l'**atmosphère**, par sa tige, ses feuilles, éventuellement fleurs et fruits,
- avec le **sol** par ses racines.

Saviez-vous que le volume de la partie racinaire est aussi important que la partie aérienne ?

1.1 Le sol

Les racines prospectent le sol qui correspond à la couche supérieure de la croûte terrestre. Son épaisseur varie de quelques centimètres à quelques mètres. C'est un milieu composé de plusieurs composants : matières solides, eau, air et organismes vivants. En fonction de son âge, on pourra y distinguer plusieurs couches (souvent appelées horizons) allant de la couche supérieure en général riche en matière organique à la couche inférieure la plus proche du matériau géologique (la roche).



La phase solide du sol est constituée :

- **de particules minérales** issues de l'altération du matériau géologique par désagrégation mécanique, comme l'action du gel par exemple et de l'altération chimique par les pluies. Certains minéraux sont directement issus du matériau initial (feldspaths, quartz) et représentent les particules les plus grossières. D'autres minéraux comme les argiles beaucoup plus petites et souvent néoformées à partir des éléments dissous,
- **de matières organiques** que l'on peut séparer en matière organique particulaire constituée des résidus identifiables de végétaux, et en matière organique humifiée issue de la transformation de ces résidus par les microorganismes du sol.

Les caractéristiques de la phase solide sont définies par deux grandes notions :

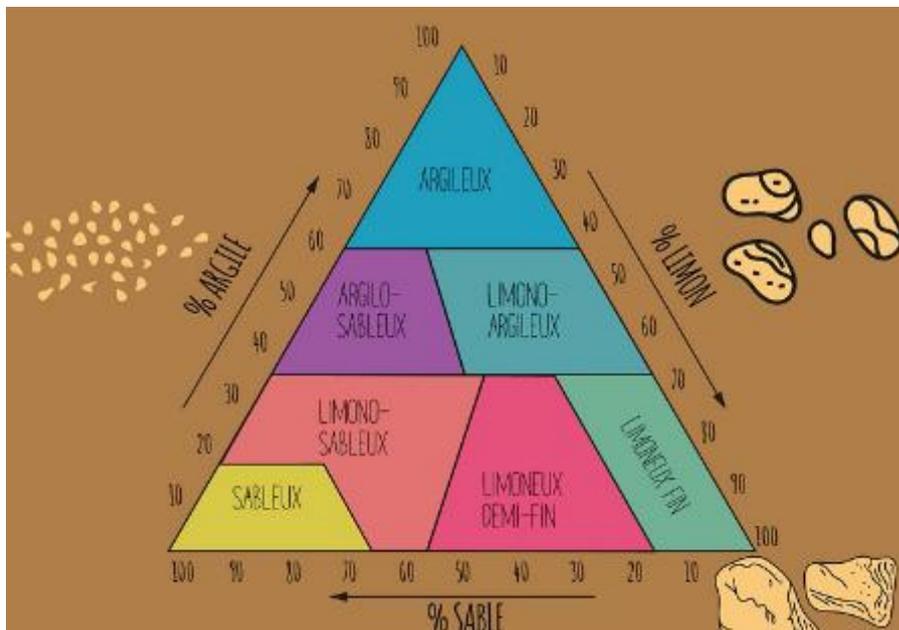
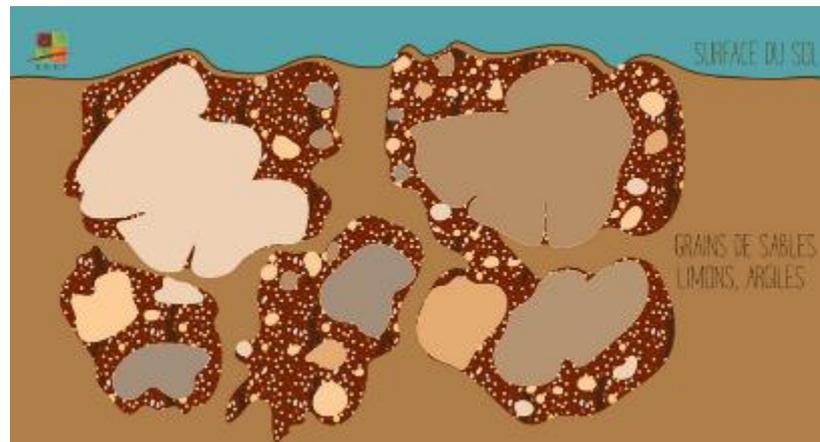
- la texture qui traduit la distribution dimensionnelle des particules que l'on appelle granulométrie du sol
- la structure qui décrit l'organisation et l'agencement des particules entre elles.

1.1.1 La texture du sol

Un tamisage à 2 millimètres permet de séparer la terre fine des éléments grossiers (graviers et cailloux).

Au sein de la terre fine, on distinguera plusieurs classes :

- les **argiles** de dimension inférieure à 2 micromètres,
- les **limons** de 2 micromètres à 0,05 millimètre
- les **sables** de 0,5 à 2 millimètres

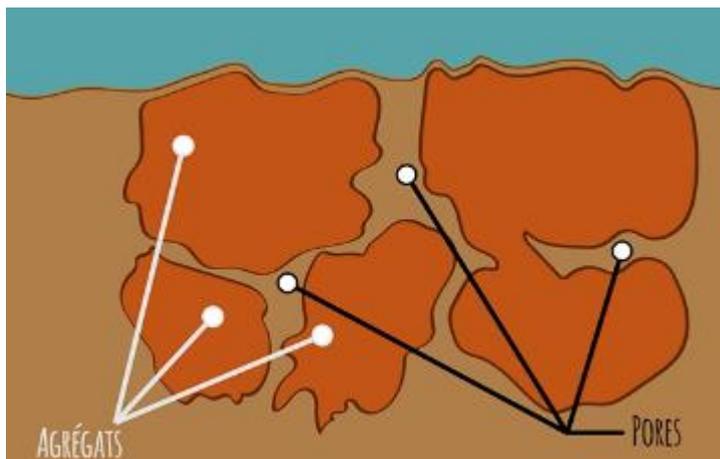


Les pratiques agricoles ramènent souvent la granulométrie à trois classes : Argile-Limon-Sable dont les proportions sont reportées dans un diagramme de texture. Elles permettent d'attribuer au sol un qualificatif simple comme par exemple Limon argilo-sableux et qui permettra de prévoir le comportement du sol en lien avec sa nature.

1.1.2 La structure du sol

La structure est une propriété originale des sols qui résulte de la cohésion des particules minérales élémentaires (argile, limon, sable) et particules organiques entre elles, et de leur agencement dans la formation d'**agrégats**.

L'organisation en agrégats génère des pores dans le sol qui permettent à l'eau et aux gaz de circuler à l'intérieur du sol. Les **dimensions et la répartition des pores** sont à l'origine des propriétés de **rétenion en eau et d'aération** au sein du sol.



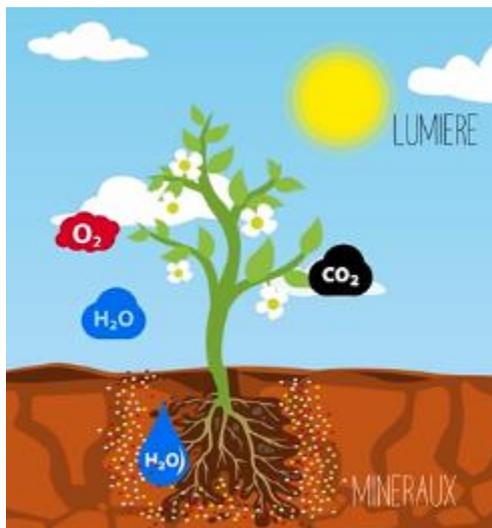
La stabilité de la structure dépend de la cohésion entre les particules et elle permet d'évaluer la solidité des agrégats et leur résistance aux diverses agressions mécaniques ou climatiques.

1.2 Les mécanismes de la plantes

La plante possède des mécanismes qui lui permettent d'adapter sa croissance et son développement à son environnement.

Dans cet environnement, on trouvera des facteurs comme l'eau, les minéraux, la lumière, la température, le vent : ce sont **les facteurs abiotiques**.

D'autres facteurs sont liés à des êtres vivants, présents dans l'atmosphère et le sol (microbes bénéfiques ou pathogènes, animaux pollinisateurs ou ravageurs) : ce sont les **facteurs biotiques**.

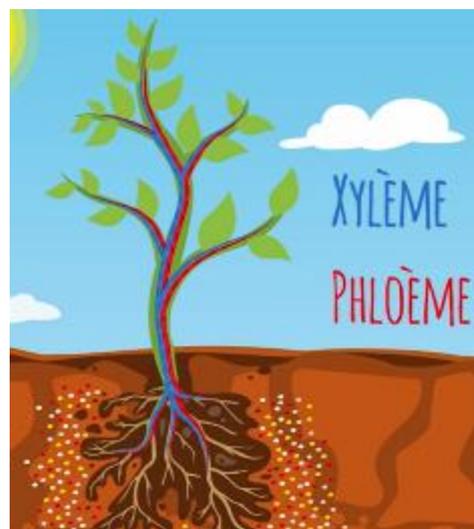


5 composantes sont indispensables au bon développement du végétal :

- l'eau (H₂O);
- la lumière ;
- le gaz carbonique (CO₂)
- l'oxygène (O₂);
- les minéraux.

Nous allons voir comment ils sont utilisés et/ou transportés dans la plante et comment leurs carences ou excès affectent le fonctionnement et l'aspect du végétal.

Les plantes peuvent grâce à ces éléments synthétiser toutes les molécules nécessaires à leur développement : sucres, vitamines, hormones qui circulent dans les vaisseaux conducteurs de la plante et permettent ainsi la communication entre racine, tige et feuilles.



Il existe deux types de vaisseaux : **xylème** et **phloème** dont nous préciserons les rôles par la suite.

2 L'eau

L'eau est la composante cellulaire majoritaire de tous les êtres vivants (90% de la masse d'une plante contre 70% chez les animaux).

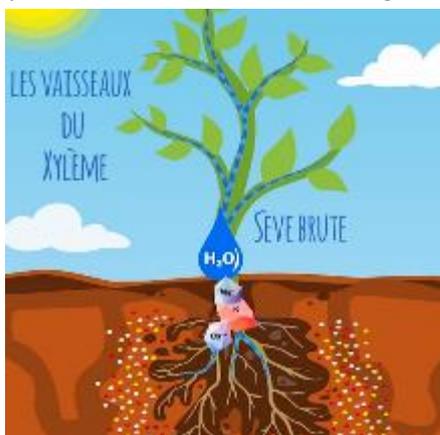
L'eau pénètre principalement par les racines les plus fines au niveau des poils absorbants



2.1 L'absorption de l'eau par le sol

L'eau emporte avec elle les minéraux présents dans les sols dans les vaisseaux du xylème. C'est la sève brute qui circule des racines vers les parties aériennes de la plante.

Elle transporte les molécules synthétisées par les parties chlorophylliennes de la plante (feuilles) dans les vaisseaux du phloème. C'est la sève élaborée qui circule vers les parties non chlorophylliennes de la plante (racine, fruit, fleur, bourgeon, ...).

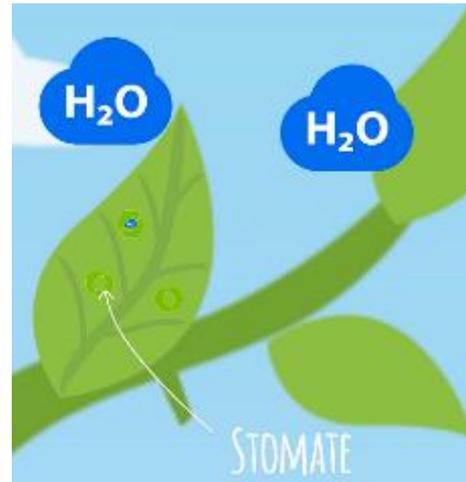


L'eau a la propriété de gonfler les tissus (c'est le phénomène de turgescence) ce qui permet aux plantes d'avoir un port droit, érigé. Par exemple si une plante n'est pas arrosée correctement, elle n'aura pas ce port droit, érigé c'est ce qui donne cet aspect fané à la plante.



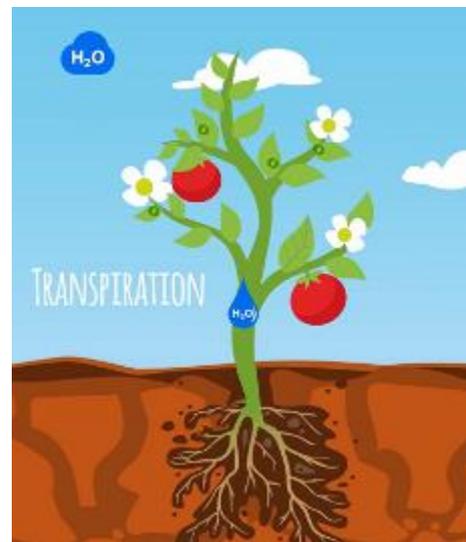
2.2 L'absorption de l'eau par les feuilles et la transpiration

Au niveau des feuilles, l'eau peut entrer ou sortir du végétal sous forme de vapeur, par des ouvertures appelées les stomates. Ils sont situés au niveau de l'épiderme des feuilles et des tiges. Les stomates peuvent être ouverts, se fermer partiellement ou totalement pour contrôler les pertes en eau (atmosphère sèche, sol peu irrigué, vent, température trop élevée). Cette fermeture a des conséquences sur la photosynthèse comme nous le verrons plus tard.



La perte en eau par les stomates (transpiration) permet l'absorption et la circulation de l'eau dans toute la plante : des racines vers les parties aériennes et vice-versa.

Comme chez les animaux, la transpiration permet également à la plante de réguler sa température interne. La transpiration est d'autant plus forte que la température est élevée. Dès que la température dépasse les 25-30°C, les stomates se ferment pour éviter une trop grande perte en eau.



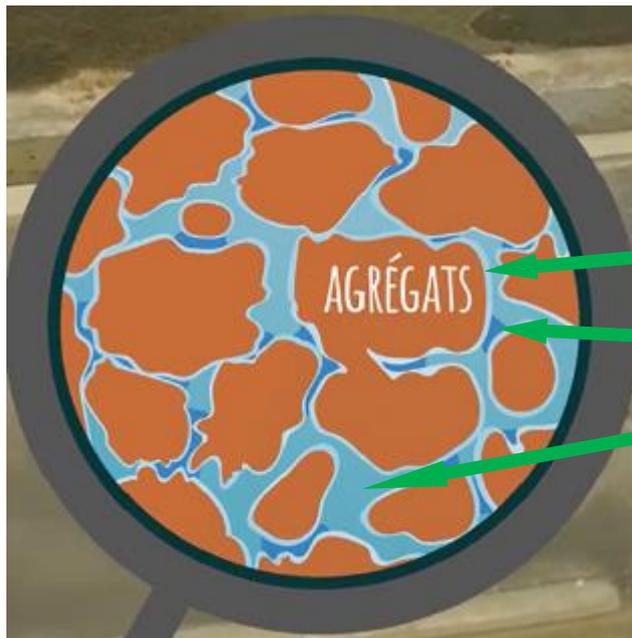
2.3 La biodisponibilité de l'eau

La biodisponibilité de l'eau au sein du sol traduit sa capacité biophysique à être prélevée par le système racinaire d'une plante. C'est d'un point de vue physique la possibilité énergétique de transférer de l'eau du sol vers la plante.

Deux processus principaux au sein du sol vont jouer sur la biodisponibilité de l'eau pour une plante : les processus matriciels d'une part et les processus salins d'autre part.

2.3.1 Les processus matriciels

La liaison de l'eau au solide, appelée aussi matricielle, deviendra d'autant plus importante que l'eau y sera retenue dans une porosité de plus en plus fine. On peut grossièrement estimer que lorsque l'eau sera retenue au sein des agrégats dans une porosité inférieure à 0,2 micromètre, elle ne peut plus alors être prélevée par une plante au sein du sol qui a atteint le point dit de flétrissement et entraîne un phénomène de sécheresse.



Eau liée

Porosité < 0.2 μm

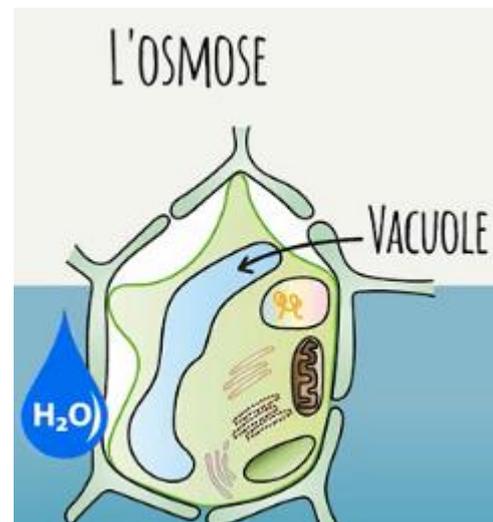
Eau capillaire

Porosité > 0.2 μm

Eau de saturation

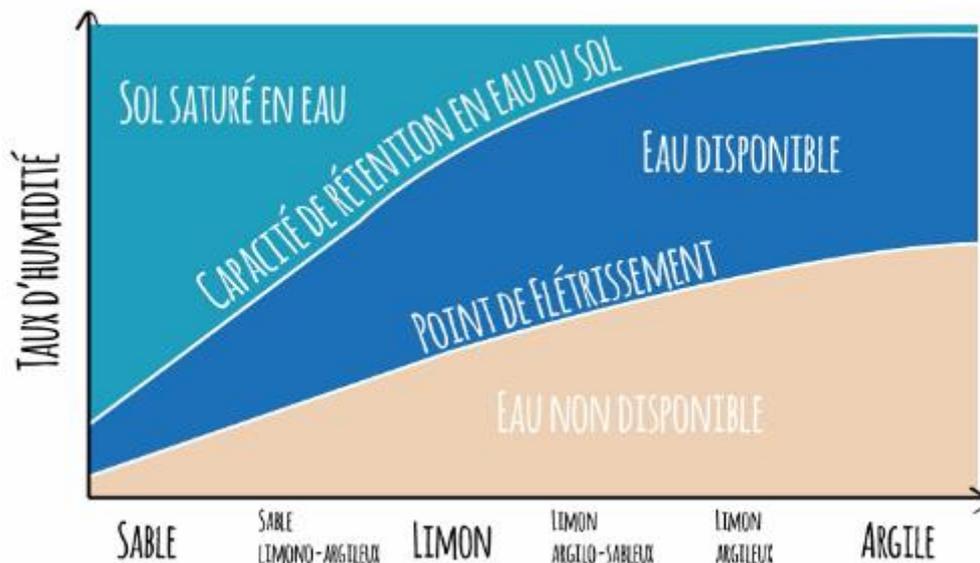
2.3.2 Les processus salins

La salinité de la solution du sol sera aussi une limite aux prélèvements d'eau par la plante due aux phénomènes d'origine osmotique. Lorsqu'elle devient trop salée (cas du littoral maritime ou bords de route après salage par exemple), les plantes non adaptées aux fortes salinités présenteront des nécroses foliaires marginales.



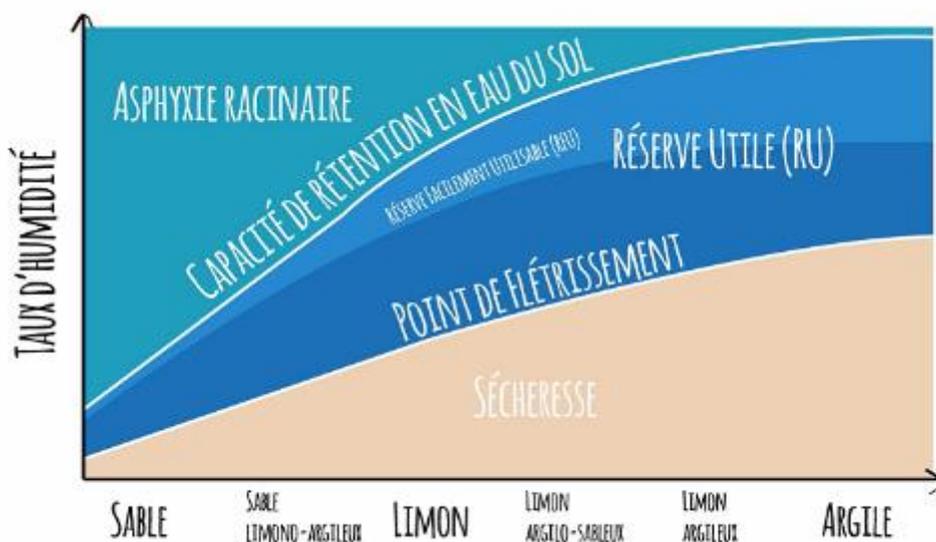
L'approche la plus simple de la biodisponibilité reste cependant l'approche **quantitative** : lorsque la quantité d'eau présente dans un sol diminue, l'eau est retenue dans des pores de plus en plus fins et la biodisponibilité sera de plus en plus faible.

La relation teneur en eau-biodisponibilité est **propre à chaque sol** et fonction de sa distribution porale (volume et dimension de pores), directement liée à sa texture et à sa structure.



La quantité d'eau biodisponible dans un sol entre la **capacité de rétention** (état ressuyé après un épisode pluvieux important) et la quantité d'eau encore présente au seuil de biodisponibilité pour la plante (**point de flétrissement**) s'appelle la **réserve utile (RU)**.

La proportion de cette réserve utile qui correspond à la zone de confort (stress hydrique encore très limité et réversible) s'appelle la **réserve facilement utilisable (RFU)**.



3 La lumière

La lumière a un rôle énergétique et agit aussi comme signal.

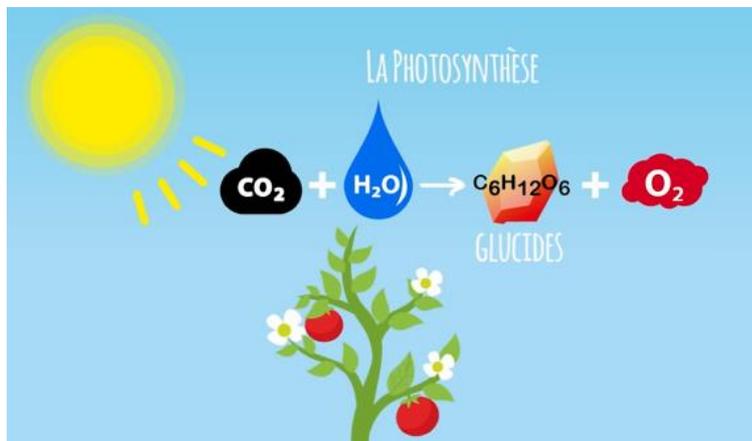
La lumière visible peut être décomposée en lumières de différentes couleurs, que l'on peut voir en regardant un arc en ciel.

La quantité et la qualité (couleurs) de la lumière reçue par la plante peuvent varier.

