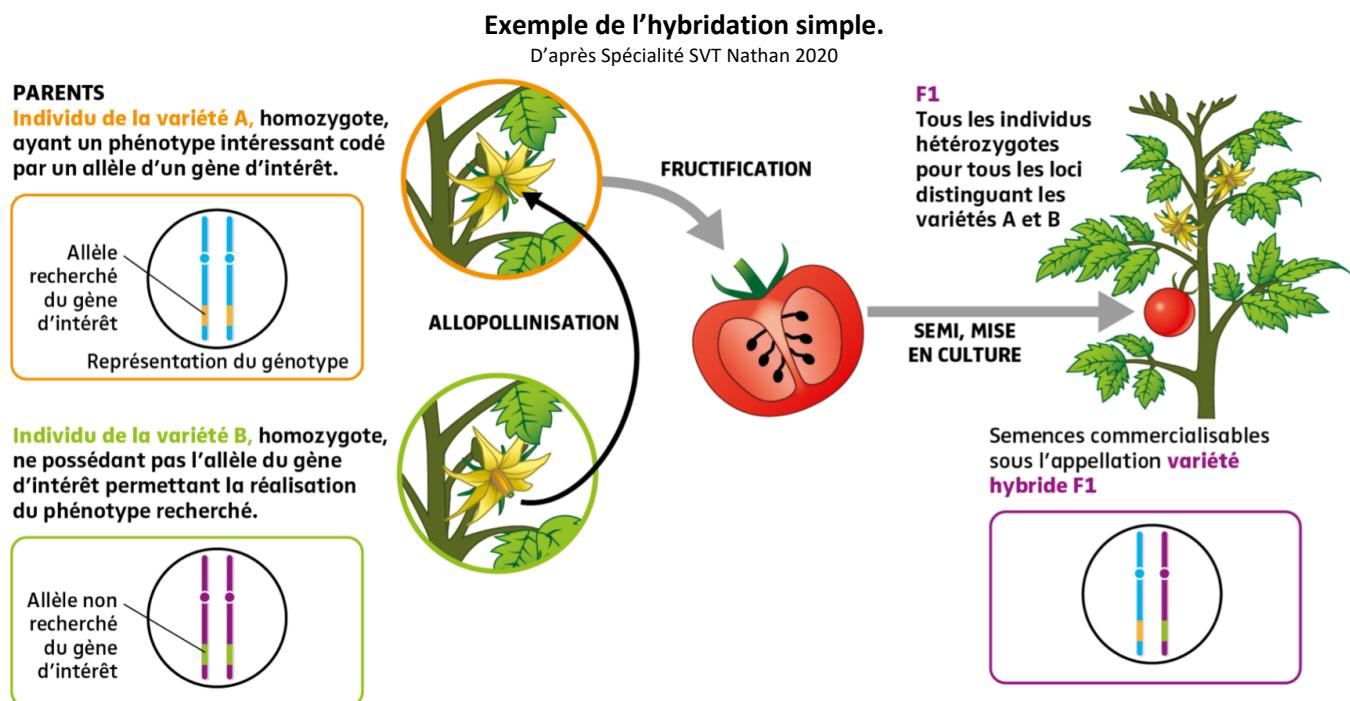


P4. La domestication des plantes. Documents complémentaires (hors-livre)



Exemple des techniques de transgénèse.

D'après Spécialité SVT Bordas 2020

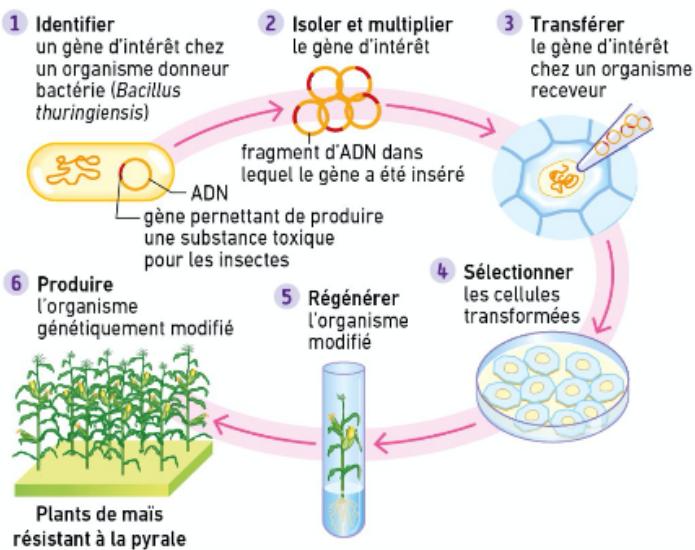
Contrairement à la sélection variétale classique, les techniques de transgénèse développées à partir des années 1970 permettent de s'affranchir des barrières entre espèces : il s'agit d'introduire dans des plantes cibles des séquences d'ADN codant un caractère d'intérêt. Ces séquences peuvent provenir de tout type d'organisme, en vertu de l'universalité du code génétique. La commercialisation des PGM (plantes génétiquement modifiées) a débuté en 1996. En 2019, ces cultures concernent 11,3 % des surfaces cultivées mondialement. Les principales espèces concernées sont le soja, le coton, le colza et la maïs.

