

# Épigénétique : pourquoi est-ce important pour la vigne ?

## 1. Épigénétique : de quoi parle-t-on ?

Le terme épigénétique, qui signifie littéralement « *au-dessus (épi) de la génétique* » a été inventé pour rendre compte de la spécialisation progressive des cellules à partir des cellules non différenciées, observée au cours de l'embryogénèse des animaux (Waddington, 1940). Il note que lorsque ce processus est altéré, les conséquences sur les tissus formés sont importantes et durables, renforçant l'idée d'une mémoire des cellules.

De nos jours, le terme épigénétique est utilisé pour désigner l'étude des changements de caractères (traits), qui sont stables et/ou héréditaires, mais réversibles, et qui ne sont pas associées à des variations de l'information génétique (mutation). Les mécanismes épigénétiques portent une information qui s'ajoute à l'information génétique et détermine la façon dont les gènes seront utilisés par une cellule, ou bien ne le seront pas. Ils sont aussi à l'origine de variations phénotypiques héréditaires, générées indépendamment des changements de la séquence d'ADN, encore appelées « *épivariants* » ou « *épi-mutants* » (voir Glossaire).

Les mécanismes épigénétiques font intervenir de nombreuses modifications chimiques de la chromatine, substance de base constituant les chromosomes, notamment la **méthylation de l'ADN** et les **HPTMs**. Ces marques déterminent l'organisation spatiale de la chromatine et ainsi influencent l'expression des gènes (Figure 1).

La distribution des marques épigénétiques sur le génome entier des cellules constitue leur « **épigénome** ». Alors qu'un organisme est défini par un génome unique, il possède de nombreux épigénomes qui varient en fonction des tissus, de leur état de différenciation et de leur environnement. Cette information épigénétique peut ensuite être transmise au cours

des divisions cellulaires et constitue donc un des principaux supports moléculaires de la mémoire des cellules (Gallusci et al., 2022).

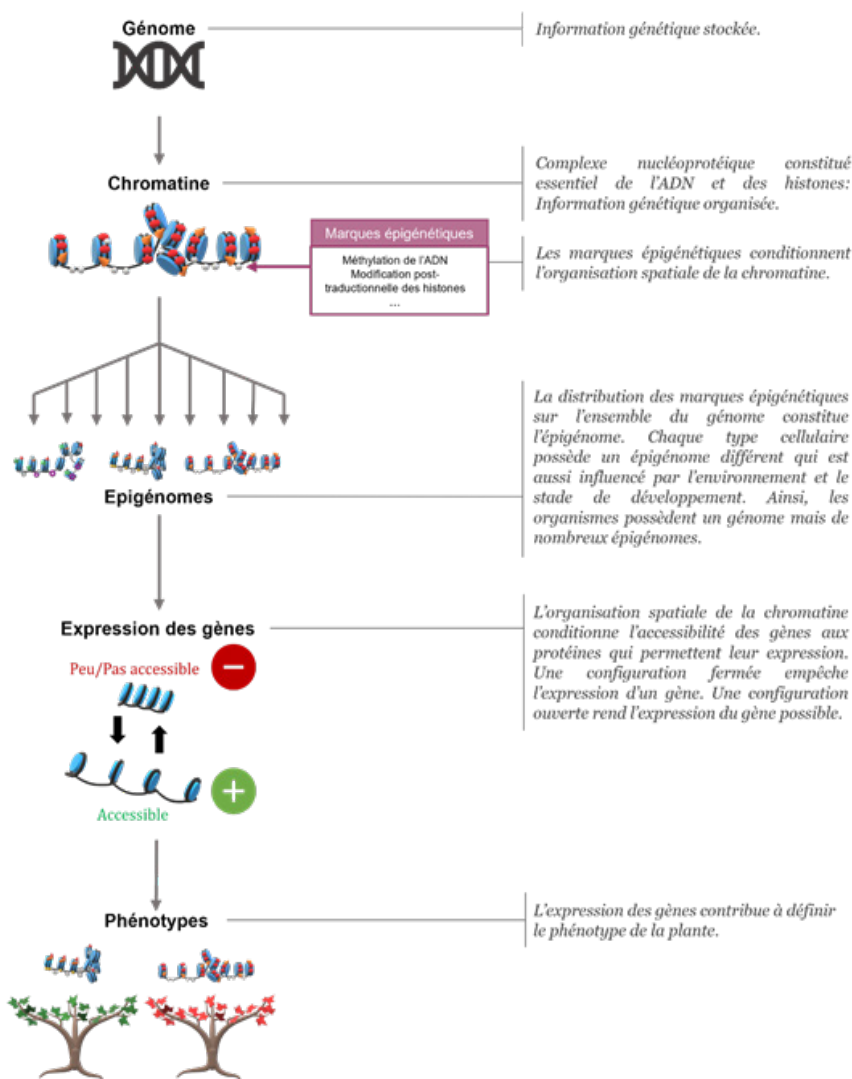
## 2. Épigénétique et mémoire des plantes : pourquoi est-ce important ?

