

Celui qui s'adapte survit! Qui est-ce ? Vous ou le parasite ?

Quels sont les défis à venir en termes de résistances ...

Barbara MANDERYCK, André WAUTERS (IRBAB asbl - KBIVB vzw)

Nous oublions parfois comment était le passé et nous pensons que cette époque est définitivement révolue. Nous oublions parfois que l'histoire tend à se répéter d'une manière ou d'une autre. Parfois, nous nous imaginons pouvoir dominer la nature. Mais en réalité, nous savons par nos expériences quotidiennes avec la nature que, dans nos champs, les parasites et les maladies s'adaptent très vite et cherchent à reprendre leur place !

Pourquoi cette réflexion philosophique?

Parce que nous sommes peut-être, sans en être conscient, à un tournant de l'évolution de la technologie agricole, efficace et très professionnelle, en particulier pour les produits phytopharmaceutiques et les méthodes de lutte.

Nous pensons parfois encore comme durant les années soixante, en se disant qu'il y aura toujours une nouvelle solution, toujours plus facile et meilleure que la précédente. Mais est ce encore vrai ? Une série de questions pertinentes pour le secteur de la betterave sont énumérées ci-après.

Comment était-ce autrefois et qu'en est-il maintenant ?

Dans une publication datée de 1938, faite par notre « Institut de la Betterave » de l'époque (IBAB) et ayant pour titre : « Atlas des Maladies et Ravageurs de la Betterave », nous pouvons lire, dans l'introduction, les raisons de cette publication. En 1931, 8.000 hectares de betterave sucrière ont été détruits en Hesbaye par la "mouche de la betterave". En 1936, 18.000 ha situés dans les provinces de Hainaut et de Flandres ont été ravagés par la "jaunisse de la betterave", soit une région qui correspondrait aujourd'hui à presque la superficie livrée à Iscal Sugar. Les dégâts causés par la jaunisse de la betterave ont été alors évalués à la somme astronomique de 25 millions de francs belges de l'époque, ce qui correspondrait aujourd'hui à 10,5 millions d'euros. Cela correspondait à ce moment à $\pm 1/3$ du revenu potentiel par hectare perdu à cause de la jaunisse de la betterave !

À l'époque, la jaunisse de la betterave était contrôlée grâce à quatre applications d'une solution de savon, additionnée de un millième de nicotine, la cercosporiose était traitée à quatre reprises avec de la bouillie bordelaise à 0,5%, les tipules étaient pulvérisés avec des produits à base d'arsenic. Il n'y avait rien pour lutter contre les nématodes et les atomaires, si ce n'est respectivement une rotation de 5 ans et le binage ...

Heureusement, cette époque est révolue et nous disposons depuis les années '50 de produits phytosanitaires de plus en plus efficaces et de moins en moins dommageables pour la santé et l'environnement. Toutefois, il semble que suite à une utilisation prolongée d'un produit et aux garanties supplémentaires à apporter pour la santé et l'environnement, choses absolument justifiées, nous ne savons plus sur quel pied danser.

Ces dernières années, l'agrément de nombreux produits phytopharmaceutiques efficaces a été retirée. Depuis l'introduction de la directive 91/414/CE en 1991, 74% des substances actives existantes ont été perdues. Ce fut souvent avec raison, mais parfois avec de moins bonnes raisons. Il semble également peu probable que cette tendance s'inverse à l'avenir et de nombreux produits utilisés sont toujours en cours de révision. En outre et suite aux exigences actuelles, les coûts de développement de nouveaux produits sont devenus très élevés. Du début du développement jusqu'à la mise sur le marché d'un produit phytopharmaceutique, ces coûts peuvent s'élever à 250 millions d'euros. La possibilité que l'on mette au point un nouveau produit efficace, qui puisse "réussir" à tous les tests d'agrément, devient de plus en plus réduite étant donné les exigences que notre société demande pour les produits phytopharmaceutiques. En outre, certains produits sont rapidement introduits dans plusieurs cultures de la rotation, tels que les herbicides dits « ALS ». Ceci implique une augmentation du risque de résistance.

Qu'est-ce que la résistance, où se produit-elle, comment menace-t-elle la rentabilité de notre culture et comment pouvons-nous nous en protéger, c'est le thème de cet article.