Quelques exemples de gènes d'intérêt utilisés en création variétale.

	Introduction d'un gène...	
	...bactérien permettant de produire une molécule毒ique pour les insectes	...bactérien permettant la résistance à des herbicides (glyphosate ou glufosinate)
Espèces receveuses	Maïs, coton, tabac, tomate, pomme de terre	Betterave, coton, maïs, soja, pomme de terre
Effets attendus	Diminution des épandages d'insecticides	Diminution du travail du sol destiné au désherbage
Limites connues à ce jour	Apparition de résistances chez les insectes et impact négatif sur les populations d'insectes non ravageurs	Augmentation de l'épandage de ces herbicides et apparition de plantes résistantes

Les étapes de production d'un maïs génétiquement modifié.

D'après Spécialité SVT Bordas 2020



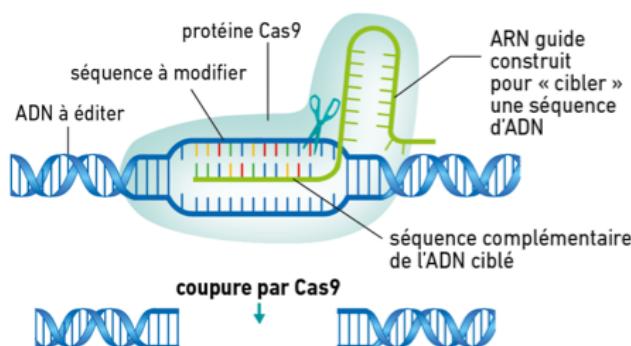
Produire une nouvelle variété génétiquement modifiée nécessite généralement une dizaine d'années. Une technique consiste à utiliser une bactérie du sol naturellement capable d'introduire des fragments d'ADN dans les cellules végétales. Le gène d'intérêt peut aussi être collé à des billes microscopiques qui sont projetées sur les cellules cibles (canon à billes). Un champ électrique ou un agent chimique peuvent aussi être utilisés. Le transfert de gène et la régénération d'une plante entière sont les étapes les plus délicates de la transgénèse. La variété à modifier est donc choisie pour augmenter le taux de réussite de ces deux étapes, indépendamment de ses autres qualités. Pour retrouver l'ensemble des qualités recherchées, il est donc nécessaire de recourir à des croisements entre la plante transgénique et des variétés commerciales, sur plusieurs générations.

CRISPR-Cas 9 : des ciseaux moléculaires au service de la création de nouvelles variétés.