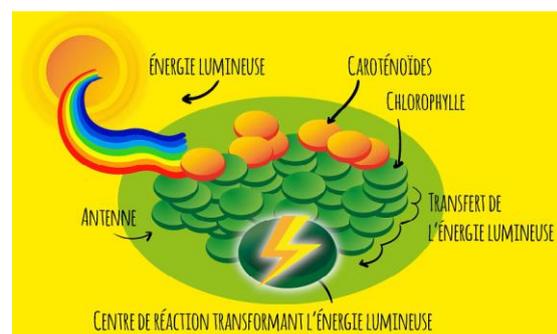
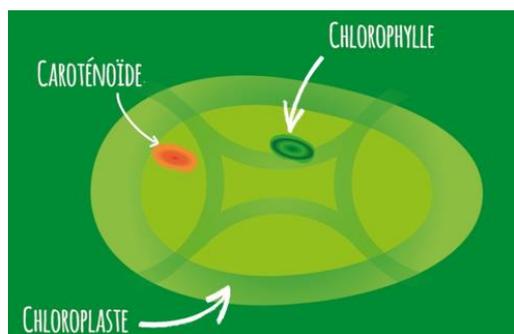
MOOC Santé des plantes : de l'observation au diagnostic - 2017
Plus d'informations sur www.jardiner-autrement.fr

3.1 Le rôle énergétique de la lumière

La lumière est une source d'énergie que la plante transforme pour synthétiser les molécules dont elle aura besoin (c'est la photosynthèse).



La lumière est captée au niveau des feuilles par des pigments qui sont les caroténoïdes et les chlorophylles. Les caroténoïdes sont jaunes/orange tandis que les chlorophylles sont vertes. Cette lumière est transmise vers un centre de réaction qui la convertit en énergie chimique.



Même si la lumière semble bénéfique pour la plante puisqu'elle sert à la nourrir, trop de lumière peut être néfaste. On classe les plantes selon leur faculté à supporter la lumière : on parle de plantes d'ombre ou de plantes de lumière. Des adaptations sont possibles mais une plante d'ombre soumise à une trop forte lumière souffrira et pourra mourir : les feuilles changent de couleur ou présentent des taches blanches ou rouge-brun, elles peuvent tomber et la plante risque alors de mourir. Même pour les plantes « habituées », les feuilles peuvent perdre leur chlorophylle dans le cas d'un éclaircissement trop fort combiné à des températures basses.

3.2 Le rôle de signal de la lumière

La lumière peut jouer aussi un rôle de signal à peu près de la même façon que le passage d'un feu vert ou rouge. En effet, les plantes possèdent des photorécepteurs qui leur permettent de percevoir la quantité de la lumière et sa qualité (couleurs), la direction de la lumière et la durée de l'éclaircissement journalier. Ce système lui permet entre autres de s'adapter à la concurrence avec les plantes voisines ou celles qui lui font de l'ombre. Si la densité des plantes est élevée celles au centre vont s'allonger pour avoir des conditions lumineuses plus favorables, mais ces plantes risquent d'être plus fragiles.

La lumière bleue permet à la plante d'orienter sa croissance vers la source lumineuse. Elle permet aussi de réguler l'ouverture des stomates.

La plante est capable de reconnaître les saisons (jours courts en hiver et jour longs en été). La durée quotidienne de jour est appelée photopériode. Sa durée influence la mise à fleur chez certaines plantes.

Ainsi pour le fuchsia et le fraisier des jours longs ou des nuits courtes vont induire la floraison.

Alors que pour le pétunia ou le chrysanthème, ce sont des jours courts ou des nuits longues qui vont induire la floraison.

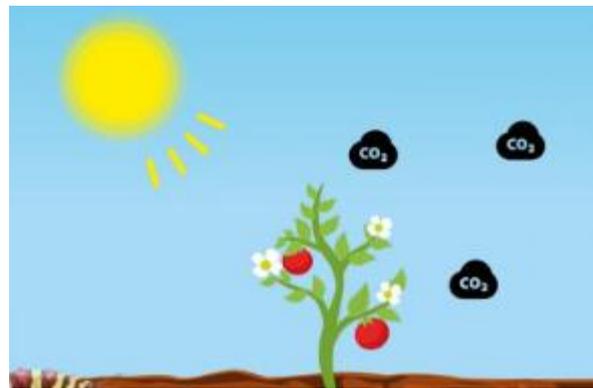
4 Rôle des échanges gazeux

Comme indiqué en introduction, la plante a besoin de sucres pour vivre et grandir.

Les glucides peuvent être stockés, comme dans l'amidon, et servir de source d'énergie pour synthétiser les éléments dont a besoin la plante comme les protéines ou encore les lipides.

Les glucides sont également inclus dans la structure végétale. Par exemple ils sont présents dans la cellulose, élément principale des parois de cellules végétales.

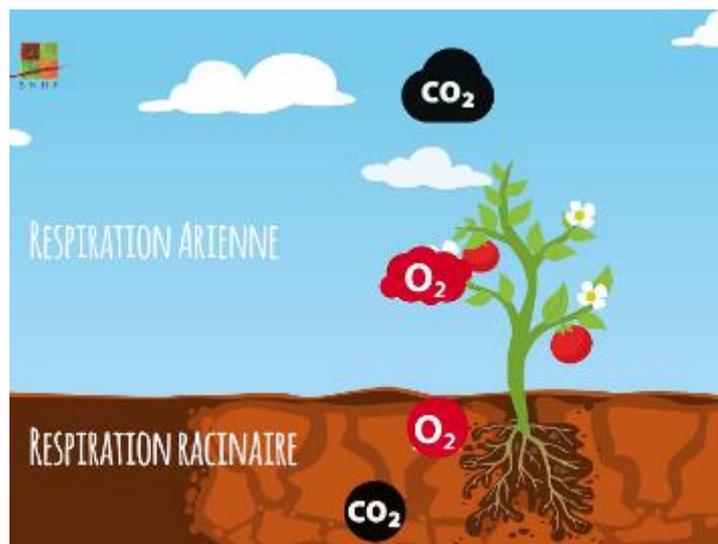
Pour fabriquer des sucres, la plante a besoin d'énergie lumineuse mais aussi de carbone apporté par le gaz carbonique de l'air. Au cours de la photosynthèse qui a lieu seulement dans les organes contenant de la chlorophylle, de l'oxygène est produit.



4.1 La respiration

Comme nous, les plantes respirent. La respiration a lieu aussi bien dans la partie aérienne que racinaire. Elle permet de dégrader des molécules pour en tirer de l'énergie. La respiration consomme de l'oxygène et produit du gaz carbonique (c'est l'opposé pour la photosynthèse).

Dans les parties aériennes de la plante, les échanges gazeux se font principalement au niveau des stomates. Les stomates régulent donc à la fois les échanges d'eau, de gaz carbonique et d'oxygène dans les organes aériens.



Quand la plante ferme ses stomates pour éviter des pertes en eau, le gaz carbonique ne peut plus entrer et la photosynthèse est ralentie.

4.2 La biodisponibilité de l'oxygène

La biodisponibilité de l'oxygène dans le sol traduit la possibilité pour une plante d'y trouver suffisamment d'oxygène pour assurer ses besoins de respiration au niveau des racines.

La disponibilité en oxygène au voisinage des racines est fonction des possibilités de transfert de l'oxygène depuis la surface. Ces transferts ne peuvent se réaliser rapidement que via la porosité occupée par l'air ou la phase gazeuse, c'est-à-dire la plus grossière.



Les sols peuvent être saturés en eau soit par des phénomènes de présence de nappe ou par absence de porosité grossière dite de drainage. Dans ce cas, ils n'offriront pas suffisamment de phase gazeuse connectée et entraîneront l'asphyxie racinaire des plantes qu'ils supporteront.

5 Les éléments minéraux

Certains minéraux sont indispensables aux plantes soit parce qu'ils entrent dans la structure de molécules très importantes (protéines, ADN, chlorophylle) soit parce qu'ils sont essentiels pour le métabolisme (réactions de synthèse et dégradation des molécules).

Comme l'eau, les minéraux sont absorbés au niveau des poils absorbants.

5.1 Les différents minéraux

On distingue les éléments structuraux (ou macroéléments) et les éléments réactionnels (microéléments).

Dans les macroéléments on peut noter l'azote, le phosphore, le calcium, éléments présents en grandes quantités dans la plante. Ces éléments sont en proportions pratiquement constantes suivant les différents végétaux.

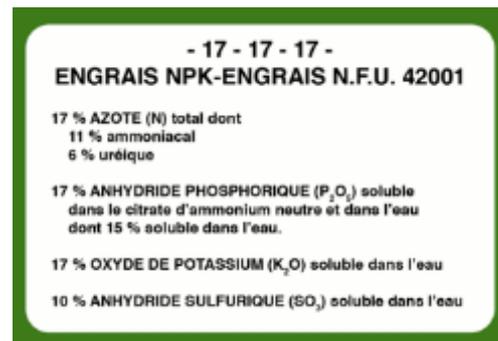
- **Azote (N)** : constituant de l'ADN, des protéines, certains lipides, chlorophylle
- **Phosphore (P)** : constituant de l'ADN et des lipides des membranes, activation des enzymes, énergie

- **Potassium (K)** : rôle dans la turgescence des tissus, contrôle de l'ouverture des stomates, transport des sucres,
- **Soufre (S)** : protéines
- **Calcium (Ca)** : constituant des parois végétales, activités enzymatique
- **Magnésium (Mg)** : chlorophylle

Au contraire, les microéléments, ou oligoéléments sont présents en petites quantités par rapport aux macroéléments. Leur proportion va être variable suivant les végétaux.

- **Fer (Fe)** : synthèse de la chlorophylle
- **Manganèse (Mn)** : nécessaire à la photosynthèse
- **Zinc (Zn)** : synthèse d'hormones
- **Bore (Bo)** : synthèse paroi, transport des sucres, germination
- **Molybdène (Mo)** : assimilation de l'azote
- **Cuivre (Cu)** : métabolisme carboné et azoté

Lorsque vous achetez un paquet d'engrais vous trouverez la dénomination N-P-K qui signifie azote-phosphore-potassium, qui sont les éléments principaux que vous allez trouver dans cet engrais, et les proportions en pourcentage des différents composés.



5.2 Carences et excès

Les minéraux doivent être apportés dans des concentrations adéquates : ni trop faibles ni trop fortes sinon on observera des symptômes de carences ou d'excès.

Les effets des carences sont variables suivant les végétaux.

Les plus courants sont une mauvaise croissance, un jaunissement (chlorose), des tâches sur les feuilles, un enroulement des feuilles.

Les symptômes de carence pourront apparaître sur différentes parties. Sur les feuilles les plus âgées ou les plus jeunes. Cela dépend de la mobilité du minéral dans la plante.

- Le calcium et le fer sont immobiles ;
- L'azote, le phosphore, le potassium et le magnésium, sont au contraire mobiles ;
- Le soufre est peu mobile.

L'azote, par exemple, est un élément qui est très mobile dans la plante. En conséquence, les carences vont être observées principalement sur les feuilles les plus âgées et vont se traduire par un jaunissement qu'on appelle chlorose.

*MOOC Santé des plantes : de l'observation au diagnostic - 2017
Plus d'informations sur www.jardiner-autrement.fr*

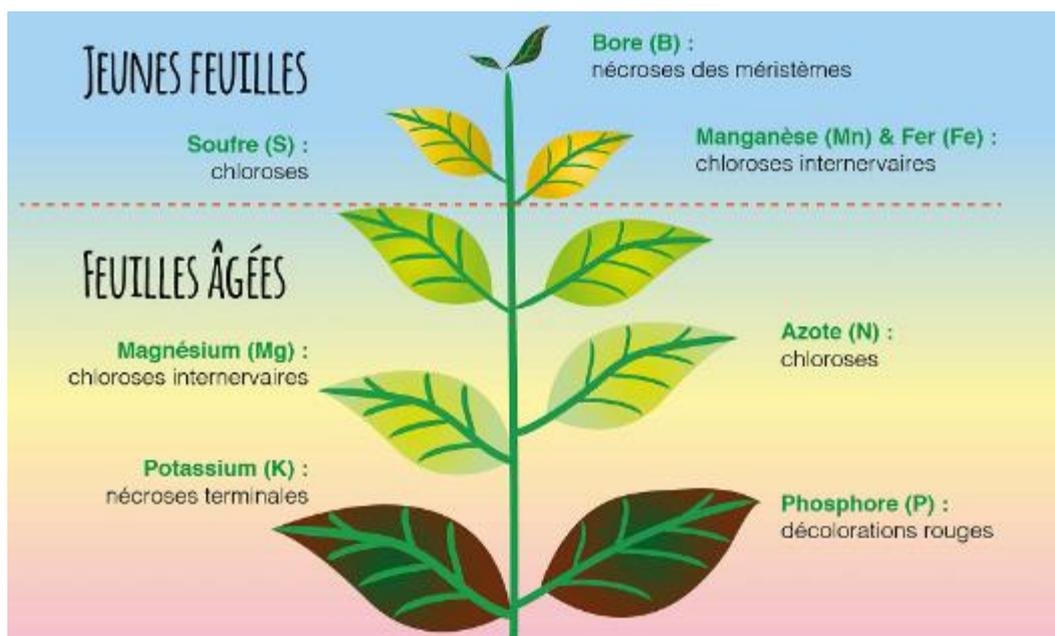
Le soufre au contraire est un élément qui est peu mobile dans la plante. En conséquence, les symptômes seront visibles sur les jeunes feuilles et se traduiront par une chlorose de la même manière que l'azote.

Des éléments minéraux présents dans les parties plus âgées peuvent migrer en cas de besoin vers des parties jeunes, en développement.

En cas de carence d'azote dans le sol, l'azote qui se trouve dans les feuilles les plus âgées va migrer vers les feuilles en formation. C'est un élément mobile. On verra les effets de la carence en azote d'abord dans les feuilles les plus âgées (qui vont s'appauvrir en azote au profit des feuilles jeunes). Si on reste en carence on verra ensuite les effets également sur les feuilles jeunes.

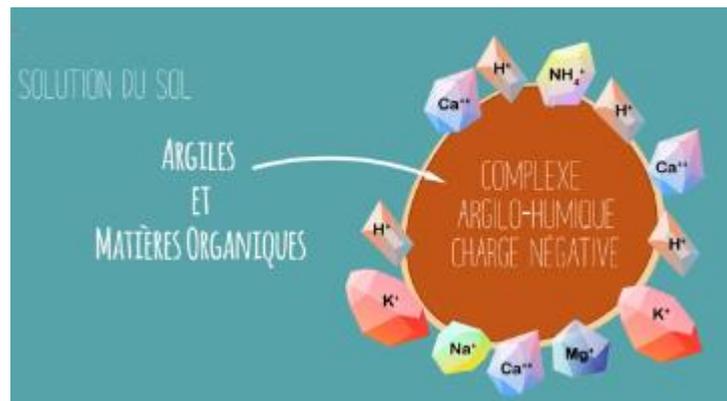
Si un élément minéral est peu mobile il ne pourra pas être transporté des feuilles âgées vers les feuilles en développement. En cas de carence, on verra donc d'abord les symptômes sur les feuilles les plus jeunes.

Par exemple le calcium est très peu mobile donc en cas de carence les feuilles les plus âgées ne pourront pas envoyer leur calcium aux organes en développement, on va observer des nécroses (mort des tissus) sur ces organes.



5.3 Les minéraux dans le sol

Une partie des éléments de la nutrition des plantes seront stockés sur la Capacité d'Echange Cationique (CEC). C'est une autre propriété originale des sols due à la présence dans les sols de solides dont les surfaces sont électriquement chargées. Ce sont principalement les argiles et la matière organique (MO), et leur association dans ce que l'on appelle le complexe argilo-humique.



Les surfaces de ces solides sont chargées négativement et susceptibles de retenir à l'interface solide-eau des cations (ions positifs) intéressants pour la nutrition (calcium, magnésium, potassium...) mais aussi du sodium en milieu salé ou des éléments trace-métallique (ETM) en milieu pollué (cuivre, plomb, mercure...).

La CEC s'exprime en meq (ou millimole de charge) par kg de sol, elle varie de quelques dizaines pour les sols sableux pauvres en MO à quelques centaines pour les sols argileux. Plus un sol aura une CEC élevée, plus sa fertilité potentielle sera importante si elle est occupée par des minéraux utiles aux plantes.

Pour les six macroéléments de la nutrition, la fertilité en milieu naturel sera directement liée à la richesse en matière organique (azote, soufre et phosphore), à l'importance de la CEC et sa garniture en ions bénéfiques à la plante (calcium, magnésium, potassium et phosphore).



Sans apport extérieur et avec une activité microbiologique normale, sulfate, nitrate, ammoniacque et phosphate sont issus de la minéralisation de la matière organique. L'ammoniacque peut être fixée sur la CEC ou directement prélevée par les plantes, mais sa durée de vie n'est que de quelques jours dans un sol.

Calcium, magnésium et potassium seront issus de la désorption des ions fixés sur la CEC.

À pH moyen, les phosphates par association avec le calcium peuvent être fixés sur la CEC ou précipités, donc non assimilables lorsque le sol a un pH élevé.

5.4 La fertilité du sol

L'approche de la fertilité d'un sol passera par l'analyse de trois facteurs prépondérants

- sa richesse en matière organique,
- sa CEC
- et le pH approché par un extrait (généralement à l'eau).

L'évaluation du niveau de fertilité d'un sol se fait à partir d'une analyse (taux de matière organique, pH, calcium, magnésium, potassium échangeable, phosphore assimilable).

L'interprétation des valeurs analysées se fait au sein d'un corpus de normes propres aux méthodes analytiques utilisées et issues de l'expérience.

En France, une soixantaine de laboratoires sont agréés pour réaliser ces analyses et les commenter.

Le pH de la solution du sol a très peu de conséquences directes sur la nutrition des plantes. Par contre il a un impact direct sur la disponibilité de certains éléments et constitue un des principaux facteurs de dysfonctionnement d'origine abiotique des relations sol-plante. Les phénomènes les plus courants sont :

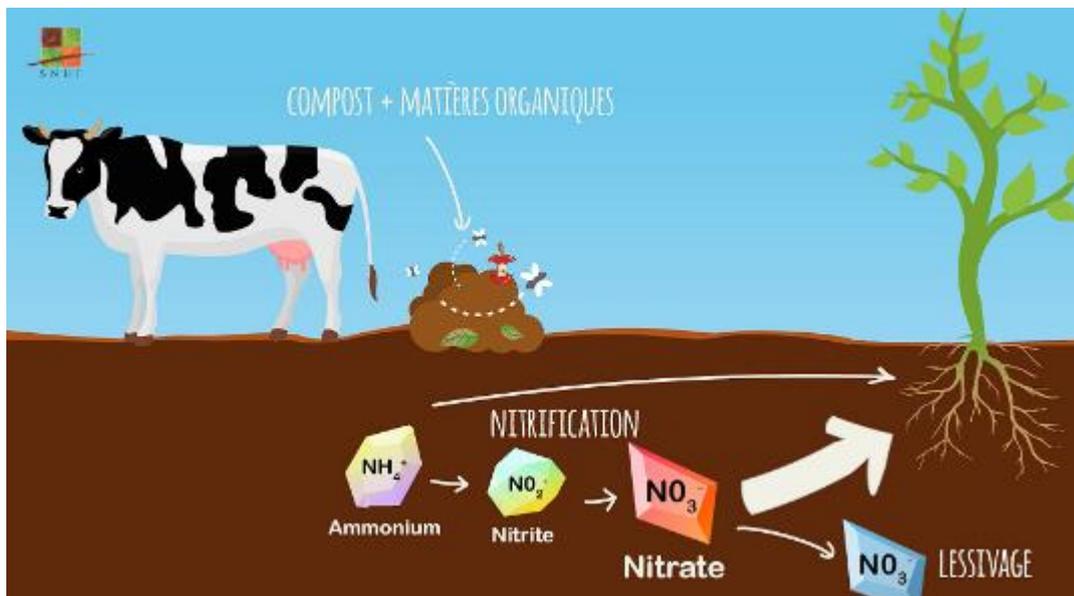
- la faible biodisponibilité dès que le pH s'élève de certains éléments indispensables à la nutrition (fer) ;
- la forte biodisponibilité d'éléments phytotoxiques comme l'aluminium aux pH faibles.

On trouvera ainsi à pH faible, les plantes sensibles à la carence ferrique et tolérantes à la toxicité aluminique.

L'appréciation de la biodisponibilité de l'azote dans le temps pose de grandes difficultés.

Tous les processus de transformation comme la minéralisation de la matière organique ou la nitrification sont liés à l'activité de micro-organismes divers avec des cinétiques fonctions de la température et de l'humidité, et très délicates à appréhender.

L'ion nitrate représente la forme la plus oxydée et la plus consommée par les plantes. Mais elle n'est pas fixée dans le sol et peut rapidement être lessivée hors de portée des racines avec des pluies excédentaires. En sol sableux par exemple, 10mm de pluviométrie peuvent entrainer les nitrates sur 10cm dans le sol.



SEMAINE 3 – LES RAVAGEURS DES PLANTES

1 Relation plante – animal

Un ravageur est un organisme nuisible qui vit directement aux dépens de plantes ou de denrées en provoquant des dommages. Ce terme s'applique surtout aux animaux.

On utilise aussi le terme de déprédateur moins pratique à l'oral quand on parlera de prédateurs des déprédateurs.

On appelle organisme nuisible un organisme vivant appartenant au règne animal ou végétal, ainsi que les virus, bactéries ou autres agents pathogènes, dont la présence n'est pas souhaitée:

- nuisible soit parce qu'il est considéré comme un ennemi des végétaux ou des produits végétaux,
- nuisible soit parce qu'il produit un effet néfaste pour l'homme, les animaux ou l'environnement.

Un auxiliaire est un animal prédateur ou parasitoïde qui, par son mode de vie, apporte son concours à la destruction de ravageurs nuisibles aux cultures. C'est notre auxiliaire pour protéger la plante.

Un prédateur est un organisme animal qui poursuit et capture des proies vivantes pour s'en nourrir, ou pour alimenter sa progéniture. Certains insectes paralysent les proies qu'ils destinent à leurs larves.

Un parasitoïde est un organisme animal ou végétal qui se développe aux dépens d'un hôte dont il entraîne obligatoirement la mort.

On distingue l'endoparasitoïde qui se développe à l'intérieur de l'hôte, et l'ectoparasitoïde qui évolue à l'extérieur de l'hôte.

Le parasitoïde se distingue du parasite qui est un organisme animal ou végétal qui se développe aux dépens d'un hôte, pendant tout ou partie de son cycle vital en lui portant préjudice sans entraîner obligatoirement sa mort (ex : puces, tique, gui, orobanche).

1.1 Dégâts

Les dommages ou dégâts causés aux plantes ou aux denrées sont de types et d'importance variés. Ils peuvent être quantitatifs en affectant le rendement, ou qualitatif.

Ils peuvent aussi affecter la qualité :

- esthétique en modifiant l'aspect (image de légume déformé)
- gustative en modifiant le goût
- alimentaire en modifiant les composants de la plante
- sanitaire par la présence de substances toxiques ou allergènes

Ils peuvent rendre une plante impropre à son utilisation non alimentaire : comme le chauffage, la construction, l'artisanat ou autre. Par exemple, une thendrede, hyménoptère qui induit une galle dans les tiges de saule, rend ces tiges impropres à la vannerie

Ils peuvent être dangereux pour la sécurité, par le risque de chute de branche par exemple.