Une chose est certaine : les produits phytopharmaceutiques encore disponibles actuellement doivent être préservés. Nous devons les protéger contre l'apparition de résistances en les utilisant correctement. Nous devons surtout les utiliser correctement pour éviter une contamination de l'environnement, parce que les nouvelles solutions sont rares, souvent coûteuses, complexes et pas toujours aussi efficaces que les anciennes. Et aussi parce que personne ne veut se retrouver à nouveau comme dans les années '30 du fait que presque aucune des "vieilles solutions" ne pourrait encore être appliquée aujourd'hui.

Qu'est ce que la résistance?

La résistance est la mise en application directe de la théorie de Darwin ! C'est l'évolution par la sélection naturelle et par conséquent la survie du plus « fort » ou du plus « adapté ». Ce dogme est omniprésent dans la nature comme en agriculture. Chaque organisme vivant, que ce soit une adventice, un insecte, un champignon ou un virus, n'a qu'un seul but dans la vie: sa survie. Pour survivre dans un environnement en constante évolution, il doit constamment s'adapter, ce qui se produit surtout par la sélection naturelle. Comment une mauvaise herbe peut-elle garantir la survie de son espèce? Les plus aptes survivront au désherbage tel que nous le pratiquons car elles ne sont pas toutes génétiquement identiques. Comment les sélectionnons-nous ? En permettant aux mauvaises herbes qui ont survécu aux traitements de se reproduire. Après quelques cycles d'un tel système, nous pouvons aboutir à une situation dans laquelle la population sélectionnée sera représentée par les seuls "survivants" et contre lesquels nous n'aurons plus de méthodes efficaces de lutte (Figure 1).

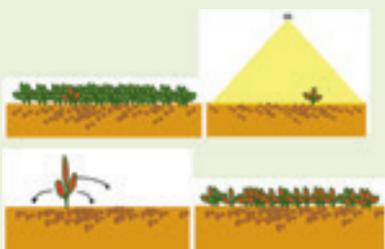


Figure 1: Comment apparaît la résistance dans une adventice, parasite ou maladie. L'adventice "rouge" est génétiquement plus résistante au traitement et survit, après plusieurs cycles la totalité de la population est composée de "adventices rouges". (R.G. Smith University of New Hampshire, Durham, VS)

Bien sûr, nous aussi, nous nous adaptons également et la recherche trouve heureusement de nouvelles solutions, mais pas toujours aussi rapidement ou facilement qu'auparavant. Détaillons ci-après quelques exemples d'apparition de résistance de maladies, parasites et adventices présents en culture de la betterave, chez nous ou ailleurs dans le monde.

Désherbage: devons-nous "garder ce que nous avons" ou doit-on aller vers du "high + low tech" ?

Le problème de la résistance est déjà bien présent parmi certaines adventices en betterave. L'exemple le plus connu est celui du chénopode qui est devenu résistant dans 80 % de nos parcelles. Heureusement, cette situation n'a rien de dramatique jusqu'à présent car notre système FAR fonctionne toujours suffisamment quoiqu'étant devenu un peu moins performant qu'auparavant. Il doit donc être réalisé avec plus d'attention pour obtenir un contrôle optimal. Pour l'instant, le désherbage est toujours réalisé avec des produits (encore) agréés. Cependant, ces produits existent depuis les années '70, même s'ils ont été combinés efficacement depuis le début des années '90 via le système FAR. La combinaison et/ou l'alternance des produits et des modes d'action (chimiques et mécaniques) efficaces dans une culture et dans une rotation sont reconnus par la recherche scientifique et/ou appliquée comme étant la meilleure méthode pour ralentir l'apparition de résistances chez les adventices.

Citons ainsi les problèmes croissants du vulpin devenu résistant en Belgique, et qu'on retrouve dans nos parcelles de betteraves, tout comme le vulpin résistant ALS, le coquelicot et le mouron.

Citons par contre la situation rencontrée aux États-Unis où les agriculteurs ont été attirés par le "bon marché" et "facile d'emploi" sans tenir compte des possibles conséquences à long terme. Il faut en tirer les leçons pour développer nos systèmes de lutte contre les adventices sans refaire les mêmes erreurs. Penser à l'avenir en termes de rotation (comme par le passé) reste évident.

L'exemple type venant des États-Unis ne correspond pas à notre situation européenne (et il semble peu probable que cela puisse se rencontrer chez nous) car ce sont des cultures OGM qui ont été utilisées et qui ont finalement créé une difficulté. Le fait que ces cultures aient été des OGM n'est pas l'objet de cette discussion, mais bien la façon dont elles ont été utilisées et qui a conduit à une situation devenue problématique.