D'après Spécialité SVT Bordas 2020

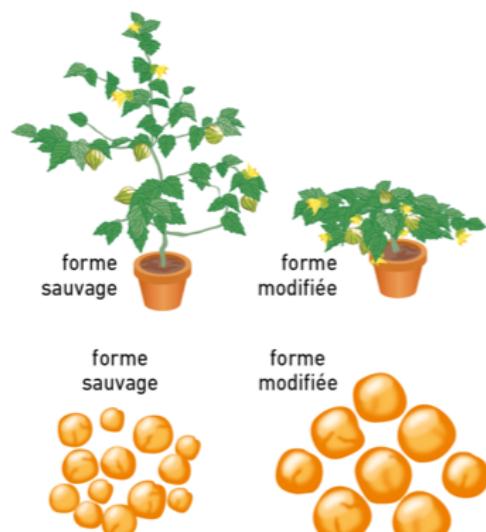
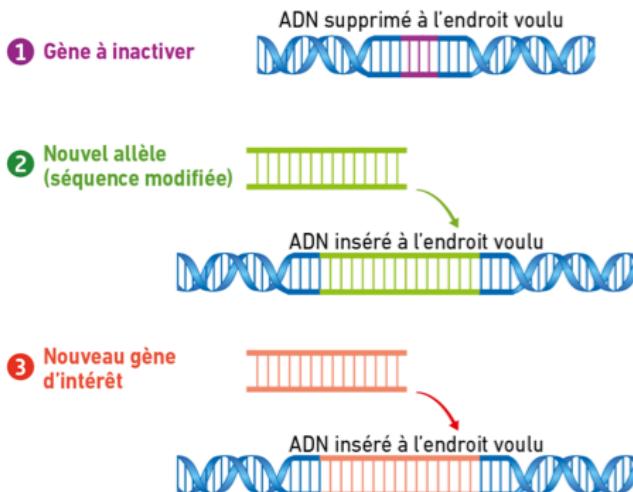
En 2012, deux chercheuses, Jennifer Doudna et Emmanuelle Charpentier, publient les résultats obtenus sur la création de nouveaux allèles dans une cellule grâce à un complexe moléculaire associant un brin d'ARN et une enzyme Cas9, capable de découper l'ADN (A). Ce complexe baptisé CRISPR-Cas9 est très polyvalent : introduit dans une cellule hôte, il permet d'inactiver des gènes cibles (1), de créer de nouveaux allèles (modification ou édition de gènes) (2)

ou d'insérer de nouveaux gènes (3). Il est maintenant utilisé dans de nombreux domaines dont celui de l'amélioration des plantes, à l'origine de nouvelles variétés aux propriétés intéressantes : résistance à des maladies fongiques chez le blé tendre par inactivation d'un gène ; insertion de gènes favorisant le rendement dans des variétés de tomates sauvages choisies pour leur résistance aux maladies.



Physalis pruinosa est une espèce apparentée à la tomate qui est considérée comme étant « semi-domestiquée » ; ses fruits sont petits (2 cm de diamètre) et ils tombent au sol. La plante a tendance à s'étaler en se développant, nécessitant de conserver une distance minimale d'un mètre entre les individus et ne facilitant pas la récolte des fruits. En s'appuyant sur la carte génétique de la tomate, une équipe de chercheurs américains a utilisé CRISPR-Cas9 pour modifier différents gènes chez *Physalis* de manière à améliorer ses caractéristiques. En deux ans, ils ont obtenu les résultats ci-dessous (B).

Differentes actions possibles :



B L'utilisation de CRISPR-Cas9 pour poursuivre la domestication d'une variété.

A CRISPR-Cas9, un système polyvalent.

Des fragilités qui peuvent être compensées par des pratiques culturelles spécifiques.

D'après Spécialité SVT Bordas 2020

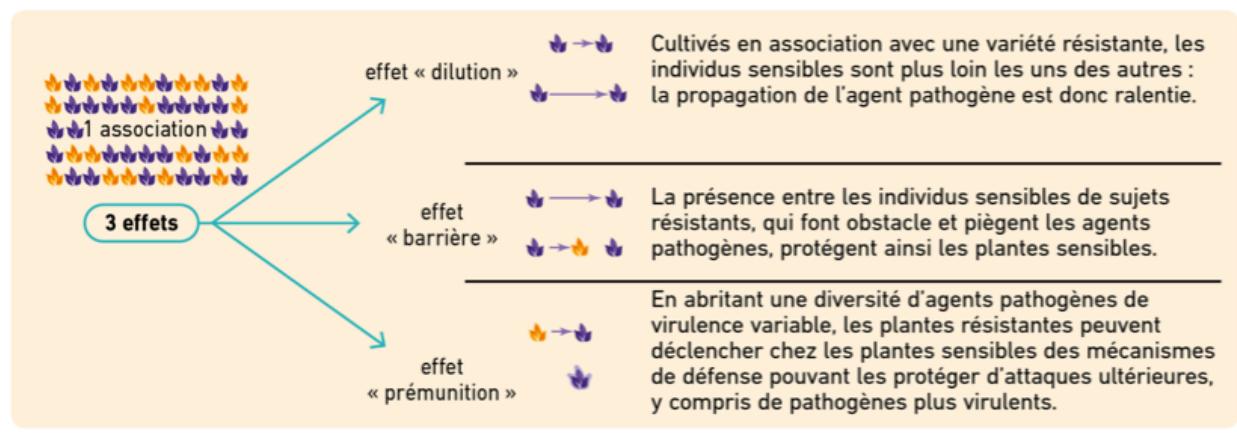
Le blé tendre, utilisé en boulangerie et pâtisserie, existe sous la forme de nombreuses variétés présentant des sensibilités spécifiques à différents champignons parasites à l'origine de maladies telles que les rouilles jaune et brune, l'oïdium ou la septoriose (A). Aucune variété n'est totalement résistante à l'un de ces agents. Le recours aux pesticides antifongiques* favorise les champignons résistants, entraînant une baisse de leur efficacité dans la durée. Des essais menés par l'INRA ont cherché à évaluer la pertinence de cultiver une association de quatre variétés de blé sur une même parcelle pour réduire la progression d'une de ces maladies, la septoriose (B). La période de risque, qui dure de mars à juin, est fonction de la pluviométrie. Selon la gravité de l'attaque, les pertes de rendement sont estimées entre 15 et 20 quintaux par hectare (q/ha) en cas d'infestation modérée et jusqu'à 50 q/ha en cas de forte infestation.