1.1.1 Les dommages peuvent être directs ou indirects.

Les dommages directs sont la conséquence directe de la présence du ravageur, le plus souvent de son alimentation. Ils peuvent toucher toutes les parties de la plante.

Les dommages indirects sont liés aux conséquences de la présence d'un ravageur. On voit le symptôme, mais pas le ravageur qui en est la cause. C'est le cas des maladies virales transmises aux plantes par des insectes piqueurs. C'est le aussi cas de la fumagine : les traces noires à la surface des feuilles ou des fruits correspondent au développement de champignons noirs sur le miellat qui correspond lui-même aux déjections d'insectes se nourrissant de sève comme des pucerons ou des cochenilles. Dans ce cas les insectes peuvent même se trouver sur une autre plante que celle où l'on voit la fumagine, comme c'est le cas sous des érables par exemple.

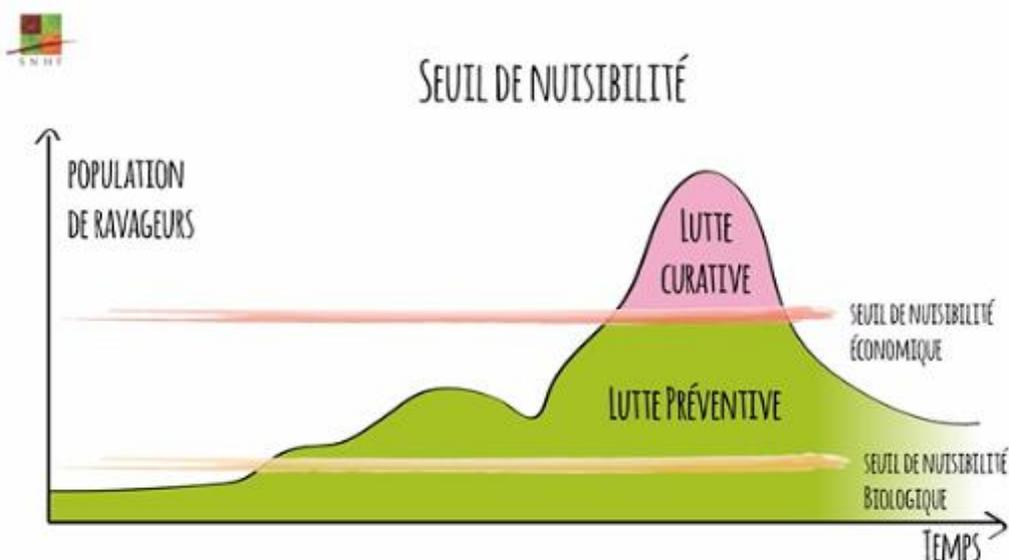
1.2 Nuisibilité

La nuisibilité est l'effet négatif sur la croissance et le développement d'une plante cultivée induit par la présence d'ennemis des cultures.

La notion de nuisibilité dépend de ce que nous attendons des plantes en termes quantitatifs et qualitatifs. Le seuil au-delà duquel nous n'acceptons plus les dommages.

Le seuil biologique de nuisibilité est le niveau d'infestation à partir duquel une diminution de rendement ou de qualité est statistiquement décelable.

Le seuil économique de nuisibilité est le niveau d'infestation à partir duquel l'effet sur la diminution de rendement ou de qualité est supérieur au coût des moyens mis en œuvre pour lutter contre l'ennemi de la culture. L'intervention est alors rentable.

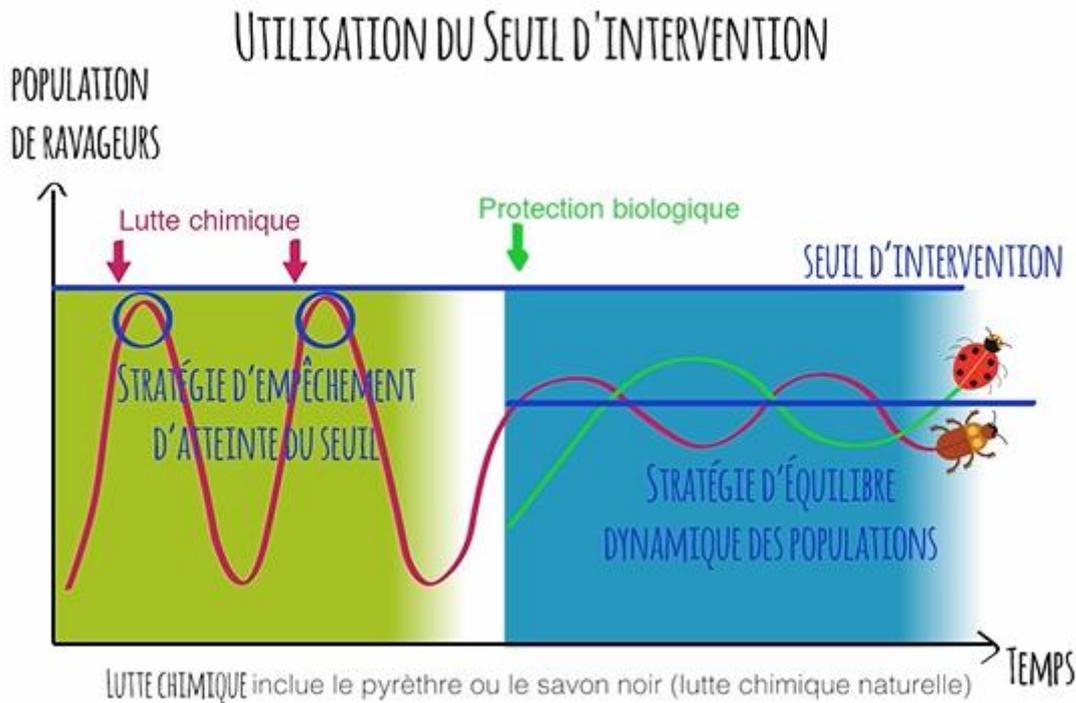


Le seuil de nuisibilité varie pour un même ravageur avec :

- la culture (techniques, variétés, ...),
- le stade de la plante,

MOOC Santé des plantes : de l'observation au diagnostic - 2017
Plus d'informations sur www.jardiner-autrement.fr

- les conditions climatiques,
- les conditions économiques.



Ce schéma permet de comprendre l'utilisation du **seuil d'intervention**. On représente le niveau de population du ravageur en fonction du temps.



Le ravageur voit sa population augmenter jusqu'à un certain niveau à partir duquel la population diminue formant ainsi des successions d'augmentation et de diminution de population.



Les auxiliaires modulent l'évolution des ravageurs. Lorsque la population de ravageurs augmente, elle est freinée par les populations d'auxiliaires. Quand les populations d'auxiliaires diminuent, les populations de ravageurs augmentent à nouveau, et ainsi de suite.

On positionne le **seuil économique** en fonction du coût estimé des traitements par rapport à la perte de rendement ou de qualité.

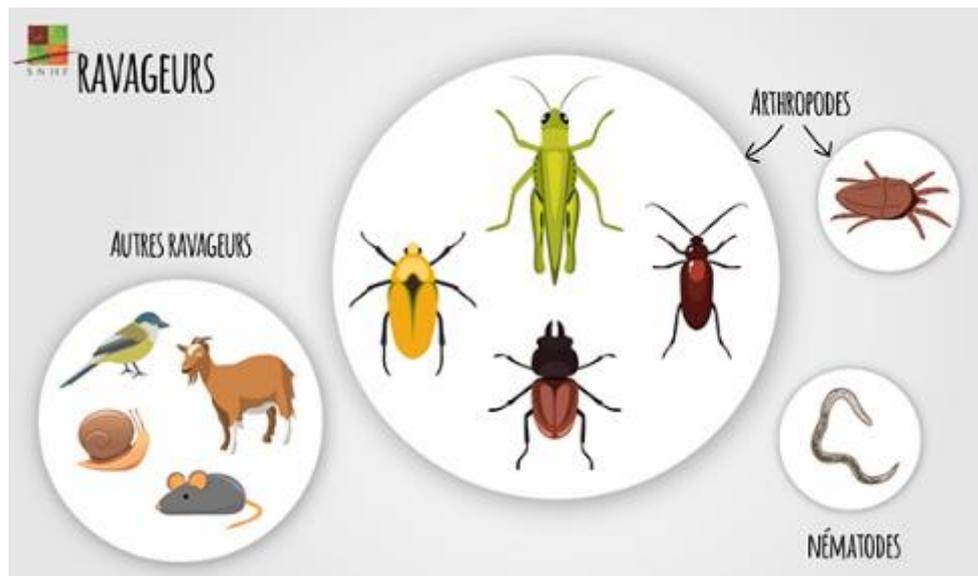
L'intervention chimique se fait au moment où la population de ravageur va atteindre ce seuil. Ce schéma s'applique aussi pour des traitements à base de pyrèthre par exemple.

La protection biologique consiste au contraire à empêcher la population de ravageur d'atteindre le seuil en obtenant un équilibre dynamique entre les populations de ravageurs et d'auxiliaires.

2 Les insectes

Les animaux qui s'attaquent aux plantes cultivées appartiennent à plusieurs groupes, depuis les vers microscopiques comme les nématodes, jusqu'aux vertébrés, avec le lapin, le pigeon ou même l'éléphant.

Parmi ces animaux, que l'on appelle des ravageurs, les arthropodes, dotés des pattes articulées et d'un squelette externe, sont surreprésentés. Et parmi les arthropodes, nous nous intéresserons au groupe le plus important : celui des insectes.



Cette importance des insectes parmi les ravageurs est liée à l'interaction très forte qu'ils entretiennent avec leurs plantes hôtes depuis des temps très anciens, il y a plus de 300 millions d'années, bien avant que l'homme commence à cultiver les plantes il y a environ 10000 ans.

Cette longue relation entre les insectes et les plantes a permis l'évolution de systèmes et d'outils très perfectionnés pour exploiter au mieux le végétal. Et par conséquent, certains groupes d'insectes se sont spécialisés pour certaines familles botaniques.

Par exemple, le groupe des sitones, des petits charançons, s'est spécialisé dans la destruction des nodosités des légumineuses.



Photo 1 Sitone © Pest and Diseases Image Library, Bugwood.org

D'autres insectes se sont spécialisés pour un mode d'exploitation particulier.

MOOC Santé des plantes : de l'observation au diagnostic - 2017
Plus d'informations sur www.jardiner-autrement.fr

Par exemple, les pucerons se sont spécialisés dans la ponction de la sève élaborée des plantes, à travers un appareil buccal piqueur-suceur.



Photo 2 Pucerons © Anne-Gaelle Cabelguen

Un autre exemple que l'on peut citer : les capricornes sont des xylophages dont les larves creusent des galeries dans le bois. Leurs larves ont pris la forme de tunnelier, se sont musclées, leur donnant une force herculéenne. Et leur appareil digestif s'est adapté pour digérer la cellulose du bois.



Photo 3 Capricorne asiatique

Chacune de ces espèces est au fil du temps devenue extrêmement performante dans l'exploitation des ressources végétales.

- Des ravageurs généralistes s'attaquent à une large gamme d'hôtes, avec des performances moyennes.
- Alors que des spécialistes ne s'attaquent qu'à une gamme d'hôtes réduites, et sont devenus très performants pour les localiser et provoquer des dégâts supérieurs.

Par exemple, le puceron vert du pêcher est un généraliste. Il s'attaque d'abord au pêcher, puis s'étend sur des plantes maraichères. Les dégâts sont faibles mais sa propagation favorise la transmission de virus entre les différentes espèces de plantes.



Photo 4 Puceron vert pêcher *Myzus_persicae* © Scott Bauer

Alors que le puceron noir de l'artichaut est spécialisé et développe des colonies qui recouvrent entièrement la plante.



Photo 5 Pucerons noirs et œufs de coccinelles © Ansel Oommen, Bugwood.org

D'autre part, beaucoup d'insectes se sont adaptés à nos façons de produire ou de cultiver les plantes dans les champs ou les jardins : ils développent des résistances aux insecticides les plus utilisés ou s'adaptent aux nouvelles variétés prisées des jardiniers.

Le doryphore en est un bel exemple : initialement il ne s'attaquait qu'à des Solanacées sauvages du Mexique. A la fin du 19ème siècle, il s'est adapté à la culture de pomme de terre aux Etats-Unis.



Photo 6 Doryphore de pomme de terre adulte et larve © Anne-Gaëlle Cabelguen

MOOC Santé des plantes : de l'observation au diagnostic - 2017
Plus d'informations sur www.jardiner-autrement.fr

Les moyens de lutte contre ces insectes, qu'ils s'agissent de produits chimiques, d'auxiliaires ou de moyens physiques s'appuient sur la connaissance de la biologie de ces insectes. Et notamment de la façon dont ils consomment les plantes.

Ces connaissances sont rendues d'autant plus nécessaires pour l'utilisation de méthodes alternatives, plus spécifiques que les produits phytosanitaires, et qui nécessitent des conditions d'application plus précises.

Plus on souhaite s'affranchir de l'utilisation des produits phytosanitaires au jardin, mieux on doit connaître ces insectes.

Les ravageurs peuvent être regroupés en fonction des types de dégâts qu'ils causent.

2.1 Les rhizophages

Les insectes qui s'attaquent aux racines, les rhizophages, vont provoquer des dégâts directs sur les légumes racines.

L'asticot de la mouche du chou, ravageur spécifique des brassicacées légumières, creuse des galeries dans les racines charnues. Ce qui affecte la qualité de la production mais crée également des portes d'entrée pour des moisissures.



Photo 7 Mouche du chou Delia radicum © Rasbak

Ce type de ravageur peut aussi altérer la capacité de la plante à s'approvisionner en eau et éléments minéraux. Ce qui va réduire sa croissance et la rendre plus sensible aux épisodes de sécheresse.

Par exemple les larves d'otiorhynque détruisent les racines de nombreuses plantes en pot. Ces plantes ont une croissance réduite mais semblent en bonne santé, ce n'est qu'en cas d'oubli d'un arrosage qu'elles dépérissent très rapidement.



Photo 8 Larve d'otiorhynque © Peggy Greb, USDA Agricultural Research Service, Bugwood.org

Les larves de sitones, un autre charançon, détruisent les nodosités des légumineuses qui sont les organes de fixation de l'azote atmosphérique. Cette destruction anéantit l'intérêt principal des légumineuses à fournir de l'azote pour les cultures suivantes.



Photo 9 Larve de *Sitona lineatus* (L.) © Carré S. / INRA

Les ravageurs des parties aériennes sont les plus nombreux et peuvent se répartir en fonction de la façon dont ils consomment le végétal.

2.2 Les défoliateurs

Les défoliateurs grignotent les feuilles grâce à leurs pièces buccales de type broyeur. Les mandibules développées leur permettent de découper le végétal. On reconnaît ce type de pièce buccale à la présence de deux paires de palpes, petites antennes situées de part et d'autre des mandibules.

Ils vont réduire la photosynthèse et entraîner la destruction des jeunes plants.

Les altises qui sont des petits coléoptères vont détruire les jeunes plants de choux et radis par exemple. Sur des légumes feuilles, ils affectent directement la production.



Photo 10 Altise du chou © Anne-Gaelle Cabelguen

Les chenilles noctuelles sur choux ou laitues vont consommer et souiller les parties comestibles.



Photo 11 Piéride du chou © Gilles Carcassès

Sur les plantes ornementales cultivées pour leur feuillage les dégâts seront d'ordre esthétique. L'adulte de l'otiorhynque ou poinçonneur des lilas découpe des encoches la nuit sur le pourtour des feuilles de nombreux arbustes.



Photo 12 Dégâts d'otiorhynque © Whitney Cranshaw, colorado State University, Bugwood.org



Photo 13 Otiorynque adulte © Denny Bruck

2.3 Les suceurs de sève

Les suceurs de sève sont exclusivement des hémiptères. Ils sont équipés d'un rostre refermant des stylets qui leur permettent de piquer la plante et sucer la sève.

La sève est un aliment très déséquilibré au niveau nutritionnel : avec beaucoup d'eau et de sucre et peu d'éléments azotés ou minéraux. Ces insectes vont donc devoir en filtrer de grande quantité pour acquérir ces nutriments et rejeter de l'eau et du sucre.

Certains sont spécialisés pour s'alimenter de sève brute, et sécrètent un liquide peu sucré qui va goûter de la plante.

Par exemple le cercope sanguin s'alimente sur des plantes en pleine croissance au printemps et les larves produisent une mousse qui les recouvre et les protège, les fameux crachats de coucou.



Photo 14 Cercope sanguin © Anne-Gaelle Cabelguen

Pour tous ces suceurs de sève brute les dégâts directs sont assez faibles, puisqu'à cette période de l'année les plantes produisent de grandes quantités de sève.

D'autres sont spécialisés pour l'alimentation en sève élaborée et sécrètent un miellat visqueux et collant. Ce miellat recouvre la plante, peut entraîner des brûlures, mais va principalement être un substrat pour un cocktail de champignons que l'on appelle la fumagine. Elle va bloquer la photosynthèse de la partie recouverte. Le miellat peut déprécier la qualité esthétique du végétal. Cela

peut devenir gênant pour les personnes passant sous ces végétaux, et même devenir dangereux lorsqu'il recouvre les panneaux de signalisation ou les parebrises des voitures.

Le miellat constitue également une ressource alimentaire pour de nombreux insectes dont les fourmis, qui élèvent les pucerons, les protègent et les exploitent comme un troupeau. Les auxiliaires naturels auront des difficultés à accéder aux proies lorsque les fourmis sont là.

Le prélèvement de sève affaiblit la plante et les substances injectées lors de la pique vont entraîner des déformations du végétal lors de sa croissance, ou encore transmettre des virus aux plantes.

Les principaux représentants de cette catégorie sont bien sûr les pucerons. Mais on peut également trouver les aleurodes, les psylles ou encore les cochenilles.

2.4 Les videurs de cellule

Les videurs de cellule sont des hémiptères, thrips ou des acariens. Ils ont des pièces buccales de type piqueur ou piqueur-suceur, moins perfectionnées que les suceurs de sève.

Les principaux dégâts sont des décolorations : les cellules vidées meurent et se décolorent. Ces insectes peuvent transmettre des virus ou affecter la photosynthèse et donc la croissance de la plante.

Les plantes aromatiques comme le thym, le romarin ou la menthe sont attaquées par des cicadelles qui décolorent les feuilles et bloquent la croissance de la plante. La bordure de la feuille se recourbe et sèche c'est ce que l'on appelle les grillures.

Chez les thrips, l'aspiration du contenu de la cellule s'accompagne de l'injection d'une salive toxique qui va entraîner la formation d'une plage décolorée et brillante autour de la cellule, ce que l'on appelle une argenture.

Dans la rue, les feuilles de platanes sont décolorées par le tigre du platane. Il sécrète un miellat très visqueux semblable à la mélasse qui recouvre les terrasses de café et les parebrises des voitures.



Photo 15 Punaise Tigre du platane au stade adulte © INRA



Photo 16 Dégâts tigre du platane © Whitney Cranshaw, Colorado State University, Bugwood.org

2.5 Les endophytes

Les endophytes sont des insectes qui effectuent une partie de leur cycle à l'intérieur des différents organes de la plante.

Certains se développent dans l'épaisseur de la feuille et créent des galeries que l'on nomme des mines. Et qui sont généralement sans conséquence.

Certains sont plus préoccupants comme la mineuse du marronnier, dont l'abondance affecte la qualité esthétique des arbres.

D'autres se développent dans les tiges creuses des graminées ou de certains arbustes comme le sureau. Ce sont des foreurs de tiges.

En agriculture, la pyrale du maïs se développe à l'intérieur de la tige ou de la rafle et entraîne des risques de casses ou de moisissures.



Les larves des xylophages se développent à l'intérieur du tronc ou des branches des arbres ou arbustes. Lorsque le bois est déjà mort cela ne pose pas de soucis. Mais lorsqu'il s'agit des charpentières ou du tronc de fruitier cela est plus gênant. Leur détection est souvent difficile et trop tardive. Ils entraînent des chutes de branches, créent des portes d'entrée pour les maladies comme les chancres, affectent la qualité du bois et la production de l'arbre.

On peut les reconnaître assez facilement en fonction de la forme de la larve ou de la galerie. Les capricornes creusent des galeries dont l'entrée est en forme de tic-tac, les entrées de bupreste sont plus rondes.

Les carpophages s'attaquent aux fruits, qu'ils soient murs ou en cours de développement et sont très préjudiciables à la qualité de la récolte. Le fruit est un organe sucré, la porte d'entrée aux moisissures par leurs galeries est d'autant plus néfaste. Leur vie se déroule principalement sous forme larvaire dans les fruits. La vie au stade adulte est généralement très courte ce qui entraîne des difficultés pour les contrôler.

Le carpocapse est une chenille qui se développe à l'intérieur de la pomme et en consomme les pépins. Sa galerie est souvent le point de départ d'une moniliose. Le trou d'entrée est large et rempli de sciure. Un halo rougeâtre peut être visible sur les variétés de couleur claire.

Drosophila suzuki, est une petite mouche d'origine asiatique qui envahit le territoire et s'attaque aux fruits rouges pas encore murs. Contrairement aux autres drosophiles qui ne peuvent pondre que dans des fruits en décomposition, *drosophila suzuki* possède un ovipositeur dentelé qui lui permet d'entailler les fruits verts et d'y pondre à l'intérieur. Elle se distingue de la mouche de la cerise, *dosphilia suzuki* pond plusieurs œufs par fruit.

Le balanin est un charançon dont la femelle pond les œufs sur la noisette verte. La larve se développe à l'intérieur de la noisette en la consommant. A l'automne, l'adulte creuse un trou circulaire et s'enfouit dans le sol pour y passer l'hiver.



Photo 17 Balanin, *Curculio nucum* © Mathias Krumbholz

2.6 Les galligènes

Les insectes qui ont la relation la plus étroite avec leur plante hôte sont les galligènes.

Lors de la ponte, la femelle produit une substance analogue à une hormone de croissance végétale qui va prendre le contrôle localement du développement de la plante. La plante produit une structure qui héberge, protège et nourrit les larves en développement. A l'automne, les adultes sortent de ces galles. La plupart des plantes ce sont adaptées à ces galligènes et ne souffrent pas de ces interactions. Seuls quelques-uns sont des ravageurs.

Plusieurs groupes ont adopté indépendamment ce mode de vie très bénéfique : des pucerons, des cécidomyies et des guêpes de la famille des cynips. Chacune de ces espèces produit une galle de forme très différente, qui ne correspond pas à une structure végétale « normale ».

On peut citer la galle pomme de pin du chêne.

Le cynips du châtaignier, d'origine asiatique, est un organisme qui par son abondance et l'absence d'auxiliaire en Europe met en danger les châtaigneraies de Corse ou d'Ardèche. C'est aujourd'hui le seul galligène vraiment problématique.