Aux États-Unis, le soja Roundup Ready® a été cultivé depuis 1996, le maïs RR® a été cultivé à partir de 1998 et la betterave à sucre RR® a été introduite dans la pratique à partir de 2008. Ainsi à partir de 2008, une rotation betterave à sucre - maïs - soja toutes résistantes au glyphosate était fréquente. Bien sûr, il était plus facile de maintenir les betteraves exemptes de mauvaises herbes avec deux traitements au glyphosate, au lieu de trois ou quatre traitements herbicides classiques. Le coût était environ identique à celui d'un désherbage classique mais "le travail sur le terrain" était moindre et la betterave avait souvent un meilleur rendement. En effet, il n'y avait plus de concurrence avec les mauvaises herbes comme après un contrôle parfois incomplet et tout aussi coûteux à résoudre. Malheureusement, il est rapidement apparu que la solution était trop belle pour être vraie.



Figure 2: Amaranthes devenues résistantes au glyphosate en betterave RR® (photo : M. Khan, NDSU Fargo, USA).

Les premières adventices résistantes au glyphosate ont été signalées en 2000 dans des champs de soja, soit 4 ans après que l'on ait commencé l'utilisation généralisée de l'herbicide unique. Au début, les adventices résistantes au glyphosate étaient présentes dans une petite région. Dans l'État du Minnesota (cas de cet exemple), on a également commencé à trouver des adventices résistantes au glyphosate à partir de 2006, et de façon également très localisée. Dans le Minnesota, une rotation de cultures toutes résistantes au glyphosate a commencé à partir de 2008. Aujourd'hui, en 2015, soit 8 ans plus tard, le problème est devenu presque généralisé et 4 espèces d'adventices résistantes au glyphosate sont entre-temps apparues. Le contrôle des repousses de culture est également devenu un problème. Les solutions consistent maintenant à combiner le glyphosate avec plusieurs herbicides ayant des modes d'action différents. Ces betteraviers américains utilisent à nouveau du « Tramaf » en préémergence, ils mélangent du « Betanal » avec le glyphosate et utilisent des graminicides pour lutter contre les repousses de maïs RR® en betterave. Une conséquence perverse de leur enthousiasme initial est qu'ils ne disposent aujourd'hui plus que de peu "d'autres" herbicides car plus aucune société phytopharmaceutique n'a investi dans une zone où "seul" le glyphosate était utilisé. Il leur reste à présent peu d'options pour pouvoir faire des combinaisons d'herbicides.

En outre, lorsqu'une adventice est devenue résistante à un mode d'action et qu'on combine un nouveau mode d'action, sa population devient très vite résistante aux deux modes d'action. Dans le Minnesota, un premier cas isolé d'une mauvaise herbe résistante au glyphosate et aux herbicides dit « ALS » a été rapporté en 2007.

La conséquence inévitable de tout cela est que le désherbage dans ces régions est redevenu plus coûteux, exige plus de travail et n'est certainement plus toujours aussi efficace. Il ne faut donc pas croire en la "solution de rêve" au risque de se retrouver dans la même impasse !

Ralentir l'apparition de résistance chez les adventices se fait en combinant de façon optimale, dans une culture et dans la rotation, des herbicides ayant des modes d'action diffé-

rents. Il convient d'avoir des rotations alternées, également en termes d'alternance de cultures de printemps et d'automne sur la même parcelle. Un contrôle efficace est aussi celui de s'engager dans des méthodes non chimiques pour contrôler les mauvaises herbes. La diversité du contrôle est la clé d'un contrôle efficace, aussi pour le futur.

La betterave dispose d'une certaine marge d'amélioration. La combinaison d'un désherbage chimique-mécanique est une bonne méthode pour ralentir ou même éviter le développement de résistances. Des systèmes de guidage plus sophistiqués se développent en betterave, avec aussi de plus grandes largeurs de travail, mais ces méthodes « low-high tech » sont souvent et malheureusement plus coûteuses et leur utilisation est plus fastidieuses. Certaines possibilités tel que le binage sont « low tech » mais coûteuses à utiliser, car fastidieuses. En outre, ces machines permettent d'éliminer des mauvaises herbes encore présentes, mais elles ne peuvent être utilisées qu'en fonction des conditions météorologiques et ne sont donc pas "la solution" unique à utiliser. La recherche doit s'intéresser à mieux connaître leurs possibilités pour pouvoir les utiliser davantage, mais aussi leurs limites avant que nous n'ayons plus d'autres options.