A La septoriose se manifeste par des lésions qui affectent les feuilles et les épis.



B Évolution des surfaces foliaires présentant les symptômes de la septoriose : plantes non traitées 1 et plantes traitées 2.



Les effets de l'association entre résistance et pratiques culturales chez le pommier.

D'après Spécialité SVT Bordas 2020

Le pommier, *Malus domestica*, est une des plantes cultivées les plus traitées avec une moyenne de trente-cinq traitements aux pesticides par saison, dont quinze à vingt traitements fongicides contre le champignon responsable de la tavelure, *Venturia inaequalis* (A).

Actuellement, 80 % des variétés cultivées résistantes sont porteuses du gène *vf*. Ce gène leur a été intégré par rétrocroisements successifs avec une espèce sauvage, *Malus floribunda*, dont les fruits de très petit calibre sont improches à la consommation. Il aura fallu une soixantaine d'années pour développer des variétés commerciales. D'autres gènes de résistance partielle ou totale ont été identifiés, toutefois deux nouvelles souches de *Venturia* ont des caractéristiques leur permettant de contourner les mécanismes de défense liés au gène *vf*. Les programmes de recherche actuels visent à associer au sein d'un même individu plusieurs gènes de résistance.

Des recherches sont conduites en agriculture biologique pour associer différentes **pratiques culturales*** et diminuer l'impact de *Venturia* sur les cultures (B).

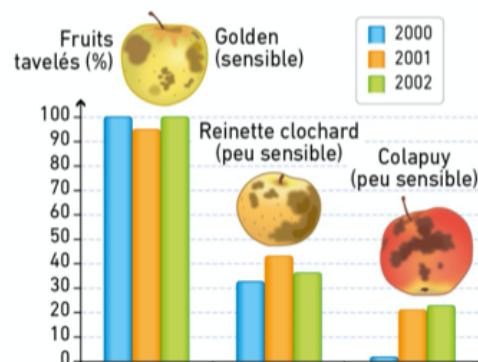


A Fruit et feuilles d'un pommier atteint par la tavelure.

Les pommes légèrement tavelées destinées à la vente sont déclassées et vendues moins cher. En cas de lésions plus importantes, des infections secondaires par d'autres pathogènes peuvent se produire et rendre les pommes improches à la vente et à la consommation.



% de fruits tavelés à la récolte	
SANS mesures de prévention	AVEC mesures de prévention
3,96 % en 2003	0,73 % en 2003
66,4 % en 2004	30,2 % en 2004



- Mesures de prévention de la maladie chez la variété sensible « Smoothie » (ramassage et enfouissement des feuilles, traitements au soufre et au cuivre (produits autorisés en agriculture biologique).

- Association de deux variétés, l'une sensible (en vert clair) et l'autre résistante (en vert foncé).



fruits tavelés	
2001	27 %
2002	12 %



fruits tavelés	
2001	17 %
2002	11 %



fruits tavelés	
2001	14 %
2002	4 %

B Effets protecteurs de trois mesures pour limiter l'impact de la tavelure sur les fruits chez le pommier.