Photo 18 Dégâts de cynips du châtaignier *Dryocosmu kuriphilus* © F. Ceragioli



Photo 19 Adulte de *Dryocosmus kuriphilus* (c) Gyorgy Csoka, Hungary Forest Research Institute, Bugwood.org

La multitude des modes de vies et des interactions entre les plantes et les insectes que l'on vient de voir, explique la diversité des stratégies de protection à mettre en œuvre pour les contrôler.

3 Les acariens

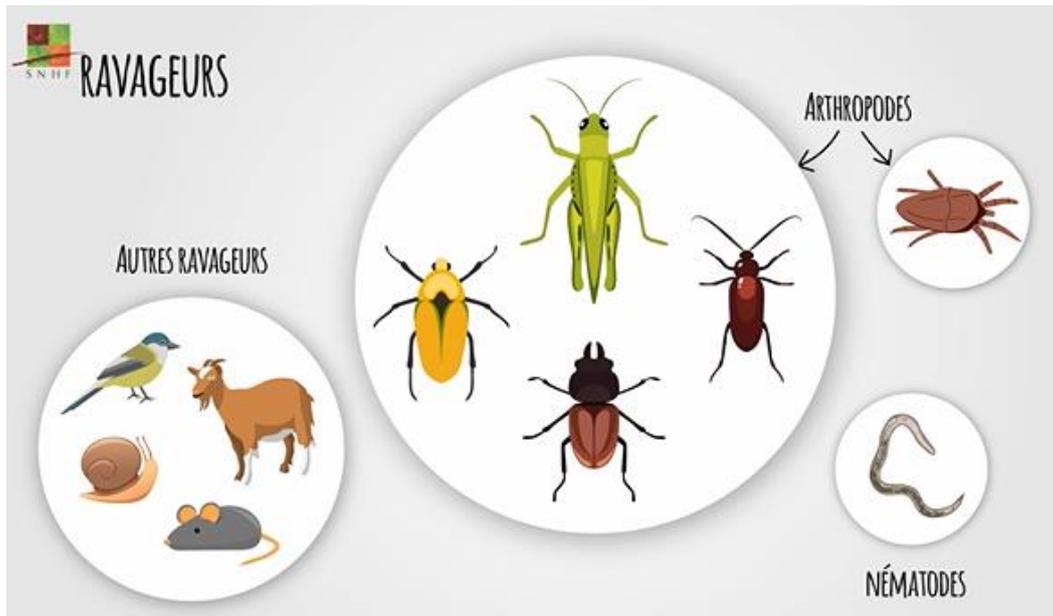
Il y a des acariens partout : dans les maisons, les matelas, les coussins, les tapis, ... et même au jardin.

Les tiques, le sarcopte responsable de la gale, le varroa parasite des abeilles, les acariens des poussières susceptibles de provoquer des allergies chez certaines personnes ... sont des acariens.

Sur les plantes, on trouve trois types d'acarien :

- les acariens phytophages, c'est-à-dire qu'ils s'attaquent aux végétaux,
- les acariens carnivores, c'est-à-dire que ce sont des prédateurs de ravageurs de plantes,
- les acariens indifférents, ni consommateurs de plantes, ni consommateurs de ravageurs des plantes mais qui peuvent être confondus avec l'un ou l'autre des précédents.

Les acariens sont des arthropodes comme les insectes. Ils représentent environ 5 % de la diversité des Arthropodes (55 000 espèces d'acariens environ sur 1 182 000 et quelques espèces d'Arthropodes recensés jusqu'à présent, tout ça étant estimé sérieusement mais pas décompté précisément).



Contrairement aux insectes, ils possèdent 8 pattes. Leur corps est non-divisé, sans segment ou anneau visible, avec des soies ou poils très nombreux et des pièces buccales visibles.

3.1 Les acariens phytophages

Il existe trois types d'acariens phytophages :

- Ceux qui tissent des toiles comme nid pour y vivre et entre autres, se protéger de l'environnement extérieur, notamment des prédateurs,
- Ceux qui causent des galles qui constituent des nids dans lesquels ils vivent et se cachent,
- Ceux qui vivent librement sur les feuilles et provoquent différents types de symptômes.

3.1.1 Ceux qui tissent (en général) des toiles

On les appelle les acariens tétranyques tisserands. Ils sont parmi les espèces les plus nuisibles aux plantes. Il en existe essentiellement deux formes: des rouges et des jaunes.

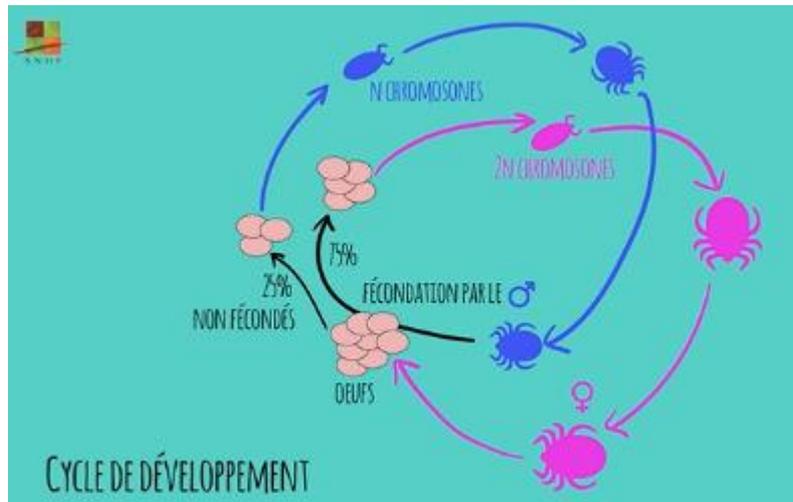
Les adultes ne mesurent pas plus de 0,5 mm de long, il est donc difficile de les observer à l'œil nu.

Ces acariens se développent très rapidement. Ils peuvent donc pulluler très rapidement et se disséminer sur de nombreuses plantes. Au-delà de 20 °C, plus la température augmente plus le temps nécessaire à effectuer un cycle complet est court : Il faudra ainsi 10 jours à 25°C contre seulement 6 jours à 35°C. Au-delà de 35 °C, il fait trop chaud et le développement se ralentit.

Un acarien femelle vit généralement entre 14 et 30 jours. Elle pond environ une centaine d'œufs au cours de sa vie. La reproduction peut se faire par parthénogenèse arrhénotoque :

- la plupart des œufs (75 %) sont fécondés par les mâles, et donnent des individus à 2n chromosomes qui sont des femelles.

- certains œufs, en revanche, en début de ponte mais aussi à différents moment de la phase de ponte ne sont pas fécondés mais se développent malgré tout et donne des individus à n chromosomes qui sont des mâles.



Ces acariens s'attaquent pour certaines espèces à plus de 1300 plantes hôtes, dont de nombreuses cultivées dans les jardins. La grande majorité des espèces sont donc polyphages.

Les acariens piquent les feuilles avec leurs microscopiques stylets chélicéraux et l'intérieur des cellules monte dans les stylets et passe dans le tube digestif grâce à la pression osmotique. Les feuilles prennent alors un aspect moucheté puis se dessèchent, et éventuellement tombent. En cas d'attaques importantes la plante peut mourir.

Les toiles enserrant les organes de la plante et peuvent en empêcher leur bon développement.

La dispersion des tétranyque se réalise :

- par passage d'une plante à l'autre lorsqu'elles se touchent,
- par le sol, la locomotion, pour de faibles distances,
- par le transport sur des outils de jardinage, des personnes, des insectes ou encore le vent grâce aux toiles

3.1.2 Ceux qui causent des galles

3.1.2.1 Les érinoses

Le symptôme caractéristique des ériophyides ou phytoptes, est la présence de poils surnuméraires et hypertrophiés regroupés en tâches denses sur la face inférieure des feuilles, associés sur la face supérieure à des galles de formes variables.

3.1.2.2 Les galles fermées

Les galles sont des excroissances se formant sur les tiges, les feuilles, les fruits, les fleurs ou les racines des plantes. Il en existe de très nombreuses formes, certaines sont à peine visibles et d'autres sont spectaculaires.

3.1.2.3 *Phytopte du fuchsia*

Aculops fuchsiae est un acarien minuscule, qui n'est pas observable à l'œil nu. Le ravageur vit et se reproduit dans les tissus déformés prenant la forme de galles, qu'il provoque par ses piqûres. Il migre en suivant la croissance de la plante, quittant les galles pour s'attaquer à de nouvelles feuilles ou pousses.

Chacune des femelles pond une cinquantaine d'œufs qui éclosent, en moyenne, au bout de sept jours.

L'acarien est disséminé par le vent, les insectes. Cependant le transport de plantes et les échanges de boutures infestées constituent le mode de propagation le plus répandu.



3.1.3 Ceux qui ne font ni toile, ni galle

Ils peuvent être de deux sortes :

- soit il s'agit d'ériophyides mais qui ne font ni érinose, ni galle fermée. Ils provoquent d'autres types de symptômes très variables (déformation des feuilles, gaufrage, argenture, plombage, changement de couleur, etc. ...),
- soit il s'agit de ténuipalpides ou acarien plat (ou flat mite en anglais), plus gros (mais plus petits que les tétranyques). Ces acariens provoquent des mouchetures sur les feuilles, comme les tétranyques vu précédemment mais tout comme les ériophyides, certaines espèces sont capables de transmettre des virus aux plantes.

3.2 Les acariens carnivores ou prédateurs

Ils appartiennent essentiellement à la famille des *Phytoseiidae*. Ils vivent uniquement sur les plantes où ils mangent des tétranyques, des ténuipalpides et des ériophyides, de petits insectes, du pollen, des exsudats végétaux, des champignons...

Certaines espèces sont naturellement présentes dans les jardins, d'autres peuvent être achetées et introduites pour réaliser de la lutte biologique.



Les Phytoseiidae sont polyphages



3.3 Les acariens indifférents

Les plus fréquents sur les plantes sont des tydéides, petits acariens qui ne causent pas de dommages aux plantes mais ne sont pas non plus des auxiliaires du jardinier, prédateur ou ayant d'autres effets bénéfiques. D'où le qualificatif d'indifférents.

4 Les nématodes

Les nématodes sont des vers, ronds non-segmentés.

Ils sont très différents des vers de terre ou lombrics qui eux sont des vers segmentés, avec des anneaux caractéristiques.

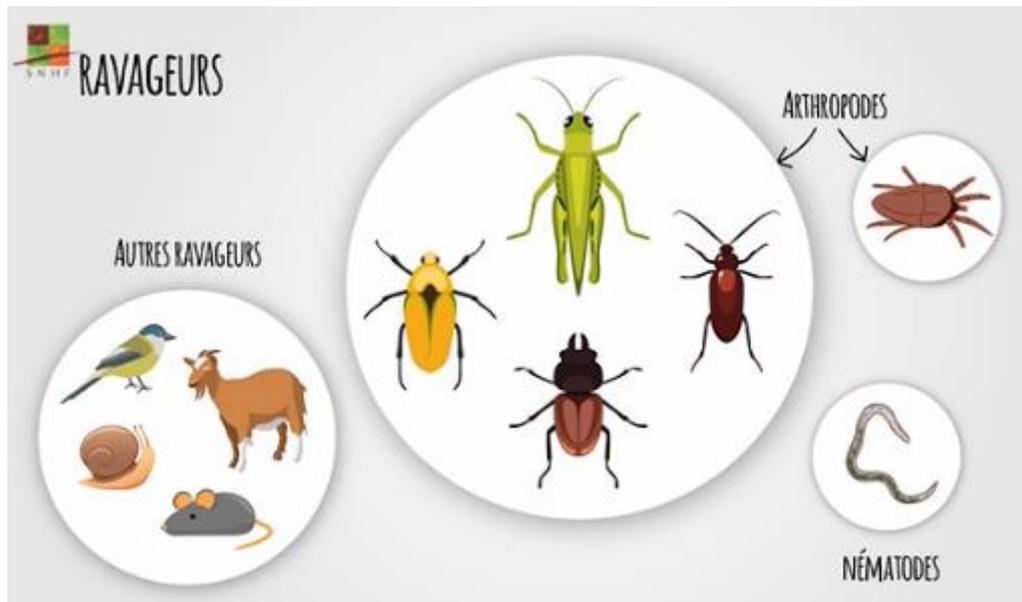
Du point de vue anatomique, les nématodes sont les plus simples des animaux organisés.

Schématiquement, ils sont constitués de 3 enveloppes : une cuticule externe enveloppant 2 tubes internes superposés : le tube digestif et le tractus génital.



Les nématodes ont colonisé tous les milieux. Ils vivent dans les sols, l'eau, les sédiments.

Ils représentent une grande part de la diversité biologique sur terre et en termes de nombre, ils constituent les 4/5 du règne animal.



Si la plupart des nématodes sont de très petites tailles, certains d'entre-eux comme les parasites intestinaux de baleine peuvent atteindre jusqu'à 7 m de long.

En effet de nombreuses espèces de nématodes ont une vie parasitaire au sein d'organismes aussi variés que les champignons, les végétaux ou encore les animaux.

Les nématodes parasites de plantes mesurent tous moins de 1mm de long et sont invisibles à l'œil nu.

La particularité la plus intéressante et la plus caractéristique de ces nématodes est celle de la partie antérieure du tube digestif composé d'un stylet perforant. C'est une aiguille creuse connectée à un système glandulaire hypertrophié, qui agit comme une véritable pompe foulante en injectant des sécrétions nécessaires au parasitisme et absorbant les nutriments de la plante. Les symptômes de maladie induits par les nématodes sont peu spécifiques, ils sont donc difficilement détectables. On peut observer des dépérissements des parties aériennes avec souvent déformations ou nécroses.

Il existe des nématodes qui réalisent tout leur cycle de vie dans le sol et ne s'attaquent qu'aux racines : ce sont les plus nombreux, et d'autres beaucoup moins nombreux qui ne s'attaquent qu'aux parties aériennes des plantes bulbes, tiges et parfois feuilles.

Parmi les nématodes parasites de plante, les nématodes endoparasites sédentaires des racines sont les plus dommageables pour les cultures. C'est-à-dire des nématodes qui vivent à l'intérieur de la racine et qui vont se sédentariser au cours de leur cycle de vie en formant un site nourricier. Avec deux principaux groupes : les nématodes à kystes et les nématodes à galles.

4.1 Nématodes à kystes

Ce sont des vers ronds d'un millimètre de long du genre *Globodera* et *Heterodera*.

Dans ce groupe la femelle blanche et renflée en sphère ou en citron fait saillie à la surface des jeunes racines. Le corps de la femelle durcit se transforme en kyste (brun) qui reste dans le sol : c'est un organe de résistance qui peut rester plusieurs années dans le sol (avec œufs à l'intérieur et desquels

des larves éclosent). Ils n'attaquent qu'un petit nombre d'espèces de plantes : en particulier les plantes de la famille des *Solanaceae*. Les racines sécrètent une substance particulière qui fait éclore les œufs de nématodes. Les larves envahissent ensuite l'extrémité des racines.

Ceci entraîne un affaiblissement de la plante, un retard de croissance.

4.2 Nématodes à galles

Ce sont quant à eux des nématodes très polyphages (cultures maraichères, arbres fruitiers, grandes cultures) du genre *Meloïdogyne spp.*

Les larves se déplacent dans les films d'eau recouvrant le sol, puis s'insinuent dans les racines puis pique les faisceaux vasculaires de la plante et perturbent l'assimilation des nutriments. Cela provoque les renflements de la racine et aboutit à formation de galles.

Les femelles ne conservent pas les œufs à l'intérieur du corps. Des masses d'œufs produits par la femelle font saillie à la surface de la racine dans une gangue mucilagineuse.

Les principales espèces nuisibles pour les cultures sont *M. incognita*, *M. arenaria*, *M. javanica*, pour les climats tempérés, ayant des températures relativement élevées (>25°C) et *M. hapla*, *chitwoodii* dans les climats plus tempérés et froids. Actuellement une espèce *M. enterolobi* est préoccupante car elle est retrouvée de plus en plus fréquemment dans les cultures.

Ces nématodes peuvent descendre profondément dans le sol (>50cm). Et le système racinaire est envahi de galles, réduisant parfois la récolte à néant.

Il existe aussi un groupe de nématodes endoparasites migrants. Ces nématodes vont être mobiles dans la racine tout au long de leur cycle de vie. Ces nématodes du genre *Pratylenchus* vont provoquer des dégâts importants avec une symptomatologie de systèmes racinaires très nécrosés avec des lésions importantes.

4.3 Nématodes des parties aériennes

Ce sont des nématodes qui s'attaquent aux tiges et aux bulbes, voire aux feuilles. Avec deux principaux genres *Ditylenchus* et *Aphelenchoides*. Ces nématodes pénètrent à la base des tiges et des bulbes, provoquant des lésions rougeâtres voire brunes. Ces nématodes peuvent se trouver sous forme d'organe de conservation en absence d'eau. Ils sont disséminés par les semences, et provoquent un raccourcissement des entre-nœuds, des tiges, des feuilles et des fruits.

Ditylenchus dipsaci est l'espèce la plus dangereuse et la plus répandue en zone tempérée. *Ditylenchus destructor* (ou nématode de la pomme de terre) provoque des nécroses sur tubercules de pommes de terre.

Les nématodes du genre *Aphelenchoides* migrent jusqu'aux feuilles, pénètrent les stomates et provoquent un rabougrissement des plants et des nécroses sur feuilles aisément reconnaissables.

4.4 Nématodes vecteurs de virose

Ce groupe de nématode pose des problèmes car ils transmettent des maladies à virus.

Ces nématodes ne rentrent pas à l'intérieur de racines pour se nourrir. Ils hébergent le virus et l'inoculent à la plante par leur stylet lorsqu'ils se nourrissent sur les racines, lors des piqûres.

C'est un problème très important dans les vignobles avec la maladie de la « dégénérescence infectieuse » provoquée par les nématodes du genre *Xiphinema*, qui sont vecteurs du virus du « court noué » de la vigne.

Ils sont difficiles à combattre car ils vivent très profondément dans le sol (plusieurs m = au niveau des racines de la vigne). De plus à l'inverse du premier groupe qui provoque des dégâts sur cultures par eux-mêmes, il ne s'agit pas dans ce cas de descendre les populations de nématodes au-dessous d'un seuil de nuisibilité mais d'éliminer complètement le nématode : en théorie un seul individu pouvant théoriquement ré-inoculer la maladie.

5 Les ravageurs autres

5.1 Les limaces

Parmi les autres ravageurs on trouve ceux de la famille des gastéropodes comme les limaces ou les escargots.

Prenons l'exemple de la limace des jardins (*Arion hortensis*) qui attaque de très nombreuses cultures potagères, ornementales et fruitières.

La limace provoque des trous dans les feuilles et des encoches sur leur bord, en respectant les nervures. Elle consomme de jeunes plantules mais également des racines, des fruits et des tubercules.

L'adulte est long de 30 à 40 mm, noirâtre et visqueux. Préférant la nuit pour sortir, sa présence est décelable sous les abris naturels (mottes de terre, cailloux...) et aussi à ses traces brillantes et visqueuses de mucus sur les plantes attaquées ou de mucus séché sur le sol à leur proximité.

L'œuf, de couleur claire, a 2 mm de diamètre. Il est pondu par groupe de 10 à 50 sous quelques centimètres de terre, à proximité d'un système racinaire. L'adulte pond environ 400 œufs. Le temps d'incubation des œufs dépend de la température et l'éclosion a lieu au bout de 2 à 4 semaines.

L'hivernation a lieu généralement à l'état d'œuf ou sinon d'adulte, sous la surface du sol. La durée de vie de la limace peut atteindre un an.

Lorsque ce ravageur est en présence à la fois d'un sol motteux ou pierreux qui lui sert de refuge et d'une jeune culture avec des organes tendres pour le nourrir, il se développe très rapidement. Il est particulièrement nuisible quand la température est supérieure à 10 °C. Des conditions climatiques humides prolongent sa durée d'activité. A contrario, des périodes de gel en-deçà de -3°C ou de longues périodes de sécheresse lui sont néfastes.

Moins visibles, la petite limace grise (*Deroceras reticulatum*) est particulièrement vorace et prolifique. Deux générations peuvent se succéder lorsque les conditions d'humidité sont optimales. Cette limace apprécie tout particulièrement les jeunes semis, qu'elle dévore entièrement.

5.2 Les petits mammifères

Au jardin on peut également observer de nombreux petits mammifères. Certaines espèces peuvent abîmer vos récoltes, il est souhaitable de les chasser de votre terrain sans attendre. D'autres espèces peuvent être vos auxiliaires même s'il faudra faire quelques aménagements.

Les campagnols, lapins, rats et surmulots sont des espèces très prolifiques qui risquent causer des dégâts s'ils ne rencontrent pas de prédateurs dans les jardins. Se nourrissant de racines, graines, fruits, bulbes de fleurs ou écorces, ils endommagent les arbres et les légumes racines ou tubercules conservés dans le sol

Certains mammifères causent peu de dégâts aux cultures, c'est le cas des taupes. Elles vont consommer les vers du sol, et vous protégeront contre les larves de tipules, les vers blancs... En revanche, les monticules de terre qu'elles sortent pour la création de leur terrier abîment votre pelouse. Vous pourrez étaler la terre remontée au niveau des taupinières ou l'utiliser pour vos besoins de terre fine. Cet animal fouisseur est bénéfique au jardin, il aère le sol et remonte en surface les éléments profonds.

Le lérot est un rongeur omnivore à tendance carnassier. Au jardin, il se nourrit de beaucoup d'insectes, d'autres petits rongeurs et de mollusques. C'est un auxiliaire contre les limaces, les escargots et les larves du sol. Malheureusement, comme tous les rongeurs, il raffole des graines et des fruits. Il chaparde à l'occasion les fruits sur les arbres et grignote ceux qui sont en réserve. Il lui arrive aussi de manger des œufs d'oiseau tels que ceux des mésanges.

Les loirs et les lérots hibernent, dès que la température passe plusieurs jours sous les 12-13°C. Ils se blottissent alors dans un nichoir ou un ancien nid, parfois dans les greniers. Pendant cette période, ils sont totalement inactifs et vulnérables (chez le lérot le cœur passe de 300 à 2,5 battements par minute et leur température chute à environ 5°C). Leur jeûne prolongé explique leur boulimie le reste de l'année, ils devront doubler de poids entre leur réveil en mars et leur endormissement à l'automne.

Il n'y a que très rarement de pullulation chez ces animaux car ils sont territoriaux. Pour vivre en bonne intelligence avec eux, nous vous conseillons de boucher les trous par lesquels ils pourraient entrer dans votre cave ou grenier et de protéger votre récolte de fruits dans un fruitier grillagé.

5.3 Les oiseaux

Aucun oiseau n'est considéré comme organisme nuisible pour les cultures du jardin. Ce sont de grands alliés dans la lutte contre de nombreux insectes, même s'ils peuvent pour certains être friands des fruits, des légumes, et des jeunes plants.