Contrôle des maladies foliaires : sommes-nous sur la bonne voie?

La devise : "la diversité est la solution" permet d'assez bien contrôler les maladies foliaires en Belgique. **La solution consiste à utiliser des variétés moins sensibles aux maladies foliaires et de les traiter avec un fongicide efficace à la dose pleine et contre les 4 maladies foliaires. De préférence un fongicide qui combine plusieurs modes d'action, ou une alternance dans les modes d'action. Et un traitement en fonction de la nécessité (seuil). Ça paraît simple.**

Cependant, il y a plusieurs menaces potentielles pour notre culture. À l'heure actuelle, il y a encore suffisamment de fongicides efficaces en culture de betterave, mais cela peut changer (rapidement). Une des raisons est qu'un certain nombre de fongicides sont visés au niveau européen, dont certains de la famille des triazoles. C'est la famille la plus importante de fongicides disponibles en betterave. Il y a peu ou pas assez de fongicides ayant d'autres mécanismes d'action, en plus des strobilurines. Ici aussi, combiner est la clé pour ralentir l'apparition de résistances. Et il y en a déjà, heureusement, pour le moment, pas en Belgique, mais par exemple en Autriche où les betteraviers sont confrontés à de graves problèmes avec de la cercosporiose devenue résistante. Cette résistance a commencé avec une résistance de la cercosporiose aux triazoles qui a pu être combattue avec des strobilurines. Après deux ans d'utilisation de strobilurines, la lutte s'est à nouveau avérée « difficile ». Que se passe-t-il? Après avoir longtemps utilisé les mêmes fongicides lors de pression élevée des maladies (climat continental avec une maladie foliaire qui aime la chaleur), la résistance est apparue. La solution « facile » est venue grâce aux strobilurines développées pour les céréales. Mais c'est un mode d'action qui génère facilement des résistances. Après deux ans, d'autres solutions devaient donc être trouvées. Aujourd'hui, pour obtenir une efficacité suffisante contre la cercosporiose et un rendement satisfaisant en Autriche on combine des triazoles et des strobilurines ou un autre "vieux fongicide" à base de cuivre (comme dans les années '30) et en traitant quatre fois. Ce genre de situation doit être évitée pour notre culture ...



Figure 3: Cercosporiose résistante en Autriche, seul l'application de 4 traitements avec un mix de fongicides et de cuivre permettent de garder un feuillage sain (Photo: F. Kempf, Agrana).

Nous pouvons éviter cela, ou peut-être pas car même les maladies voyagent ... Mais nous pouvons le ralentir en respectant certaines règles (variété moins sensible, traiter au seuil avec la dose pleine de fongicide en changeant de mode d'action). La recherche a encore du travail...

Insectes résistants: constituent-ils une menace?

On pourrait penser, après toutes ces informations sur la résistance des mauvaises herbes et des maladies foliaires, que la lutte contre les insectes n'est pas affectée ! Ce qui est actuellement le cas. En effet, des néonicotinoïdes et des pyréthroïdes sont utilisés en traitement de semences. Sans eux, nous devrions retourner (comme dans les années '30) à la solution du savon et de la nicotine. Des cas de résistances sont néanmoins décrits chez nos insectes parasites de la betterave. Le puceron vert du pêcher, qui peut transmettre le virus de la jaunisse de la betterave, présente trois mécanismes de résistance différents qui ont été décrits à l'égard des insecticides et familles d'insecticides communément utilisés en betterave.

La résistance dite MACE correspond à une résistance au pirimicarbe, la résistance Kdr/sKdr rend les pucerons insensibles aux pyréthroïdes. La mutation R81T procure une résistance aux néonicotinoïdes. Cette mutation n'a été observée jusqu'à présent que dans les vergers de pêchers en région méditerranéenne (France, Espagne, Italie). Par contre, les résistances MACE et Kdr sont présentes en Angleterre et en France. C'est pourquoi l'IRBAB participe actuellement à un projet de surveillance internationale pour savoir si des pucerons résistants au pirimicarbe et aux pyréthroïdes sont

présents en Belgique. Actuellement, le seul contrôle efficace qui peut être réalisé avec des insecticides (systémiques) à utiliser de la façon la plus sûre possible (car il s'agit quand même d'insecticide) est de les placer dans l'enrobage de la graine. La plante absorbe, au stade plantule, les substances en question et les véhicule dans sa sève. L'insecte piqueur ou rongeur qui se délectera de la sève de la betterave ainsi protégée verra sa fonction de reproducteur annihilée. Ces insecticides sont le seul contrôle efficace; ils présentent également le moins d'impact sur l'environnement et la nature. Après quelques semaines, ces insecticides sont dégradés dans la sève. Une grande partie de la discussion menée par la société à propos de l'utilisation ou de la non-utilisation des néonicotinoïdes a lieu sur le plan émotionnel ce qui est regrettable. Rappelons qu'en Belgique, il est très important de pouvoir disposer d'une solution très efficace contre la jaunisse de la betterave, transmise par puceron, au risque de perdre 20 à 40 % du rendement betteravier, durement gagné.