On peut citer par exemple le sansonnet. Cet oiseau noir apprécie particulièrement les cerises et le raisin. Mais il va également s'alimenter de petits invertébrés du sol comme certaines chenilles de lépidoptère, d'escargots ... Il va en effet creuser des trous dans le sol à l'aide de son bec pointu.

On peut également citer la mésange, oiseau auxiliaire le plus connu des jardiniers. Son régime alimentaire est principalement composé d'insectes et tout particulièrement des chenilles de lépidoptères. Il peut cependant arriver qu'elle consomme les graines ou fruits au verger.

SEMAINE 4 – LES MALADIES DES PLANTES

1 Introduction

Les maladies de plantes affectent plus ou moins toutes les plantes partout dans le monde. Elles sont classées dans deux grandes catégories, ceci en fonction de la nature de leurs causes :

- les maladies parasitaires ou biotiques, elles sont les plus connues et induites par divers agents pathogènes (champignons, bactéries et phytoplasmes, virus, etc.) ;
- les maladies non parasitaires ou abiotiques ou physiologiques, on parle parfois de désordres. Plus méconnues et difficiles à identifier ; leur origine est notamment à rechercher auprès des facteurs qui influencent la vie et le développement des cultures et des plantes : excès ou manque de lumière, de température, d'eau, d'humidité ; interventions anthropiques (ce qu'est amené un jardinier à faire au jardin), phytotoxicités, carences et toxicités au moment de la nutrition des plantes, stress climatiques (dans les serres par exemple), anomalies génétiques.

Quelles soient parasitaires ou non, elles peuvent entraîner une grande diversité de symptômes, des dégâts importants se traduisant par une altération des produits récoltés et du potentiel de production, mais aussi des pertes économiques considérables.

Les champignons

Agents pathogènes les plus fréquents et parfois visibles à l'œil nu (sclérote et carpophore), ils se développent activement sur et dans les tissus des plantes, parfois dans leurs vaisseaux les obstruant à terme (on parle de bioagresseurs vasculaires). Ils sont responsables de maladies bien connues des jardiniers amateurs comme les mildious, les oïdiums, les rouilles, les cloques, les tavelures, etc.

Les champignons apprécient l'humidité (dans l'environnement de la plante et dans les tissus très turgescents), se conservent souvent dans le sol ou les débris végétaux. Leurs spores sont dispersées par le vent et les éclaboussures d'eau.

Les bactéries et phytoplasmes

Les bactéries sont de taille microscopique, donc difficilement observable à l'œil nu. Les bactéries prolifèrent à la surface des plantes et les pénètrent via les ouvertures naturelles (stomates, etc.), mais aussi diverses blessures de taille, d'effeuillage, etc. Une fois envahies, les plantes expriment des pourritures, chancres, lésions humides puis nécrotiques, galles, etc. Leur développement est conditionné par la présence d'eau et d'humidité sur les plantes et dans l'environnement de la plante.

Maintenant classés avec les bactéries, les phytoplasmes ne se développent que dans les plantes, notamment dans leurs vaisseaux. Leur dissémination s'effectue grâce à divers insectes vecteurs plus ou moins connus. Les plantes infestées sont fréquemment chlorotiques, parfois violacées, peu poussantes à naines, montrant des balais de sorcières.

Les virus

Infiniment petits, les virus ne se développent que dans les cellules des plantes, on parle de parasitisme obligatoire. Perturbant la photosynthèse et le développement des tissus, ils induisent des mosaïques, jaunissements, déformations, lésions nécrotiques diverses ... ceci sur pratiquement tous les organes végétaux.

Plus ou moins spécifiques aux plantes, ils peuvent être transmis de plusieurs façons par :

- des insectes (pucerons, aleurodes, thrips, etc.),
- des nématodes,
- contact au cours des opérations culturales, etc.
- de nombreuses plantes cultivées ou non, hôtes alternatifs, les hébergent aussi.

Le contrôle des maladies parasitaires est difficile et nécessite souvent de mettre en œuvre diverses méthodes de protection, en particulier l'utilisation de pesticides qu'il convient de limiter au maximum. Leur utilisation intense peut conduire à des pollutions des nappes phréatiques, induire des phénomènes de résistance chez ces micro-organismes, etc. Cela représente un challenge difficile, mais qui est rendu possible notamment grâce à :

- une parfaite connaissance des interactions entre les plantes, leurs agents pathogènes et leurs environnements ;
- une mobilisation et une optimisation des autres méthodes de protection, dites alternatives.

Malgré cela, le changement climatique et les échanges commerciaux en particulier sont à l'origine de l'introduction ou de la résurgence d'agents pathogènes qui viennent complexifier la situation des maladies sur le terrain, et souvent remettre en cause les stratégies de protection difficilement élaborées.

2 Les champignons

Nous côtoyons des champignons quotidiennement dans le cadre des processus agroalimentaires (comme les levures) ou de la pharmacopée (via la pénicilline et d'autres antibiotiques, ou molécules inhibant le rejet des greffes ...). Il en est de même pour les plantes, et leurs interactions avec les champignons sont très variées.

Les maladies cryptogamiques, ou maladies fongiques des plantes ... sont ainsi dues à des champignons qui parasitent les plantes.

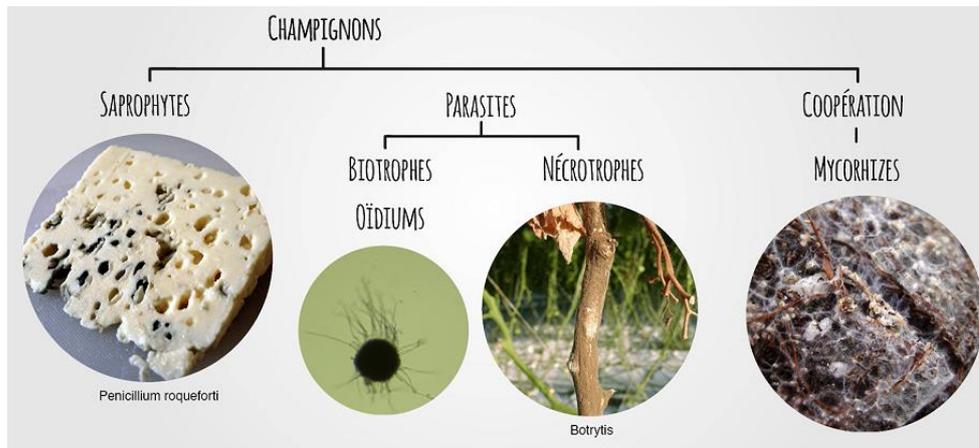
Plus de 10 000 espèces de champignons sont responsables de maladies fongiques affectant les plantes. On distingue :

- Des Oomycètes : c'est-à-dire des microorganismes filamenteux qui ne sont plus considérés comme des champignons au sens strict et provoquent notamment des mildious ;
- Des Ascomycètes : c'est-à-dire des champignons au sens strict parmi lesquels on trouve aussi la plupart des levures utilisées dans l'agroalimentaire ;
- Et des Basidiomycètes : qui regroupent également les champignons dits « supérieurs » ou champignons à chapeau.

Si les champignons se nourrissent des végétaux morts qu'ils décomposent : ce sont des **champignons saprophytes**.

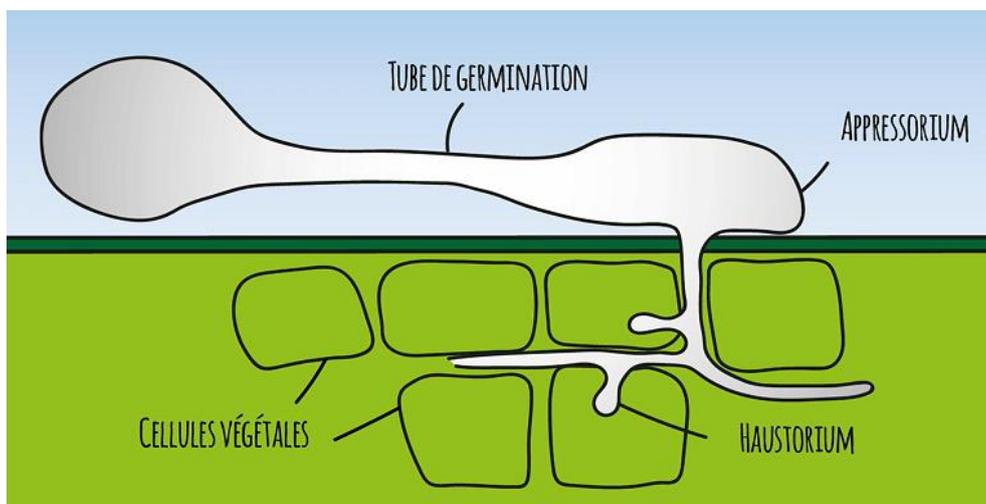
S'ils attaquent des plantes vivantes, ce sont des **parasites** et ils expriment des modes de vies biotrophe ou nécrotrophe. Les biotrophes infectent des plantes qui restent vivantes pendant toute l'infection, alors que les nécrotrophes tuent d'abord les tissus dont ils se nourrissent. Certains champignons parasites sont très spécialisés – ou spécifiques – et attaquent uniquement certains tissus, certains organes, certaines variétés ou certaines espèces de plantes. D'autres sont au contraire très polyphages, et peuvent attaquer jusqu'à une centaine de plantes différentes.

D'autres champignons enfin coopèrent avec les plantes comme ceux qui forment les **mycorhizes**. Ces derniers s'associent aux racines de plus de 80% des plantes, échangeant ainsi des nutriments du sol (des sels minéraux comme le phosphore) contre des sucres issus de la photosynthèse.



2.1 Développement et propagation

En général, les facteurs de l'environnement favorisant le développement des champignons phytopathogènes sont une hygrométrie élevée (de 70 à 90% d'humidité dans l'air) et des températures douces (de 10 à 20°C). Ce sont les spores des champignons qui, transportées par le vent, la pluie, les animaux, les humains, ou conservées dans le sol ou des débris végétaux, constituent les éléments infectieux qui entrent en contact avec la plante et initient son attaque.



Une fois qu'elles ont adhéré sur la plante, les spores germent puis pénètrent à l'intérieur des tissus, soit directement en traversant l'épiderme, soit en passant par les orifices naturels tels que les stomates

ou par des blessures, provoqués par exemple par un autre parasite, un insecte ou un outil. A ce stade de l'infection, aucun symptôme n'est encore visible sur la plante. Une fois que ceux-ci sont apparus (taches sur feuille et rameau, nécrose, pourriture, ...), il n'est plus possible que de limiter la propagation de la maladie.

La grande majorité des champignons utilisent deux modes de propagation :

- la multiplication directe, qui leur permet de se multiplier et de disséminer en grand nombre et rapidement, mais de façon identique ou clonale, dans les conditions les plus favorables ;
- et la reproduction sexuée qui génère de la diversité génétique au sein des populations et participe à la conservation des champignons pendant de longues périodes défavorables froides ou sèches.



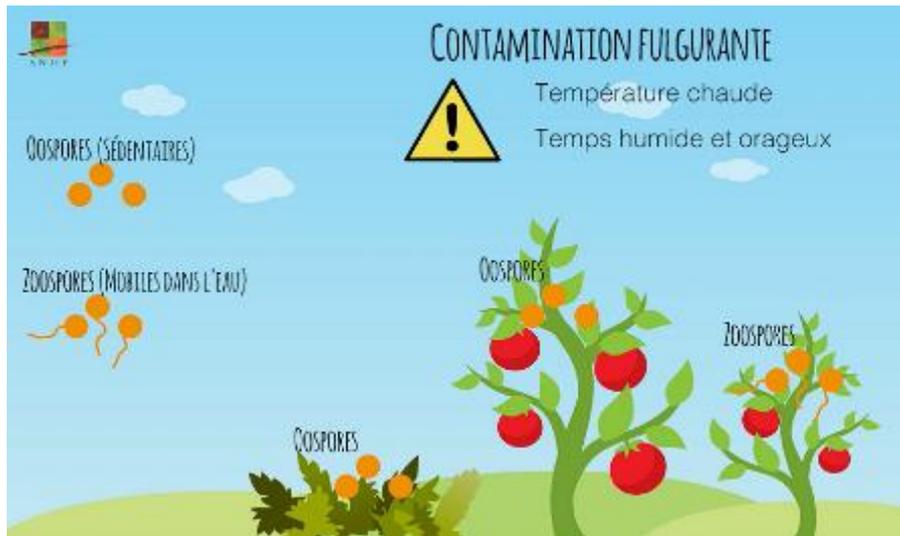
Ainsi, à la fin de son cycle, le champignon responsable peut se conserver sous forme d'inoculum issu soit de la reproduction sexuée, soit de la multiplication directe, et passer l'hiver. Dès les premières pluies du printemps de l'année suivante, les spores peuvent se disséminer rapidement. Il est donc très important de ramasser puis de détruire les feuilles ou autres organes infectés aux pieds des plantes à l'arrivée de l'automne/hiver afin de réduire les risques de contamination l'année suivante.

2.2 Les mildious

Le terme « mildiou » est associé à plusieurs maladies d'une grande variété de plantes. Les symptômes se repèrent souvent sous forme de taches brunes sur les feuilles, sur les racines ou les parties ligneuses.

Les mildious de la pomme de terre, de la tomate et de la fraise sont provoqués par des *Phytophthora*, celui de la laitue est un *Bremia*, celui de la vigne est un *Plasmopara* et celui de l'oignon est un *Peronospora*. Ces différents agents des mildious induisent des symptômes de dépérissement des parties aériennes, de pourrissement des racines et/ou de nécrose du collet.

La première contamination se fait à partir d'une spore (oospore) de conservation dans des débris végétaux du sol. Dans nombre de cas, la maladie peut ensuite s'étendre à toute la plante puis de proche en proche à toute la culture via des zoospores flagellées et donc nageuses. La contamination peut être fulgurante lorsque les conditions climatiques sont favorables (températures chaudes, temps humide et orageux qui facilitent la mobilité des zoospores).



Les premiers symptômes peuvent apparaître sous la forme de taches huileuses jaunâtres avec feutrage au revers des feuilles, celui-ci est lié à la production de zoospores. Ensuite les parties atteintes se nécrosent ou finissent par pourrir.

Plusieurs oomycètes sont également responsables sur de jeunes plantules de symptômes dits « de fonte de semis ».



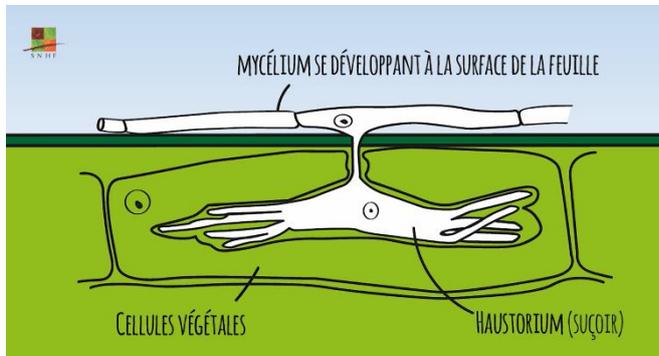
Photo 20 Dégâts mildiou sur tomate © Michel Javoy



Photo 21 Dégâts de mildiou sur pomme de terre © INRA

2.3 Les oïdiums

Les oïdiums, qui sont de vrais champignons (ce sont des ascomycètes), sont typiquement des parasites spécifiques sur certaines espèces, certaines variétés et certains tissus (ce sont des ectoparasites qui n'attaquent que l'épiderme et donc la surface des plantes.



Ils croissent à la surface des feuilles ou des rameaux et forme un feutrage blanc caractéristique et plus ou moins poudreux. Pour la nutrition du parasite, une fois la surface des feuilles perforée, les cellules sont atteintes par des suçoirs.

Les oïdiums causent principalement une diminution de la photosynthèse et une augmentation de la respiration.

L'affaiblissement résultant de la plante peut alors favoriser des attaques par d'autres ravageurs ou maladies opportunistes.

Le cycle de développement de ce champignon est très court (environ une dizaine de jours avec la production de nouvelles spores). Sa dissémination est de ce fait très rapide, surtout lorsque les conditions climatiques sont favorables (température chaude et hygrométrie élevée).

Le champignon peut se conserver sous forme de spores dans des cléistothèces contenus dans les débris végétaux ou sous forme dormante à l'intérieur des écailles des bourgeons.



Elles infectent les plantes sensibles dès le printemps.

Les feuilles des plantes attaquées sont affaiblies, et des bourgeons, comme ceux du rosier ou du dahlia peuvent avorter. L'oïdium perforant du laurier cerise présente des symptômes particulier : le feutrage blanc apparait en début d'attaque surtout sous les feuilles puis ce sont des perforations qui apparaissent.

Si une attaque d'oïdium est rarement mortelle pour la plante, en revanche, au niveau esthétique, la floraison peut être gravement diminuée. Les fortes attaques peuvent diminuer la production de fruits et leur teneur en sucre.



Photo 22 Oïdium sur rosier © Noëlle Dorion



Photo 23 Oïdium sur concombre (c) Rasbak, CC BY-SA 3.0



Photo 24 Oïdium perforant © Dominique Blancard

2.4 Moniliose

Les premières attaques ont lieu au moment de la floraison, les bouquets floraux ou les jeunes rameaux flétrissent et brunissent.

Les fruits peuvent être infectés à partir des blessures de grêle, d'insectes ou d'oiseaux. Les points de contact entre les fruits peuvent aussi permettre la propagation du champignon.

Les fruits à noyau ainsi que certains fruits à pépins peuvent présenter au cours de leur mûrissement ou lors de leur conservation un pourrissement formé de coussinets blancs disposés en cercles concentriques. Ces coussinets regroupent des conidies, c'est-à-dire des spores qui assurent la dissémination des champignons du genre *Monilia*.

Au dernier stade de la maladie, les fruits se momifient et peuvent rester suspendus à l'arbre. S'ils ne sont pas détruits, ils permettent l'infection l'année suivante.



Photo 25 Moniliose sur poire © Algirdas at Lithuanian Wikipedia

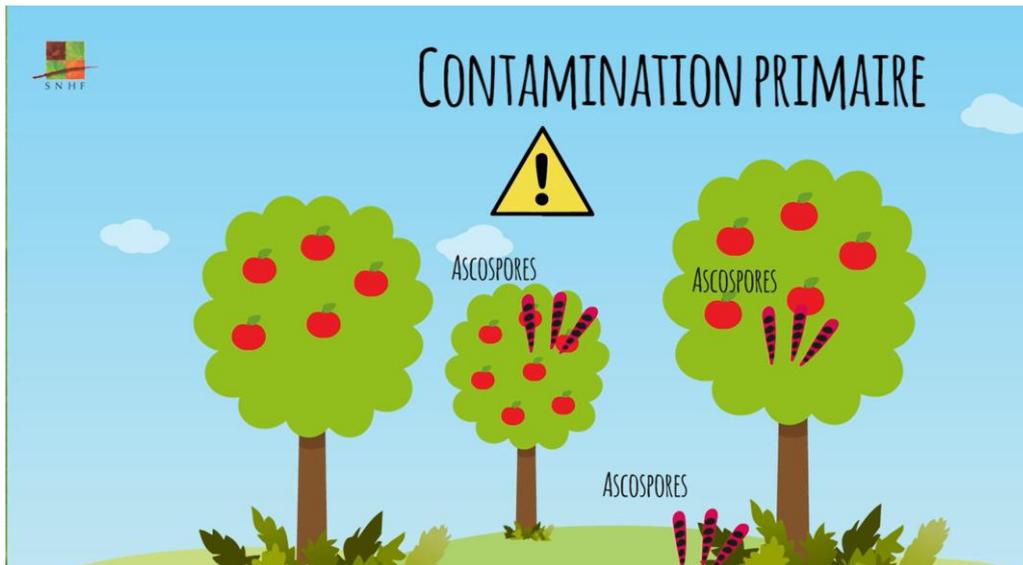


Photo 26 Moniliose sur cerise (c) Piotrus

2.5 Les tavelures

Prenons l'exemple de la tavelure du pommier, due à l'Ascomycète *Venturia inaequalis*.

Cette maladie attaque toutes les parties aériennes du pommier formées à partir du printemps. Les premiers symptômes du champignon apparaissent et se développent pendant la phase de croissance des fruits. Les ascospores hibernant dans les feuilles au pied des arbres sont libérées et vont contaminer, par le vent principalement, les arbres sains à proximité.



Des taches olivâtres, brunes ou noirâtres de quelques millimètres de diamètre aux contours irréguliers apparaissent sur la face supérieure des feuilles. Lorsqu'elles sont nombreuses, les taches peuvent se rejoindre, et lorsque l'attaque est sévère, les parties atteintes comme les fruits peuvent se dessécher. Au milieu du mois de mai, les taches apparues sur les fruits deviennent visibles. Des croutes noirâtres se développent à la surface des fruits. Par la suite, l'épiderme peut se crevasser et le fruit en cours de croissance se déformer. En cas de très forte attaque, les jeunes rameaux forment des chancres et se dessèchent.

Des contaminations secondaires via des spores de type conidies perdurent jusqu'à la chute des feuilles et des fruits à l'automne. Le champignon passe ensuite l'hiver dans les débris de feuilles à l'intérieur de fructification de type périthèces.



Photo 28 Tavelure sur pommier © Jan Homann



Photo 27 Tavelure sur feuilles de pommier © AfroBrazilian

2.6 Les rouilles

Le nom de rouille provient de la couleur des pustules caractéristiques des symptômes de ces maladies. Situées sur les deux faces des feuilles, ces pustules produisent les spores permettant la propagation. Cette maladie est en fait causée par divers champignons qui, cette fois ci, sont des basidiomycètes.

Les pustules jaunes, orange ou brunes qui peuvent caractériser ces maladies sont de formes variées : arrondie ou allongée. Ces pustules et la colonisation par le champignon dont elles témoignent altèrent la physiologie des feuilles et donc affaiblissent les plantes.

Si beaucoup de rouilles sont inféodées à une seule plante, comme la rouille blanche du chrysanthème - et on parle alors de rouille autoxène - dans de nombreux cas, le cycle complet du champignon nécessite la contamination successive de deux plantes, qualifiées d'hôte principal et d'hôte secondaire (rouille du blé/épine vinette, rouille grillagée du poirier/genévrier).

En fonction de la plante hôte, la rouille se présente sous une grande diversité de formes et de stades : par exemple, dans le cas de la rouille noire du blé, on distingue 4 quatre types de spores, dont le 3ème appelé urédospore est associé aux symptômes de la maladie de la rouille et le 4ème appelé téléospore constitue la forme de conservation dans les débris du sol.



Photo 29 Rouille grillagée poirier © Anne-Gaëlle Cabelguen



Photo 30 Rouille sur poireau © Anne-Gaëlle Cabelguen

3 Les virus

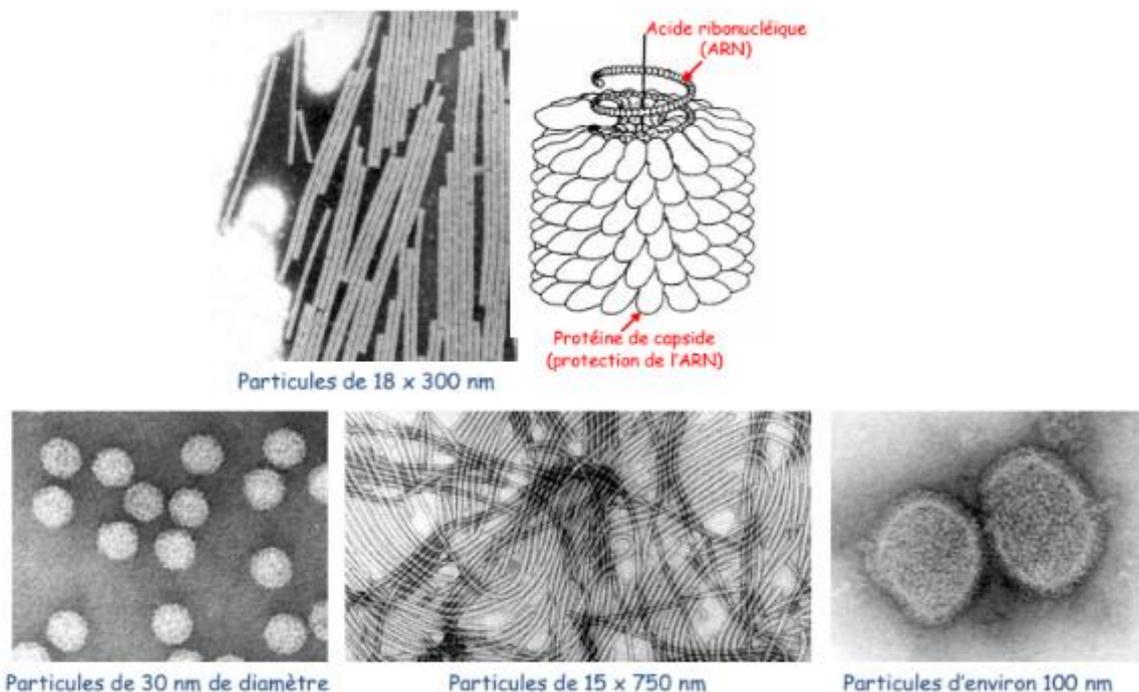
Les virus des plantes ont le plus souvent des structures très simples. Le virus de la mosaïque du tabac, qui fût le premier virus décrit à la fin du 19ème siècle, se présente sous la forme de minuscules bâtonnets rigides que l'on ne peut observer qu'au microscope électronique.

Il est constitué de deux composants seulement :

- une molécule d'acide ribonucléique, qu'on appelle l'ARN, qui porte son information génétique, c'est à dire ses gènes,
- et un grand nombre d'une protéine que l'on appelle la capside.

Les capsides constituent une véritable armure qui protège l'ARN des enzymes qui pourraient le couper et le dégrader.

D'autres virus ont aussi une forme simple, en billes ou en filaments ressemblant à des spaghettis, et certains, plus rares, sont de formes plus variables.



Les virus des plantes sont, comme tous les virus, des parasites obligatoires : ils ne peuvent se multiplier, et le plus souvent survivre, que dans des cellules vivantes.

Ils détournent la machinerie de la cellule à leur profit ce qui perturbe la vie et le développement de la plante. Les cellules deviennent alors de véritables « usines » à virus : on peut compter jusqu'à un million de particules virales par cellule !

Fort heureusement, dans l'état de nos connaissances, aucun virus des plantes ne provoque de maladie chez l'Homme.

3.1 Cycle de vie et dégâts

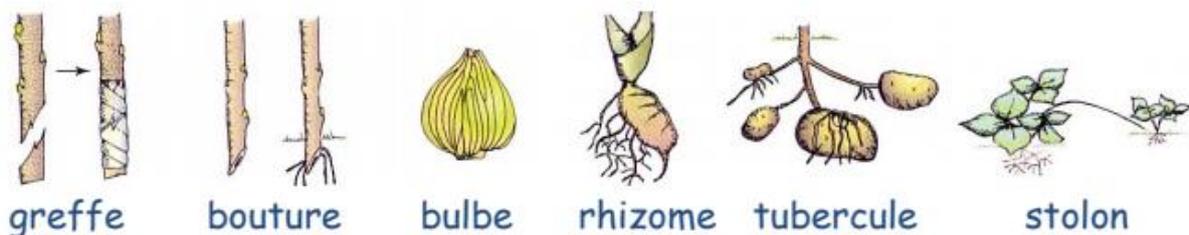
Les virus provoquent sur le feuillage des plantes malades trois principaux types de symptômes : des mosaïques, des jaunisses ou des nécroses.

Si une plante présente une mosaïque, elle est très certainement virosée. Par contre, jaunisses et nécroses peuvent être provoquées par de nombreuses autres causes : des carences nutritionnelles, des champignons, ou des bactéries par exemple.

Les symptômes peuvent être aussi observés sur les fleurs, on parle alors de panachures ; sur les fruits et même sur les tubercules.

Les virus provoquent des maladies qui se généralisent à l'ensemble de la plante et qui sont incurables : une plante infectée le restera toute sa vie, même un arbre centenaire...

Une conséquence importante, c'est que les virus sont transmis à la descendance par toutes les méthodes de multiplication végétative, si la plante-mère est virosée. Cela concerne la multiplication par greffage, bouturage, marcottage ou l'utilisation de bulbes, de rhizomes ou de tubercules.



Généralement, les virus ne sont pas transmis par la graine. Mais il existe quelques exceptions, et des virus importants peuvent être transmis à la plantule si les graines ont été récoltées sur des plantes malades.

3.2 Dissémination

Les plantes ne se déplaçant pas dans la nature, ce sont des vecteurs qui vont permettre la dissémination des virus dans les jardins et dans l'environnement. Un vecteur doit être capable de prélever le virus sur une plante malade, de le transporter sans le dénaturer puis de l'inoculer à une plante saine.

Les pucerons sont les principaux vecteurs de virus. Plusieurs caractéristiques les rendent particulièrement efficaces comme vecteur :

- ils peuvent se multiplier en grand nombre sur les plantes,
- ils ont des formes ailées favorables à la dissémination,
- et ils piquent les plantes pour les « goûter » ou se nourrir. C'est au cours de ces piqûres qu'ils prélèvent ou transmettent les virus...

Mais il existe de nombreux autres vecteurs de virus : des mouches blanches, des coléoptères, des cicadelles, des nématodes ou des champignons...

En général il existe une relation moléculaire intime entre le virus et le vecteur et un virus ne sera transmis que par un seul type de vecteur.

Pour quelques virus très stables, l'Homme peut transmettre le virus d'une plante à une autre en se contaminant les mains lors des manipulations culturales, comme le repiquage, l'effeuillage ou lors de la récolte... On parle alors de transmission mécanique.

3.3 Le virus de la mosaïque de la tomate et le virus de la mosaïque du tabac

Le virus de la mosaïque de la tomate et le virus de la mosaïque du tabac, deux virus apparentés, ont ce genre de transmission mécanique.

Ils infectent surtout des plantes de la famille des solanacées : les tomates, les poivrons, le tabac...

Chez la tomate, ils provoquent des mosaïques sur les feuilles, des décolorations des fruits et parfois des nécroses dans la chair. Ils sont transmis par la graine et sont tellement stables qu'ils demeurent infectieux dans le tabac de cigarette.

On peut donc se contaminer les doigts rien qu'en fumant dans son jardin ! Le virus se dissémine ensuite par transmission mécanique par les mains ou les outils contaminés.

Pour éviter les contaminations, il faut lorsque c'est possible :

- utiliser des variétés résistantes,
- semer des graines d'origine sûre (récoltées sur des plantes saines ou graines désinfectées),
- se désinfecter les mains après avoir touché une plante malade,
- et ne pas fumer en jardinant !



Photo 31 Symptômes du virus de la mosaïque de la tomate et du tabac (c) Dominique Blancard

3.4 Le virus de la mosaïque du concombre

Le virus de la mosaïque du concombre est très différent. Il infecte de très nombreuses espèces de plantes, plus de 1000, appartenant à des familles botaniques très diverses.

Il peut infecter des fleurs, des légumes, des arbres fruitiers et de très nombreuses plantes sauvages.

Les symptômes qu'il provoque sont très variés : surtout des mosaïques mais parfois aussi des jaunisses et des nécroses. On observe souvent des décolorations ou des déformations des fruits.

Il est transmis par de très nombreuses espèces de pucerons, au cours de piqûres très brèves, de quelques secondes, qui permettent au puceron de « goûter » une plante. De nombreuses plantes

adventices fréquentes dans les jardins peuvent héberger le virus, en particulier en hiver lorsqu'il n'y a plus de plantations sensibles.

Il y a peu de moyens de se protéger contre ce virus :

- utiliser des variétés résistantes, mais il n'y en a que très peu,
- ne pas installer de jeunes plants sains à proximité de plantes malades,
- utiliser des voiles de protection anti-insectes,
- éviter les proliférations de pucerons.

Les traitements insecticides n'empêchent pas la transmission du virus de la mosaïque du concombre par les pucerons. En effet, celle-ci intervient en quelques secondes, avant même que l'insecticide n'ait eu un effet sur le puceron. On a même observé que des traitements pouvaient accélérer la vitesse de dissémination de ce type de virus, en augmentant l'activité des pucerons avant leur mort.



Photo 32 Symptômes du virus de la mosaïque du concombre sur piment (c) dominique Blancard

3.5 Le saviez-vous ?

Les virus provoquent le plus souvent des baisses importantes de rendement et de qualité chez les plantes cultivées. Cela provoque souvent des pertes économiques considérables, à une exception près, où un virus a pu enrichir des jardiniers.

C'était au 17ème siècle, les amateurs de tulipes se sont arrachés à prix d'or les bulbes de tulipes virosées qui présentaient de belles panachures sur les pétales. On a même parlé de « tulipomania ».

Cette effervescence a causé l'une des premières bulles financières avec une forte spéculation sur les prix qui ont flambé, puis se sont effondrés en quelques jours.

Et pour l'anecdote, le peintre Rembrandt a représenté dans plusieurs de ses tableaux ces tulipes panachées, ce qui constitue d'ailleurs la première illustration connue des symptômes d'un virus de plantes.

4 Les bactéries

Les bactéries sont des microorganismes, généralement unicellulaires, d'une longueur moyenne d'un micromètre, soit un millième de millimètre.

Il existe environ 10 000 espèces de bactéries connues à ce jour, mais la diversité réelle du groupe est probablement supérieure. L'estimation du nombre total d'espèces oscille entre 5 et 10 millions.

Les bactéries colonisent tous les milieux - l'eau, les nuages, le sol – ainsi que les êtres vivants. Dix milliards de bactéries colonisent notre peau, mille milliards notre bouche, tandis que notre intestin héberge un milliard de milliard de bactéries. A titre de comparaison, un gramme de sol contient jusqu'à un milliard de bactéries. Ces chiffres astronomiques s'expliquent par la rapidité de multiplication des bactéries : dans des conditions favorables, une population bactérienne peut ainsi doubler toutes les 20 minutes.

Les bactéries pathogènes sont responsables de graves maladies chez l'Homme : la peste, le choléra, la tuberculose, le tétanos, ou la typhoïde. Cependant, beaucoup de bactéries sont bénéfiques : l'homme a su les exploiter à son profit, par exemple pour la fabrication des yaourts et de la choucroute, l'affinage des fromages, ou plus récemment, pour le traitement des eaux usées et la production industrielle de molécules, hormones ou médicaments.

Les bactéries établissent avec les plantes divers types de relations trophiques.

- Les bactéries saprophytes colonisent de façon neutre la surface (épiphytes) ou l'intérieur (endophytes) des organes végétaux.
- Les bactéries symbiotiques établissent une relation mutuellement bénéfique avec les plantes, formant par exemple les nodules racinaires fixateurs d'azote des légumineuses.
- Enfin, une centaine d'espèces de bactéries phytopathogènes, un nombre très inférieur à celui des champignons phytopathogènes, parasitent les plantes et leur causent des dommages quantitatifs (perte de rendement) ou qualitatifs (perte de valeur technologique, esthétique ou patrimoniale).

La conservation des bactéries s'effectue dans le sol, dans les débris végétaux, les bourgeons, les semences, voire dans l'eau. Ces bactéries infectent les plantes en profitant des ouvertures naturelles (stomates des feuilles ou lenticelles des écorces) ou des blessures causées par les intempéries, les travaux d'entretien, ou les insectes. Leur multiplication est favorisée par l'humidité et les températures élevées. Elles sont ensuite disséminées de plante à plante, par contact, par la pluie ou par les insectes, ou, à plus grande distance, par le vent et le transport humain de matériel végétal infecté.



Les symptômes des maladies bactériennes sont très divers et souvent peu spécifiques : mosaïques, taches, nécroses, brûlures, flétrissements, chancres, exsudations gommeuses, pourritures molles, galles, tumeurs.

4.1 Le feu bactérien

Le feu bactérien contamine principalement les pommiers, les poiriers, les cognassiers et les rosacées sauvages et ornementales comme par exemple les cotonéasters et les pyracantha.

Les principaux symptômes sont visibles sur les rameaux des branches avec formation de chancre. Sous ce chancre les tissus infectés sont brun-rouges. Pendant la floraison, les bouquets floraux noircissent, et les jeunes pousses se recourbent en crosse.

Les chancres sécrètent des exsudats, qui assurent la progression très rapide de la maladie au sein d'un verger, par les éclaboussures liées notamment à l'arrosage, et les plaies de taille.

Le feu bactérien est un organisme de lutte obligatoire. En conséquence tout symptôme de cette bactérie doit être déclaré au service responsable.



Photo 33 Feu bactérien © Robert L. Anderson, USDA Forest Service, Bugwood.org



Photo 34 Feu bactérien (c) Don Ferrin, Louisiana State University Agricultural Center, Bugwood.org

4.2 Bactéries kiwi

La bactériose du kiwi est une maladie d'introduction récente en France.

Elle se manifeste par des écoulements de gomme le long des charpentières et des troncs. Ces écoulements sont particulièrement visibles en sortie d'hiver. La période optimale de contamination se situe plutôt en fin d'automne ou début de printemps.

Elle est véhiculée par le vent, la pluie et les instruments de taille. Les blessures laissées par la chute des feuilles ou des fleurs sont également des portes d'entrée pour la bactérie.

En cas de suspicion de symptômes, il faut contacter le service responsable.



Photo 35 Bactériose du kiwi

4.3 Graisse du haricot

La graisse du haricot provoque des symptômes divers, notamment des taches brunes sur les feuilles et des lésions aqueuses sur les gousses. L'aspect graisseux des plantes est dû au suintement des bactéries.

Les semences infectées et les résidus de haricots contaminés dans le sol sont les sources principales d'infection au potager. Quelques semences infectées suffisent à déclencher une épidémie, en raison de la transmission des bactéries par les éclaboussures.



Photo 36 Graisse du haricot © Howard F. Schwartz, Colorado State University, Bugwood.org

4.4 Bactériose de l'anthurium

La bactériose de l'anthurium affecte de nombreuses plantes de la famille des aracées et menace particulièrement la production d'anthurium, notamment à la Réunion.

La maladie apparaît sous forme de taches foliaires huileuses, qui évoluent en chlorose puis nécrose, provoquant la mort des tissus. La bactérie se répand ensuite via le système vasculaire et peut entraîner la mort des plantes.

Le développement de la maladie est favorisé par des conditions chaudes et humides. A partir d'un plan infecté la maladie se propage par éclaboussures liées aux précipitations ou à l'irrigation, mais également par les outils et les vêtements de travail.

MOOC Santé des plantes : de l'observation au diagnostic - 2017
Plus d'informations sur www.jardiner-autrement.fr

La bactériose de l'anthurium est un organisme de lutte obligatoire. En conséquence tout symptôme de cette bactérie doit être déclaré au service responsable.



Photo 37 Bactériose de l'anthurium © Penn State Department of Plant Pathology & Environmental Microbiology Archives, Penn State University, Bugwood.org

5 Les phytoplasmes

Les phytoplasmes sont des microorganismes que l'on retrouve partout dans le monde, et ils infectent environ 1 millier d'espèces de plantes. S'ils ont longtemps été considérés comme des virus, avec qui ils partagent quelques propriétés biologiques, les phytoplasmes sont en fait de véritables bactéries. Avec néanmoins quelques différences.

L'une d'entre elles, c'est qu'ils ne possèdent pas de paroi : ils sont seulement délimités par une double membrane, ce qui au microscope, leur donne un aspect de sac dépourvu de forme spécifique.

Autre particularité : les phytoplasmes se reproduisent dans la sève des plantes, et exclusivement dans les vaisseaux du phloème, conducteurs de sève élaborée.

Ils ont également la capacité à se multiplier aussi chez certains insectes qui se nourrissent de la sève du phloème. Et ce sont ces insectes, appelés piqueur-suceurs, comme les cicadelles ou les psylles, qui de manière naturelle transmettent les phytoplasmes de plantes à plantes. L'homme peut également contribuer à la dissémination des phytoplasmes par le greffage et le transport de matériel greffé.

Pour resituer les maladies à phytoplasmes parmi toutes les maladies ayant émergé ces dernières dizaines d'années, la part due aux phytoplasmes n'est pas la plus importante :

- Les virus sont associés à eux seuls à la ½ des maladies émergentes,
- les champignons arrivent en 2^e position avec 1/3 des maladies,
- et les bactéries 20% des maladies : en moyenne, 1 maladie bactérienne émergente sur 5 est associée à un phytoplasme.

Au-delà de ces chiffres, en termes de dégâts, les maladies à phytoplasmes peuvent néanmoins avoir des conséquences parfois catastrophiques. C'est notamment le cas dans les pays tropicaux sur les cultures de canne à sucre, de papaye ou de noix de coco (en raison notamment des cycles de vie ininterrompus des insectes vecteurs).

Dans les climats tempérés, comme en France métropolitaine, même s'ils sont moins préjudiciables, les phytoplasmes peuvent infecter de nombreuses espèces : maraichères, fruitières et ornementales. Parmi les cultures d'importance qui sont impactées, on peut citer la vigne, les arbres fruitiers

(abricotiers ou pommiers), parmi les cultures légumières, la tomate, la pomme de terre, la laitue, mais aussi la fraise, la lavande ou les arbres comme le peuplier ou l'orme.

5.1 Symptômes

Les symptômes les plus courants provoqués par les phytoplasmes sont visibles sur l'appareil végétatif : il peut s'agir de décolorations du feuillage (comme des jaunisses, du rougissement), de déformations (enroulement), de dessèchement ou de proliférations foliaires (prolifération que l'on appelle aussi balai de sorcière).



Photo 38 Balais de sorcière (c) Cephas

Chez les organes de reproduction de la plante on peut parfois observer des transformations des pièces florales conduisant à la stérilité. Ces transformations sont parfois spectaculaires comme c'est le cas avec la phyllodie où les pétales deviennent des feuilles.



Photo 39 Phyllodie © Obsidian Soul

Tout comme les maladies virales, on ne sait pas soigner les maladies à phytoplasmes. Les seules méthodes de lutte sont préventives : utilisation de matériel sain, arrachage des plants contaminés, traitements insecticides contre les vecteurs, barrières physiques...

5.2 La flavescence dorée de la vigne

La flavescence dorée est une maladie réglementée très épidémique qui touche les vignobles du sud de l'Europe, et notamment les vignobles français. Les symptômes sont visibles en été par des

rougissements ou jaunissements du feuillage, un dessèchement des grappes et un défaut de lignification des rameaux qui vont rester souples. A terme, un cep de vigne atteint peut mourir 2 ans après son infection.

Le fait que cette maladie soit très épidémique vient du fait que le phytoplasme de la Flavescence dorée est transmis spécifiquement par une cicadelle (appelée *Scaphoideus titanus*), qui fait son cycle de vie entièrement sur la vigne : elle s'y nourrit, pond ses œufs sous l'écorce (aout, septembre), et au printemps les larves s'y développent.



Photo 40 *Scaphoideus titanus* (c) Yerpo

La larve de cicadelle, au cours de son repas, pique dans les vaisseaux du phloème de la vigne pour se nourrir de la sève. Si la vigne est contaminée, les phytoplasmes présents dans le phloème se retrouvent ingérés par la larve en même temps que la sève : c'est la phase d'acquisition. A ce stade, l'insecte n'est pas encore infectieux car le phytoplasme doit s'y multiplier.

Les phytoplasmes ingérés vont traverser la paroi de l'intestin pour se retrouver dans l'hémolymphe, qui est le liquide circulatoire équivalent à notre sang. Grâce à l'hémolymphe ils atteignent divers organes et notamment les glandes salivaires où les phytoplasmes vont se multiplier abondamment. Cette phase de multiplication appelée période de latence dure environ 1 mois. C'est à ce moment que les insectes deviennent infectieux. En juillet les larves infectieuses deviennent des adultes qui s'envoleront et pourront contaminer des nouvelles plantes. Une fois présent dans la plante, le phytoplasme s'y multiplie dans l'ensemble des vaisseaux du phloème.

Une plante infectée ne guérit pas. L'insecte quant à lui reste infectieux toute sa vie mais ne transmet pas le phytoplasme directement à sa descendance.

Tout ce processus cloisonné, avec seulement 3 partenaires (vigne, cicadelle et phytoplasme) est très efficace, et dans le cas de fortes épidémies, les conséquences pour les viticulteurs peuvent être particulièrement néfastes. La réglementation de la maladie peut se traduire par des traitements obligatoires voire l'arrachage de la parcelle.



Photo 41 Flavescence dorée (c) Josef Klement

5.3 Le phytoplasme du Stolbur

Le phytoplasme du Stolbur est transmis par une cicadelle appelée *Hyalostethes obsoletus* (reconnaisable à son corps foncé et ses larges yeux rouges). Cette cicadelle est très polyphage c'est-à-dire qu'elle a un comportement qui la conduit à goûter de très nombreuses espèces de plantes mais sans s'y installer durablement. En goutant elle est susceptible de contaminer de nombreux hôtes cultivés : vigne, tomate, pomme de terre, tabac, fraise, courgette, betterave.... Mais chez toutes ces espèces cultivées, les épidémies associées au phytoplasme du Stolbur ne sont pas très fréquentes car fortement liées à des fortes pullulations d'insectes que l'on peut observer certaines années, mais pas toujours.

Par contre la situation est différente avec la lavande et le lavandin car cette même cicadelle, dans ce cas, ne se contente pas de goûter puisqu'elle effectue sur ces plantes son cycle de vie complet. Elle pond ses œufs dans le sol. Les larves mobiles migrent vers les racines de lavandes ou de lavandins. Si le plant est contaminé, la larve va acquérir le phytoplasme qui va s'y multiplier. Devenu adulte (autour du mois de juin), l'insecte prend son envol et va contaminer les plants de lavande ou de lavandin voisins avant de pondre et d'initier un nouveau cycle de vie.

Le phytoplasme du Stolbur provoque alors un dessèchement progressif de la plante aboutissant à une mortalité précoce (en 2-3 ans). Cette maladie, qui touche une culture emblématique de la Provence, est aujourd'hui très préoccupante dans tous les bassins de production: Alpes-de-Haute-Provence, Hautes-Alpes, Vaucluse et Drôme.