Figure 4: Jaunisse virale dans une parcelle de betterave sucrière et pucerons verts du pêcher, vecteur de cette grave maladie (Photo IRBAB).

Actuellement, les larves de tipules et autres insectes du sol, contre lesquels de l'arsenic était utilisé dans les années '30, sont "plus ou moins" combattus par le traitement des semences, mais en cas de forte pression du parasite, ces produits ne sont pas suffisants pour limiter les pertes de rendement. Les insectes du sol ne présentent actuellement pas de résistance.

La Rhizomanie: "de retour" ou "jamais disparue" en fait ?

La situation de l'évolution de la rhizomanie se présente plus positivement. Les graves pertes de rendement dues à cette maladie virale véhiculée par un champignon du sol ont pu être évitées grâce aux variétés tolérantes. Mais plus tard de nouveaux problèmes sont apparus, pouvant heureusement être évités grâce aux variétés dites double-tolérantes à la rhizomanie. En effet, tout comme dans les pays voisins, de nouvelles souches (variants) du virus de la rhizomanie contournant la protection offerte par les variétés simples tolérantes à la rhizomanie (utilisant le gène Rz1 uniquement) sont également apparues en Belgique. Entre-temps, tous les semenciers ont réalisé d'importantes recherches pour surmonter ce nouveau problème grâce à de nouvelles génétiques. Aujourd'hui, il existe des variétés ne montrant ni symptôme ni pertes de rendement en présence de ces variants du virus (utilisation des gènes Rz1+ Rz2 ou d'une autre résistance supplémentaire).



Figure 5: Blinkers dans une parcelle (en haut) et (ci-contre) variétés simples et doubles tolérantes à la rhizomanie dans une parcelle infectée par une souche virulente du virus (photo IRBAB).

Actuellement en Belgique, des variants du virus de la rhizomanie contournant la résistance ont été identifiés dans un certain nombre de parcelles de la région de Binche. L'IRBAB procèdera, en collaboration avec les sucreries et La Clinique des Plantes, à un monitoring accru de toutes les zones betteravières. Des plantes « suspectes » seront prélevées, le virus présent sera extrait, purifié puis caractérisé génétiquement pour savoir s'il s'agit de variants virulents du virus. Les plantes qui portent ces virus variants sont appelées "blinkers". Ces plantes suspectes ont un feuillage plus vert clair, un port foliaire érigé, avec des pétioles allongés et souvent une prolifération du chevelu racinaire, accompagné ou non d'un étranglement du pivot. Ces plantes ne sont pas toujours faciles à reconnaître au champ, et certainement pas si l'infestation en est à ses débuts. Dans les parcelles suspectes, on peut clairement détecter la présence de variants du virus en semant côte à côte des variétés simples et doubles tolérantes à la rhizomanie. Contactez votre agronome si des "blinkers" ont été observés récemment dans vos parcelles.

Nématode à kyste de la betterave : "résolu à jamais" à travers les variétés tolérantes?

Actuellement, les betteraviers disposent d'un choix important de variétés tolérantes au nématode à kyste de betterave. Même si le rendement de ces variétés est largement préservé sur des parcelles infestées par le nématode à kyste, leur emploi entraîne rarement une diminution des populations de nématode présentes sur ces parcelles. La question se pose alors de savoir si la tolérance intégrée dans ces variétés est une solution durable? Ceci aussi nécessite qu'on s'y intéresse.

En conclusion, nous devons diversifier nos moyens de lutte pour contrer l'apparition de résistances et maintenir la rentabilité de la culture. Diversifier en combinant les moyens chimiques et non-chimiques, avoir des modes d'action différents dans nos produits, les utiliser de façon raisonnée en respectant l'environnement. C'est le rôle de chacun : agriculteur, secteur betteravier, autorité et sociétés semencières et pharmaceutiques.