Dans le cas de cette maladie, les traitements insecticides contre la cicadelle sont soit inappropriés, car le vol des cicadelles a lieu pendant la même période que celui des abeilles, soit ces traitements sont inefficaces car les cicadelles font également leur cycle de vie en dehors des cultures sur des plantes sauvages, comme le liseron.



Photo 42 Stolbur sur lavande © INRA

6 Les organismes nuisibles réglementés

Certains organismes nuisibles aux végétaux sont réglementés au niveau communautaire européen. Cette réglementation peut être renforcée au niveau national, avec des dispositions parfois régionales, ou départementales. Cette réglementation phytosanitaire est fondée par rapport aux risques d'impacts économiques, qui peut se traduire par des enjeux à l'exportation, des enjeux patrimoniaux, sociaux, touristiques avec des répercussions économiques, il peut y avoir également des enjeux environnementaux (zones de marais, zones de forêt).

Cette réglementation situe de façon hiérarchique différents bioagresseurs (maladies et ravageurs) et plantes indésirables, qui vont faire l'objet de plans de surveillance spécifiques. Ils vont être intégrés dans différents dispositifs tels qu'un passeport phytosanitaires européen, la certification phytosanitaire à l'exportation et faire l'objet de plans de surveillance spécifiques, ainsi le cas échéant de gestion de foyer d'organismes nuisibles dits de quarantaine.

6.1 Deux exemples d'ONR.

Le charançon rouge des palmiers (d'introduction relativement récente sur notre territoire) impacte beaucoup les régions Corse, PACA et Languedoc Roussillon et menace également les palmiers plantés le long de la façade atlantique de la France. Ce risque nécessite une surveillance régulière et des actions de lutte qui sont concertées avec les professionnels. L'implication des jardiniers amateurs peut être parfois sollicitée dans le cas d'attaques dans des jardins de particuliers.



Photo 43 Charançon rouge du palmier adulte et dégâts sur palmier © INRA

Le cas du flétrissement bactérien de la pomme de terre et de la tomate est suivi dès la production de semences sur les cultures porte graine, ils font l'objet d'un contrôle de suivi sanitaire rigoureux. Au niveau de la production de plants potagers ensuite, de manière à ce que ni les jardiniers amateurs, ni les jardiniers professionnels ne soient confrontés à un dépérissement de leurs plants en culture, qui pourrait avoir un impact considérable en termes de qualité et de rendement sur les productions de tomates ou pomme de terre.



Photo 44 Flétrissement bactérien de la pomme de terre © Dominique Blancard

6.2 Que faire en cas de suspicion d'ONR

Les jardiniers amateurs peuvent être confrontés à une suspicion de détection d'organisme nuisible réglementé. Dès lors que ce doute existe, il convient de contacter le service régional chargé de la protection des végétaux (c'est-à-dire le Service régional de l'alimentation ou SRAL) au sein des Directions Régionales de l'Agriculture et de la Forêt (DRAF), qui vont missionner un agent pour vérifier sur place la détection ou non de cet ONR.

6.3 Vous pouvez jouer un rôle dans la détection

En tant que jardinier amateur, vous pouvez jouer un rôle important de surveillance régulière et de signalement de suspicion de détection de ces parasites réglementés.

SEMAINE 5 – DEMARCHE DU DIAGNOSTIC

1 Un continuum du terrain aux laboratoires

1.1 Introduction

Le diagnostic en protection des plantes, considéré comme « un art et des méthodes » par certains auteurs, est une démarche structurée et progressive mettant en œuvre des connaissances, une expertise, et des méthodes. Son principal objectif vise à déterminer la cause exacte d'une problématique phytosanitaire affectant des plantes dans une culture, au jardin, etc. Soulignons que cette problématique a une origine biotique ou abiotique et que son identification plus ou moins difficile a lieu directement sur le terrain, ou nécessite des investigations au laboratoire. Ainsi, en fonction de la cause de celle-ci, du niveau de difficultés rencontrées pour l'identifier, plusieurs types de diagnostic sont mis en œuvre chronologiquement :

Le **diagnostic de terrain**, plutôt agronomique, pour lequel une bonne connaissance des maladies et ravageurs de la culture concernée et de leurs symptômes sont indispensables. A cela s'ajoute la nécessité de parfaitement interpréter le contexte de production. Si cette première approche ne permet pas une identification fiable, un échantillon de plantes malades associé à un questionnaire définissant de façon synthétique les contextes cultureux et parasitaires est envoyé à un laboratoire.

Le **diagnostic de laboratoire de niveau I (ou généraliste)** dans lequel vont être mis en œuvre des méthodes plutôt classiques en santé des plantes (chambre humide, observations à la loupe et/ou au microscope, isolements microbiologiques, etc.) permettant de visualiser et/ou d'isoler un ou plusieurs bioagresseurs à partir d'échantillons reçus. Notons que le personnel de ce type de laboratoire doit normalement aussi disposer d'une certaine connaissance du terrain afin d'être en mesure d'interpréter au mieux les échantillons qu'ils reçoivent et d'intégrer les causes abiotiques à leur diagnostic.

Le **diagnostic de laboratoire de niveau II (ou spécialisé)**, où sont exploitées diverses méthodes d'identification voire de détection très performantes, spécifiques et parfois coûteuses. On parle aussi de laboratoire spécialisé, par exemple à l'identification des virus, des nématodes, etc.



Vous l'avez compris, le diagnostic d'une problématique nécessite de mettre en œuvre un continuum de connaissances et d'expertises, de terrain d'abord puis de laboratoires.

1.2 Facteurs biotiques et abiotiques

L'origine de l'altération de la santé d'une plante doit être recherchée parmi deux principales causes :

Les **causes abiotiques**, souvent méconnues ou sous-estimées, dont l'origine doit être recherchée dans l'environnement des plantes et de la culture, auprès du producteur et de ses différentes interventions, etc. **Observer et questionner** sont les maîtres-mots de l'identification d'une telle affection abiotique. Cela permet de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse d'un accident climatique (températures extrêmes, vent, grêle), d'un désordre nutritionnel vrai ou induit (carence, toxicité), d'une phytotoxicité consécutive au mauvais emploi d'un ou plusieurs pesticides, etc. Pour parfaire un diagnostic, il convient parfois d'envoyer des échantillons de plantes et/ou de sol à un laboratoire spécialisé afin par exemple qu'il recherche un ou plusieurs pesticides, qu'il établisse les caractéristiques d'un sol ou le statut en éléments minéraux de feuilles, etc.

Les **causes biotiques** souvent envisagées à priori, sont provoquées par des microorganismes et des organismes vivants regroupés sous le terme générique de **bioagresseurs**. En ce qui concerne les microorganismes, on retrouve tous les agents pathogènes responsables d'une grande diversité de symptômes et de maladies comme les champignons majoritaires, mais aussi les bactéries, les virus et viroïdes, voire les nématodes. Leur taille réduite, souvent microscopique, ne facilite pas leur identification.



A cela s'ajoute les ravageurs, plus facilement observables et reconnaissables à l'œil nu : les insectes surtout, mais aussi les acariens, les mollusques ou encore certains vertébrés. L'identification précise de ces bioagresseurs sera parfois nécessaire, et pour cela il sera indispensable d'expédier des échantillons de plantes ou de ravageurs à un laboratoire spécialisé.

2 Le diagnostic terrain

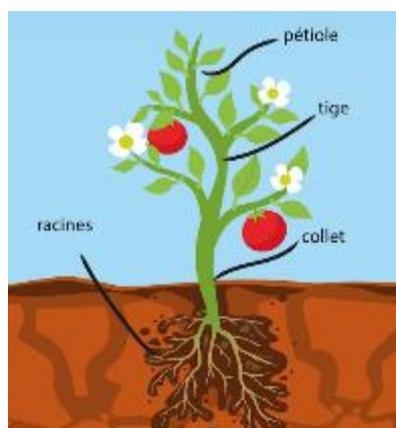
2.1 La phase d'observation

Sur le terrain, les procédures mises en œuvre par les observateurs (qu'ils soient jardiniers, producteurs, techniciens, ...) ont le même objectif : collecter un maximum d'informations sur la problématique rencontrée et le contexte dans lequel elle se manifeste.

Dans un premier temps, il convient de définir si la problématique a une origine biotique ou abiotique. Pour cela, apprécier la **nature et la localisation des symptômes** de la plante. Dans un premier temps, il faut regarder une ou plusieurs plantes « malades » et les comparer aux plantes saines. En effet, il est très important de se faire une idée de ce qu'est la « normalité » de la pousse, de la croissance des plantes, pour pouvoir être le mieux à même d'identifier les plantes malades.



Beaucoup d'observateurs, qu'ils soient jardiniers amateurs mais aussi producteurs, ont tendance à focaliser leurs observations sur ce qu'ils voient le plus facilement : c'est-à-dire le couvert végétal, la végétation aérienne. Bien souvent ils oublient le système racinaire. Ce système racinaire est prépondérant dans le développement d'une plante. Dans un bon nombre de cas, des dégâts non apparents, sur le système racinaire, sont responsables des symptômes que l'on va observer sur la végétation aérienne.



Donc, lorsque vous êtes dans une culture et que vous observez des plantes, n'hésitez pas à observer la végétation aérienne, aller au sein du couvert végétal : tiges, feuilles, pétioles, collet mais aussi le système racinaire.

Le second point très important à regarder est la **distribution** des plantes « malades » **dans la culture**. Cette distribution est souvent prépondérante pour dissocier des maladies biotiques et abiotiques. En règle générale, les maladies abiotiques se caractérisent par l'apparition de symptômes de façon brutale ou progressive sur des grandes superficies. Les maladies abiotiques sont souvent assez généralisées ou sectorielles dans les parcelles. Le biotique a des répartitions plus épidémiques, on va avoir des plantes dispersées, quelques plantes à un endroit donné avec des foyers qui vont se développer plus ou moins vite dans le temps. On a une dynamique épidémique.

2.2 La phase de questionnement

Dans un second temps, il faut confirmer une de ces deux hypothèses (biotique ou abiotique) en fonction de la situation et l'affiner pour en préciser la cause exacte.

Si une maladie abiotique est suspectée, d'autres critères de diagnostic seront recherchés souvent en relation avec les exigences agronomiques de la variété cultivée, les facteurs agro-environnementaux ayant pu influencer le développement de l'espèce cultivée et lui avoir infligé divers stress, etc. Pour cela nous entrons dans la phase de questionnement : il est nécessaire de poser un certain nombre de questions qui vont permettre de confirmer ou d'infirmer les hypothèses. Ces questions vont porter notamment sur le moment d'apparition des symptômes pour pouvoir connaître leur vitesse d'évolution sur les plantes et dans la culture, les précédents culturaux, ses différentes interventions dans la culture (irrigation, engrais, traitement...).

Dans le cas d'une maladie biotique, c'est le contexte parasitaire qui sera précisé : spécificité des symptômes, formation de signes éventuels, résistances aux maladies de la variété et/ou du porte greffe cultivés, présence d'hôtes alternatifs ou de vecteurs, facteurs agro-environnementaux pouvant influencer le développement d'un bioagresseur incriminé et/ou la réceptivité de l'espèce cultivée, etc.

2.3 La phase de réflexion

Après la phase d'observation, et la phase de questionnement vient une **phase de réflexion**. Elle permet de synthétiser l'ensemble des critères recensés et caractérisant la problématique qu'elle soit parasitaire ou non. Cette synthèse permet de constituer le **portrait-robot** de la maladie qu'il convient de comparer à celui fourni par les différentes ressources consultables : des mémentos (guide en protection des plantes), des ouvrages spécialisés, des sites Web, des applications nomades en santé des plantes. Tous ces outils vont vous permettre sur une culture donnée d'avoir un certain nombre d'informations sur la ou les quelques bioagresseurs que vous avez en hypothèse. En comparant votre portrait-robot aux descriptions qui sont faites dans ces ressources, vous allez pouvoir affiner ou non votre diagnostic.

Si un doute subsiste, il peut être envisagé de prendre quelques photos des symptômes observés et susciter l'aide de collègues, d'un expert ou d'une structure spécialisée. On peut aussi faire confirmer son diagnostic par un laboratoire. Cela suppose de prélever des **échantillons** de plantes malades, de les conditionner et les expédier accompagnés d'une **fiche de renseignement**.

Enfin, si aucun diagnostic n'a pu être réalisé, ceci malgré l'intervention d'un ou plusieurs laboratoires, on est peut-être en présence d'une maladie nouvelle dont on va être obligé d'envisager l'étude. On appelle cela l'étiologie d'une maladie, c'est-à-dire qu'on va essayer d'étudier la ou les causes possibles de cette maladie. Cette étude est souvent réalisée soit par des laboratoires de recherche appliquée soit par des laboratoires de recherches cognitives de haut niveau.

3 Des réseaux d'acteurs à l'œuvre

Plusieurs organismes publics ou privés ont formé des réseaux pour mettre en commun réflexions, moyens, et actions afin de renforcer le diagnostic en santé végétale.

3.1 Le réseau national de surveillance biologique du territoire (SBT)

La **SBT** dans le domaine végétal est composée de 3 réseaux :

- le réseau d'épidémiologie des cultures et BSV (Bulletin de Santé du Végétal)
- le réseau de suivi des effets non intentionnels (ENI) des pratiques phytosanitaires sur des indicateurs de biodiversité en milieux agricoles (résistances des bioagresseurs à certaines molécules ou familles de produits, impact potentiel des pratiques phytosanitaires sur les écosystèmes).
- Le réseau de surveillance des organismes nuisibles réglementés et émergents (SORE)



MOOC Santé des plantes : de l'observation au diagnostic - 2017
Plus d'informations sur www.jardiner-autrement.fr

3.2 Le réseau français pour la santé végétale (RFSV)

Il regroupe des représentants de la recherche, des instituts techniques, des laboratoires d'analyses de terrain, des organisations professionnelles et à vocation sanitaire, de l'industrie, divers acteurs de la protection et santé des plantes. Il a pour objectif de favoriser les partenariats de recherche entre les acteurs publics et privés pour développer les connaissances sur la santé des végétaux et les acquisitions de compétences.



Il est co-animé par l'ACTA, l'ANSES, l'INRA et l'UIPP.

4 Les clefs d'un bon diagnostic

Au jardin, l'idéal est d'observer fréquemment pour détecter précocement. Dans la mesure du possible, le diagnostic doit toujours se faire dès l'observation des premiers symptômes.

Un diagnostic tardif restreint le champ des interventions possibles. Il fait courir le risque de voir apparaître des surinfections, comme des champignons ou des bactéries qui profitent d'une blessure ou d'un état de faiblesse générale de la plante pour se développer.

4.1 Où et quand observer ?

L'observation au jardin peut se faire à tout moment de la journée, en évitant cependant les périodes de trop forte chaleur. L'observation du début de la matinée reste la plus favorable : elle facilite le diagnostic pour tout ce qui relève du flétrissement partiel ou total des plantes. L'observation du soir, voire à la tombée de la nuit, peut être utile, notamment dans les cas de ravageurs à mœurs crépusculaires ou nocturnes.

Les causes de désordre peuvent se cacher partout, n'hésitez pas à regarder sous les feuilles à contrôler l'écorce et le collet de vos plantes. Les premiers symptômes qui apparaissent sont souvent subtils, en regardant croître vos plantes, vous vous rendrez comptes des changements anormaux. Les ravageurs sont parfois très petits, vous pourrez voir des cochenilles et penser à des excroissances sur les tiges, par exemple.

La surveillance de vos plantes fait partie intégrante du plaisir du jardinage, ne vous alarmez pas pour une ou deux taches sur les feuilles ! Voyez dans la campagne, à la faveur de vos balades, les plantes en parfaite santé comportent souvent un petit défaut, ou encore une feuille grignotée.

Certains ravageurs devront être maîtrisés le plus tôt possible quand d'autres pourront être tolérés avec des dommages réduits.

4.2 Outils nécessaires au diagnostic

Pour déterminer le ravageur ou le champignon qui attaque vos plantes, il vous faut recueillir un maximum d'informations sur lui.

Les symptômes que vous observez sont la base de la détermination, cependant, il arrive que ce ne soit pas suffisant. Il s'agit alors de passer à la loupe la plante et de photographier précisément ce qu'il se passe.

4.2.1 Bien voir le ravageur

La loupe peut être nécessaire, si vous distinguez de petits éléments sur les feuilles mais que vous ne parvenez pas à les caractériser. Armez-vous alors d'une loupe d'un grossissement d'environ 8 à 10 fois. Elle devrait vous permettre de compter le nombre de pattes, de distinguer la tête ainsi que l'anatomie générale afin de les comparer avec les ravageurs courants de votre plante.

Lorsque vous n'avez pas pu déterminer à la loupe quel était votre ravageur, vous pouvez le prendre en photo.

4.2.2 Les prises de vue

La photographie est une technique très utile pour l'aide au diagnostic des bioagresseurs. Elle permet, au calme dans son bureau, de regarder de près les symptômes et de consulter le réseau d'experts susceptible d'identifier le responsable.

En cas de doute vous pouvez vous tourner vers les experts du jardin en envoyant vos photos au service HortiQuid.

4.3 Quoi observer ?

Les photos doivent être représentatives de l'état de la plante, des symptômes et/ou des bioagresseurs présents sur la plante. Elles serviront à identifier un maximum d'éléments pour nommer le ou les responsables. En règle générale, nous vous conseillons de prendre plusieurs photos correspondant à des plans différents, allant du plus large au plus serré :

Un plan large montre l'environnement de la plante et du jardin. Sur cette photo, on doit pouvoir reconnaître les autres plantes cultivées et les alentours.

Dans le cas des bioagresseurs se propageant à partir d'un foyer (par exemple le mildiou de la pomme de terre) prenez une photo centrée sur le foyer présentant toutes les plantes malades entourées des plantes saines.



*Photo 45 Champs de pomme de terre © Gerald Holmes,
California Polytechnic State University at San Luis Obispo, Bugwood.org*

Une photo de la plante entière (sauf dans le cas des grands arbres), mettant bien en évidence la localisation sur la plante des symptômes ou des bioagresseurs observés. S'agit-il des feuilles du haut, des feuilles d'étages intermédiaires ou des feuilles du bas de la plante, ou encore de bourgeons, de boutons floraux qui sont atteints ?



Photo 46 Plante entière © Gerald Holmes,
California Polytechnic State University at San Luis Obispo, Bugwood.org

Enfin, un gros plan des symptômes ou des bioagresseurs en macrophotographie, centré sur le point essentiel à observer.



Photo 47 Gros plan (c) © Gerald Holmes, California Polytechnic
State University at San Luis Obispo, Bugwood.org

4.4 Surveillez les plantes les plus fragiles

Certaines plantes souffrent plus des conditions climatiques que d'autres. Les connaître permet de savoir plus facilement si un bioagresseur est présent ou si c'est l'environnement qui est en cause (carence, gel, manque ou excès d'eau...).

L'affaiblissement peut être dû :

- A une blessure (coupe, taille, bouturage, transplantation) ;
- A une forte sensibilité de certains stades de développement de la plante (germination, floraison, fructification...);

- Aux conditions climatiques qui peuvent favoriser la présence et le développement des maladies et ravageurs.

5 Qui est le coupable ?

5.1 Les altérateurs du feuillage

5.1.1 Flétrissement



Le flétrissement désigne la perte de rigidité des parties non ligneuses d'une plante. Il correspond à une perte de turgescence.

Le moment de la journée pendant lequel on observe le flétrissement est un élément déterminant du diagnostic.

Une plante flétrie en milieu de journée ensoleillée se protège d'une trop forte évaporation. A l'inverse, une plante flétrie au lever du jour rencontre des difficultés d'alimentation en eau ou fait l'objet d'une altération des vaisseaux conducteurs de la sève par des bioagresseurs.

La première cause est une trop faible disponibilité en eau au niveau des racines ou un excès d'eau qui asphyxie les racines. Il est essentiel de bien distinguer ces deux causes en apparence contradictoires pour confirmer le diagnostic par exemple, pour les cultures en pots vider la coupelle pleine d'eau ou mouiller rapidement un pot dont le substrat est trop sec.

D'autres pathologies peuvent bloquer la circulation de l'eau des racines vers les feuilles, ce sont les champignons, les bactéries ou les nématodes qui vont se développer dans les vaisseaux transportant l'eau.

L'origine peut aussi être une réduction du système racinaire attaqué par des ravageurs ou des pathogènes souterrains. N'hésitez pas à observer le système racinaire pour voir s'il est suffisamment développé.

5.1.2 Des taches sur les feuilles

Sur les feuilles vous pouvez observer toute sorte de taches. Leur forme et leur disposition constituent des indicateurs du bioagresseur responsable.

Elles peuvent être causées par des champignons pathogènes, des bactéries ou des virus.

Les virus causent généralement des taches en mosaïque sur les feuilles, alors que les champignons et les bactéries causent, le plus souvent, des taches circulaires à partir du point d'infection.

Les taches en devenant coalescentes peuvent entraîner, à terme, un dessèchement complet de la feuille

Certaines taches peuvent entraîner une décoloration totale des feuilles. Ceci peut s'expliquer par des carences en éléments minéraux par exemple. Les symptômes de carence pourront apparaître sur différentes parties. Sur les feuilles les plus âgées ou les plus jeunes. Cela dépend de la mobilité du minéral dans la plante. Si ce sont des feuilles plus âgées qui sont décolorées, ceci peut être dû à une carence en élément mobiles comme l'azote, le phosphore, le potassium ou encore le magnésium. Au

contraire, une décoloration de jeunes feuilles sera induite par une carence en éléments peu mobiles, comme le soufre, le calcium et le fer.



Photo 48 Chlorose ferrique © Dominique Blancard

5.1.3 Des enroulements et crispations de feuillage

Le manque d'eau peut entraîner l'enroulement du feuillage. Il s'agit d'un mécanisme de protection contre une trop forte évaporation.

Les enroulements et crispations du feuillage ont d'autres origines principales. Un insecte, comme le puceron, ou un acarien se cache dans les replis de la feuille pour se protéger de la pluie et des auxiliaires. Ou un champignon cause des déformations de la feuille.



Photo 49 Puceron noir du cerisier © Eclos

5.1.4 Des galeries dans les feuilles appelées mines

Certains insectes ne consomment qu'une partie des feuilles. C'est le cas des mineuses qui se nourrissent entre les deux épidermes des feuilles en creusant des galeries. L'observation par transparence, la forme de ces galeries ainsi que la plante attaquée permettent souvent de déterminer un petit nombre d'espèces potentiellement responsables.

Selon l'espèce, les larves vont creuser des galeries linéaires, ramifiées, sinueuses ou enroulées, la géométrie des galeries pourra guider dans le diagnostic du ravageur associé. Certaines larves à des stades de développement avancés consomment toute la feuille en épargnant uniquement l'épiderme supérieur qui les protège des attaques extérieures.

Il existe toute sorte de mineuses. Vous pourrez observer des mines plus ou moins développées sur des feuilles d'arbres, d'arbustes ou de plantes herbacées.

MOOC Santé des plantes : de l'observation au diagnostic - 2017
Plus d'informations sur www.jardiner-autrement.fr

Ce sont très fréquemment des larves qui creusent les galeries entre les deux épidermes pour se nourrir. Elles ont très souvent la forme de ver et se déplacent en rampant dans leurs galeries.

Parmi les larves mineuses deux ordres sont majoritaires :

Les lépidoptères dont font partie la mineuse du marronnier, la teigne du poireau, la mineuse des solanacées (*Tuta absoluta*) et la tordeuse orientale du pêcher ;

Les diptères dont font partie la mineuse des allium et les principales mineuses de la tomate (*Lyriomyza*).

Plus rarement on trouve des larves de coléoptères ou d'hyménoptères.



Photo 50 Dégâts de mineuse du marronnier, *Aesculus hippocastanum*
© Agnieszka Kwiecień

5.1.5 Des feuilles grignotées

Les insectes laissent différentes marques sur le végétal. C'est la forme de leur pièces buccales qui va déterminer les dégâts qu'ils vont faire. La façon dont les feuilles sont découpées dirige vers le responsable. Certains découpent les feuilles à l'aide de leurs fortes mandibules, d'autres piquent le végétal pour en boire le contenu.

La tête d'un insecte se compose de plusieurs pièces spécifiques. Celles qui lui permettent de manger sont appelées pièces buccales. Elles peuvent se classer en trois grands types :

Fonction « broyeur » : Elles permettent de découper et broyer les feuilles. C'est le type de base, il se retrouve chez bon nombre d'insectes avec quelques légères modifications (Coléoptères, Orthoptères, Névroptères, etc.).

Fonction « lécheur » : Ce type de pièces buccales ne perce pas les plantes, les insectes qui les portent ne font en général pas de dégâts aux cultures, elles permettent de boire directement un contenu liquide tel que du nectar. Ce type intermédiaire conserve parfois des mandibules réduites. La trompe des papillons ainsi que celle des mouches font parties de ce groupe, tout comme celle des abeilles.

Fonction « piqueur » : Il peut percer l'épiderme des plantes et causer des dégâts en consommant la sève des plantes car il permet la perforation, l'aspiration ou l'injection. Ce type est le plus éloigné du modèle broyeur. Il est visible chez les insectes piqueurs comme le moustique ainsi que chez les hémiptères (pucerons, cochenilles, aleurodes...).

Certaines larves d'insectes grignotent la surface inférieure de la feuille et laissent intacte l'épiderme supérieur. Elles sont souvent présentes sur la feuille à proximité du dégât. Si vous n'observez pas le responsable, peut-être se cache-t-il dans le sol la journée ?

Certains rongeurs et mollusques peuvent aussi grignoter les feuilles, la répartition des dégâts ou les traces de bave mettent sur la voie du responsable.



Photo 51 Dégâts d'*Otiorhynchus* © Own work

5.1.6 Du feutrage blanc ou noir sur les feuilles

Ces deux symptômes sont causés par des champignons. Le feutrage blanc est souvent associé à l'oïdium. Le feutrage noir est associé à un résidu poisseux sur les feuilles (le miellat) c'est le champignon de la fumagine.



Photo 52 Oïdium sur rosier (c) Noëlle Dorion

5.1.7 Des pustules ou des verrues

Ces excroissances peuvent être rousses, blanches ou noires.

Elles peuvent être visibles sur les feuilles ou les rameaux de la plante. Souvent présentes au revers de la feuille, elles peuvent s'associer à des taches sur l'endroit.

Des champignons tels que les rouilles par exemple ou des insectes caparaçonnés, les cochenilles causent ces dégâts.



Photo 53 Rouille grillagée du poirier *Gymnosporangium sabiniae* © Fritz Geller-Grimm

5.1.8 Des galles

Les galles sont des excroissances se formant sur les tiges, les feuilles, les fruits ou les racines des plantes. Elles correspondent à une réaction du végétal commandée par le bioagresseur. Il en existe de très nombreuses formes, certaines sont à peine visibles et d'autres sont spectaculaires car elles constituent un nouvel organe qui n'existe pas chez la plante saine.

Les galles ont une biologie très variée. On désigne sous ce terme toutes les déformations même minuscules causées par un organisme étranger à la plante. La grande majorité d'entre elles se forme à proximité d'un vaisseau de sève dont va dépendre l'organisme se développant à l'intérieur de la galle.

Les insectes ou les acariens causent la grande majorité des galles. Un membre de l'ordre des diptères (mouches) est très souvent le responsable.

Les autres cas correspondent à des attaques de champignons de la famille des rouilles, des nématodes et des bactéries ou très rarement par des virus ou des phytoplasmes.

A noter qu'il existe des galles bénéfiques, par exemple, celles des racines des légumineuses (haricots, trèfles). Ces galles contiennent des bactéries qui transforment l'azote de l'air au profit de la plante. C'est cette capacité qui est utilisée pour certains engrais verts.



Photo 54 Acariens (*Eriophyes tiliae*) © Milan Zubrik, Forest Research Institute - Slovakia, Bugwood.org

5.1.9 Des toiles dans le feuillage

Ces toiles peuvent être l'œuvre d'araignées qui se servent des feuilles comme support d'accroche de leurs toiles. Dans ce cas le préjudice est d'ordre esthétique.

De minuscules araignées, les acariens (exemple : Tétranyques tisserands) qui sucent la sève des plantes et se protègent en tissant de minuscules toiles.

D'imposantes toiles en forme de fuseau à l'extrémité des rameaux d'arbres (résineux et chênes) abritent en colonies de chenilles processionnaires qui consomment les jeunes pousses. Attention car ces chenilles projettent des dards urticants.

Sur les buis uniquement, on peut trouver des toiles qui contiennent des petites boules vertes. Ce sont les indices de présence de la pyrale du buis, une chenille invasive très vorace. En revanche elle ne présente aucun risque pour l'homme.



Photo 55 Toiles d'acariens (*Tetranychus urticae*) © Chazz Hesselein, Alabama Cooperative Extension System, Bugwood.org

5.2 Les altérateurs du bois

5.2.1 Des galeries

Lorsqu'une larve d'insecte se développe dans le bois, elle y creuse une galerie. Celle-ci peut être découverte par l'orifice de sortie ou plus tard lorsque de l'écorce se détache. Ces galeries causent des dégâts directs à l'arbre et sont des points d'entrée potentiels pour les maladies.

En fonction de l'insecte responsable, il faudra plus ou moins s'inquiéter. Certains insectes peuvent tuer un arbre, il est donc souhaitable d'identifier le ravageur lorsque vous l'avez trouvé.



Photo 56 Larve de zeuzère dans bois de pommier (c) Abrahami

5.2.2 Des chancres

Chancre est un terme employé pour parler d'une lésion au niveau de l'écorce d'un végétal. Les chancres peuvent avoir de très nombreuses origines. Ils sont causés par des champignons (notamment des rouilles) ou des bactéries qui obstruent les vaisseaux de la sève et finissent par causer des symptômes au niveau de l'écorce.

Les chancres causés par des champignons présentent souvent des dépressions ou des crevasses plus ou moins étendues. De couleur sombre elles conduisent à la chute de l'écorce ou la pliure de la tige du fait de la destruction des vaisseaux conducteurs de sève.

Les chancres bactériens sont relativement similaires à la différence près qu'ils sont très souvent associés à des sécrétions visqueuses. Ils sont souvent la conséquence de chocs mécaniques qui blessent la plante et laissent entrer le ravageur.



5.2.3 Des pourritures blanches et molles sur bois

Le bois est constitué d'une association de structures élastiques claires et de structures rigides foncées.

Les pourritures molles dégradent les structures rigides en premier. Le bois devient mou et élastique. A terme les parties attaquées cèdent sous leur propre poids. Lorsque ces champignons attaquent le collet des arbres, c'est l'arbre entier qui peut céder.

La pourriture blanche dégrade les deux types de structure. L'arbre deviendra fragile. Il restera flexible face au vent mais ne pourra plus soutenir le poids de certaines branches au développement des feuilles au printemps par exemple.

Dans ce type d'attaque, le bois à tendance à s'éclaircir à l'endroit de l'infestation.



Photo 57 Pourriture blanche © Yuan-Min Shen, Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Bugwood.org

5.2.4 De la pourriture brune

La pourriture brune détruit les structures souples et élastiques du bois qui devient cassant et se fend en « cube ». Le bois se teinte fortement de marron dans les zones infectées.

Ce sont les conifères et les arbres affaiblis qui sont souvent attaqués par ces pourritures.



Photo 58 *Fomitopsis officinali* (c) Walter Siegmund

5.3 Les altérateurs des fleurs, des fruits et du collet

5.3.1 Modification de couleur des fleurs

Les taches sur les fleurs ont plusieurs origines. Elles s'observent souvent après un épisode pluvieux. Les pétales sont tachés à cause des gouttes de pluie.

Dans le cas d'humidité persistante, des champignons peuvent alors se développer et empêcher l'épanouissement de la fleur.

Les piqûres d'acarien, d'insectes (thrips, pucerons) peuvent décolorer les pétales.



Photo 59 Oidium rosier *Sphaerotheca pannosa* © FmarqueDowAgro

5.3.2 Pourriture des fruits

Les fruits peuvent pourrir au moment de leur croissance. Ils sèchent et tombent. Ce sont souvent des champignons qui causent ces dégâts. Ces fruits devront être détruits pour que les spores des champignons ne restent pas dans le sol et infectent les fruits l'année suivante.



Photo 60 Moniliose sur cerise (c) Piotrus

5.3.3 Pourriture au moment de la conservation après récolte

Les fruits stockés peuvent être attaqués par des champignons qui n'ont pas causé de dégât sur l'arbre. Ces champignons peuvent être présents à la surface du fruit et se développer dans la cave ou au fruitier de stockage.



Photo 61 *Botrytis cinerea* sur fraise © Rasbak

5.3.4 Ver dans le fruit

Certaines larves se développent dans les fruits, ce sont des chenilles (carpocapses dans les pommes ou les poires), des asticots (larves de mouche de la cerise, ...) ou d'autres larves.

Le trou d'entrée permet parfois d'identifier le responsable. Par exemple sur pomme, le trou d'entrée dans le fruit d'une tordeuse orientale du pêcher présente des exsudats gommeux, alors que le trou d'entrée dans le fruit d'un carpocapse est grignoté et présente des excréments de larve.



Photo 62 Entrée de tordeuse orientale (c) Jonas Janner Hamann, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Bugwood.org



Entrée carpocapse (c) INRA

5.3.5 Déformation du fruit

Ces altérations sont souvent causées par des facteurs environnementaux.

Des piqûres d'insectes, des virus et des champignons causent en général ces déformations (punaise sur poires).



Photo 63 Dégâts d'*halyomorpha halys* sur des cerises © Tim Haye, CABI

Une forte attaque de puceron cendré du pommier peut entraîner une déformation des fruits.



Photo 64 Dégâts sur pommes de *Dysaphis plantaginea* (puceron cendré du pommier) © INRA

5.3.6 Taches sur le fruit

Les taches peuvent provenir de piqûres extérieures par des insectes ou des maladies (virus, bactérie, champignon). Leur forme et leur position sur le fruit renseignent sur l'origine des dégâts observés.



Photo 65 Taches de tavelure sur poires © Dominique Blancard

5.3.7 Les altérateurs du collet des plantes

Ces altérations se présentent sous forme d'un étranglement, souvent de couleur brune, qui entraîne un flétrissement et à terme la mort du végétal.

Les champignons et plus rarement des ravageurs peuvent être la cause de ces dégâts.



Photo 66 Pourriture du collet © Yuan-Min Shen, Taichung District Agricultural Research and Extension Station, Bugwood.org

SEMAINE 6 – LES OUTILS DE L’OBSERVATEUR

1 La SNHF accompagne les jardiniers amateurs

La Société Nationale d’Horticulture de France (SNHF), est reconnue d’utilité publique depuis 1855 et d’intérêt général depuis 2012. Elle a pour vocation d’accompagner les actions de transmission du savoir horticole en matière de jardinage et d’horticulture et de contribuer à la diffusion des connaissances scientifiques tant auprès des amateurs que des professionnels. Nous développons des projets et activités diversifiés : conférences, visites de jardins, voyages horticoles, colloques, concours, etc.

Depuis 2010, dans le cadre du plan Ecophyto, nous sommes missionnés par les ministères en charge de l’Agriculture et de l’Environnement, et soutenu par l’Agence Française pour la Biodiversité, pour accompagner les jardiniers amateurs vers un jardinage sans pesticide de synthèse.

Pour cela, nous avons développé et mettons à disposition plusieurs outils.

1.1 Jardiner Autrement

Le site « Jardiner Autrement », plateforme officielle du plan Ecophyto en jardins amateurs. Vous pouvez y trouver des informations fiables pour réussir un jardinage raisonné. Notre objectif est de vous apporter des clés pour réussir développer un jardinage plus respectueux de la nature ; en vous rappelant les fondamentaux pour un jardin en bonne santé, en faisant le point sur les techniques alternatives efficaces. Vous pouvez également y consulter les bulletins de santé du végétal de votre région, qui sont consultables librement.

1.2 Hortiquid

Le service de question réponse Hortiquid, pour toutes vos questions sur le jardin. Via ce site internet et une application dédiée, vous pouvez accéder librement et gratuitement à l’expertise de plus de 150 experts : des chercheurs, des enseignants, des professionnels ou encore des amateurs éclairés. C’est une base de données créée en 2011, qui regroupe actuellement plus de 500 réponses sur tous les sujets ayant trait à l’horticulture et au jardin : de l’identification de plante, à des questions sur l’art du jardin en passant par la taille des fruitiers. On y trouve également beaucoup de questions et réponses sur les bioagresseurs, la manière de les gérer au jardin, sur les auxiliaires ou encore l’utilisation des techniques alternatives. Toute cette base est accessible via le site hortiquid.org (ou via l’application). Vous pouvez consulter librement toutes les questions publiées ou soumettre vos nouvelles questions.

1.3 Le guide d’observation et suivi des bioagresseurs

Le guide d’observation et suivi des bioagresseur du jardin créé par la SNHF, est l’outil indispensable pour les observateurs des réseaux d’épidémiosurveillance. La première édition date de 2012 et chaque année il est mis à jour et complété. Vous pouvez le consulter sur le site Jardiner Autrement et le télécharger.

Le guide d’observation et suivi des bioagresseurs du jardin est destiné à vous apporter les notions nécessaires au diagnostic des maladies et ravageurs des plantes du jardin. Il est composé de 4 parties.

La première partie présente la surveillance biologique du territoire dans le domaine du végétal et son extension aux jardiniers amateurs. Vous y trouverez des informations réglementaires.

Dans la seconde partie, vous pouvez découvrir des conseils méthodologiques pour un bon diagnostic terrain : comment passer d'une simple observation à un diagnostic.

La troisième partie est composée de nombreuses fiches de surveillance couple plante - bioagresseur.

Ces couples ont été retenus dans le cadre de l'épidémiosurveillance dans les jardins car :

- très consommateurs de pesticides,
- fréquents dans les jardins ou au contraire émergents ou préoccupants,
- pouvant représenter un risque important de contamination des cultures professionnelles (agriculture, maraîchage, floriculture...), voire des problèmes de santé publique (plantes allergisantes).

Sur chaque fiche figurent :

- Une partie biologie : Elle vous donne les principales informations permettant l'identification des bioagresseurs. Connaître son cycle de développement, les périodes à risque c'est-à-dire quand les conditions seront les plus propices au développement du bioagresseur,
- Une partie symptôme et dégâts : qui vous décrit les symptômes que vous pouvez observer sur vos plantes en cas de présence du bioagresseur.
- Sur certaines fiches, une partie risque de confusion compare les symptômes dus au bioagresseur suivi, à des symptômes visuellement semblables entraînés par d'autre bioagresseur ou des causes non parasitaires.
- Viennent ensuite les méthodes d'observation et les tableaux de relevés : cette dernière rubrique, présente sur chaque fiche, est dédiée aux jardiniers observateurs membres du réseau d'épidémiosurveillance. Elle donne pour chaque bioagresseur les étapes clés à respecter, afin de réaliser une observation normalisée et un relevé pertinents dans le cadre de l'épidémiosurveillance.

La quatrième partie est consacrée à la reconnaissance des auxiliaires naturels du jardin. Reconnaître les différents stades de développement, être en capacité d'observer la progression de leurs populations est un atout majeur dans la protection des plantes.

Si je suis observateur, comment dois-je remplir la feuille d'observation ?

Deux niveaux d'observations existent :

- Les observations simples. Permettent de ne signaler que la présence ou l'absence du bioagresseur dans votre jardin, sans prendre en compte la quantité.
- Les observations approfondies qui vous permettent de suivre l'apparition d'un bioagresseur mais également son évolution. Le nombre de ravageurs ou de dégâts est-il stable par rapport à la fois précédente ? En augmentation ou à l'inverse en diminution ? Il est bien entendu obligatoire de préciser si une intervention de gestion du bioagresseur a été réalisée ou non.

1.4 Vigijardin

Vigijardin est disponible sur le site e-phytia de l'INRA mais également téléchargeable en application sur téléphone.

Ce service permet de retrouver les principaux couples de plante/bioagresseurs du jardin en quelques clics grâce à un outil de reconnaissance assisté par l'image.

Sur Vigijardin vous sélectionnez la famille du jardin (potager, verger, ornement, plantes invasives) puis l'espèce concernée (carotte, tomate ...). Vous voyez apparaître différentes photos, il vous suffit de cliquer sur l'image ressemblant le plus à votre observation.

En réponse, chaque fiche Vigijardin comporte des informations sur la biologie des bioagresseurs et sur les symptômes permettant de les reconnaître.

Vous pourrez également retrouver des liens vers les fiches techniques donnant des méthodes alternatives de prévention et de contrôle.

2 Devenir observateur

2.1 Qui peut devenir observateur ?

On peut être observateur partout en France, puisque dans chaque région il y a des Bulletins de Santé du Végétal et notamment pour les zones non agricoles. Seuls certains sont néanmoins dédiés aux jardiniers amateurs.

N'importe qui peut devenir observateur, il faut juste posséder un petit jardin, potager, quelques végétaux, etc. Un observateur peut observer un végétal ou plusieurs, selon sa disponibilité et son envie. Bien souvent, quand un nouvel observateur se propose, je lui dis toujours de partir sur un végétal par exemple la tomate ou le rosier. Généralement on n'a pas besoin de le pousser longtemps parce qu'il y prend goût et se propose de suivre d'autres végétaux.

2.2 Quelles contraintes ?

Il n'y a pas de contraintes à devenir observateur. Quand on devient observateur l'animateur demande une certaine régularité dans les observations : c'est plus intéressant de suivre un végétal, des maladies et des insectes dans le temps que de faire des observations ponctuelles. Bien souvent les observateurs ne considèrent pas cela comme une contrainte puisque ce sont des jardiniers qui passent déjà un temps dans leur jardin pour observer. C'est simplement après le petit travail d'écriture qui doit être réalisé, et d'envoyer les informations qui peut prendre un peu plus de temps et qui peut être le plus contraignant.

Quand un observateur envoie ses informations, il y a un petit protocole à respecter. C'est-à-dire qu'il faut au minimum que je sache dans quelle commune il fait ses observations, le nombre de végétaux qu'il observe, et s'il a observé des maladies ou des insectes. Pour cela un protocole créé par la SNHF existe.

Les observateurs, une fois le protocole rempli, envoient les observations par mail. Ensuite toutes les observations sont synthétisées pour rédiger le bulletin de santé du végétal.

2.3 Quel est l'intérêt ?

L'intérêt pour l'observateur d'envoyer des informations est déjà de lui permettre de faire partager son observation à tout le réseau d'épidémiosurveillance, cela permet de donner une alerte pour les autres observateurs.

L'intérêt d'être observateur pour le réseau est le partage d'informations, un partage de compétences entre les observateurs et l'animateur. L'intérêt pour l'animateur du réseau d'avoir des observateurs est d'avoir un recueil d'observations sur les végétaux au niveau régional, ce qui permet de faire une synthèse au niveau du bulletin. En retour ce que l'on propose au jardinier amateur c'est plusieurs avantages : du matériel de terrain (petites loupes de terrain qui grossissent jusqu'à dix fois, ce qui permet de mieux observer sur le terrain), la possibilité de bénéficier de formations gratuites d'aide à la reconnaissance de maladies et de ravageurs, pour avoir des observations fiables ; la possibilité d'avoir des petits livres de reconnaissances d'insectes et de maladies ; et aussi un échange de données, d'informations avec l'animateur.

J'ai parfois dans mon réseau un observateur qui m'envoie un mail parce qu'ils ont des soucis sur leurs végétaux. Il m'envoie souvent des photos et je fais quelques recherches pour essayer de lui apporter une solution. C'est vraiment un partage mutuel, qui me permet de faire vivre mon réseau et à eux de leur apporter de l'information, de la documentation.

Il y a un accompagnement des observateurs. Chaque année, en région Centre on fait deux réunions : une en début d'année, qui est l'occasion de faire rencontrer les jardiniers amateurs observateurs, pour pouvoir échanger, savoir quels végétaux posent problème, quel ravageur suivre, c'est un espace où l'on peut discuter librement et formuler des demandes ; une réunion en fin de saison, c'est un bilan où on convie tous les jardiniers amateurs pour faire le bilan de l'année qui s'est écoulée. C'est un moment qui reste également très convivial où les jardiniers amateurs peuvent se rencontrer, surtout qu'ils viennent d'horizons divers : on peut avoir le jardinier amateur qui a un petit potager chez lui, comme celui qui gère un grand jardin comme le château de la Bourdaisière ou même une collectivité. Ce sont vraiment des personnes de tout horizon, retraités, actifs, qui participent à ce réseau.

Quand un observateur a une maladie ou un insecte qu'il ne sait pas identifier, il a la possibilité de bénéficier d'analyses gratuites au laboratoire. Par exemple, lorsque l'on a une plante qui est flétrie comme une tomate, et que l'on ne sait pas du tout ce qu'elle a, les observateurs m'appellent et je leur explique le protocole pour arracher la plante et l'envoyer au laboratoire. En région Centre nous avons un laboratoire qui réalise des analyses pathologiques, et ces analyses sont gratuites pour les observateurs qui font partie du réseau.

2.4 Comment devenir observateur ?

Il faut se rapprocher de l'animateur de votre région par mail ou téléphone. En région Centre, quand un jardinier veut intégrer le réseau, je le rencontre pour savoir pour quel végétal il souhaite devenir observateur, je lui explique le fonctionnement du réseau, pour savoir quand je rédige le bulletin et donc quand il doit m'envoyer ses observations ... Je lui donne des éléments d'organisation sur le bulletin. Souvent je me déplace chez le futur observateur pour voir ce qu'il a comme végétal et ensuite je lui fais une petite formation où je lui apprends rapidement à reconnaître certaines maladies, certains ravageurs.

Pour devenir observateur il n'y a pas d'adhésion, il faut simplement avoir envie d'observer son jardin et de transmettre les observations.

Si vous souhaitez franchir le pas et devenir observateur, dans votre région, n'hésitez pas à contacter l'animateur régional de votre région.