Les plantes sont souvent considérées comme des organismes ayant une forme « *d'intelligence* », alors même qu'elles n'ont pas de capacités cognitives (Van Loon,

2016). En revanche, elles possèdent des mécanismes qui leur permettent de mémoriser les informations générées par un signal interne ou liées à leur environnement. Cette mémoire repose sur un ensemble de processus physiologiques, (Crisp et al., 2016), parmi lesquels, les mécanismes épigénétiques ont une importance majeure (Gallusci et al., 2022).

Comme indiqué ci-dessus, l'information épigénétique mise en place dans les cellules des **méristèmes** peut être maintenue

Figure 1. Du génome aux épigénomes.



lorsque ces cellules se divisent et assure une part importante de la mémoire des cellules, encore appelée mémoire somatique. Cette mémoire somatique (Figure 2) est sollicitée dans le cas où la plante est soumise à un stress récurrent et peut perdurer d’une année sur l’autre dans le cas de plantes pérennes. On parle dans ce dernier cas de **mémoire transannuelle**.

Lorsque cette information épigénétique est transmise aux gamètes, elle peut être retrouvée dans les plantes de la génération suivante. On parle alors de **mémoire trans ou intergénérationnelle**. Cette information épigénétique peut aussi être maintenue lorsque les plantes sont multipliées par bouturage ou greffage. Ce dernier point est particulièrement important car il implique que des clones végétaux, génétiquement identiques, peuvent présenter des différences épigénétiques pouvant être à l’origine de variations de leur apparence ou de leur comportement.

Le projet EPIDEP (projet PNDV) est fondé sur l’idée que l’information épigénétique de la vigne varie en fonction de son environnement (conduite de culture, climat et micro-climat, sol, etc.). Ceci pourrait générer à terme une dérive épigénétique des plantes éventuellement en lien avec processus de dépérissement de la vigne. En effet, le dépérissement de la vigne est un processus progressif qui s’installe au cours du temps et résulte de l’action récurrente de différents facteurs environnementaux. Les mécanismes épigénétiques qui assurent la mémoire des plantes et sont des acteurs essentiels de leur acclimatation et adaptation à l’environnement pourraient donc y contribuer. Les travaux que nous réalisons dans le cadre du projet EPIDEP suggèrent en effet que les différences de sensibilité de plants de vigne à différents stress sont associées à des paysages épigénétiques distincts (thèse, Margot Berger, 2021).

### 3. Conclusions : l’épigénétique en viticulture ?

La vigne est porteuse de variations épigénétiques naturelles générées par son environnement. Celui-ci inclut les contraintes environnementales, en particulier les stress, mais aussi les pratiques culturales, le climat ou la nature des sols, ce qui pour

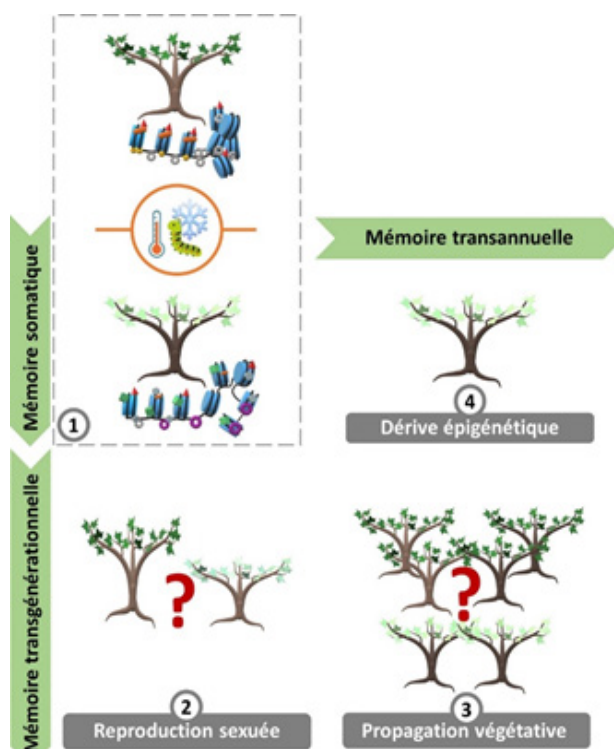


Figure 2. Les mémoires épigénétiques des plantes.

L’information épigénétique est mise en place dans les cellules méristématiques et lors de la différenciation cellulaire, puis est maintenue lors des divisions cellulaires. Les marques épigénétiques peuvent être maintenue à l’échelle de la vie de la plante, participant à la mémoire somatique (1). Ces marques peuvent être transmises lors de la reproduction sexuée (2) ou lors de la propagation végétative (3). Chez les plantes pérennes comme la vigne, il existe une mémoire transannuelle, qui permet la transmission de marques épigénétique à travers les cycles de développement et de dormance des plantes au fil des saisons (adapté d’après Margot et al, 2023).

rait générer une signature épigénétique du terroir (Xie et al., 2017). Ceci suggère aussi l’existence d’une évolution des paysages épigénétiques de la plante dont les conséquences physiologiques sont encore mal comprises.

Cette capacité des plantes à intégrer et mémoriser l’information générée par leur environnement notamment au niveau de leurs épigénomes permet d’envisager des moyens innovants pour acclimater/adapter les plantes en général, incluant la vigne, aux contraintes actuelles liées aux changements globaux, sans nécessairement avoir recours à l’amélioration génétique de la vigne, souvent lourde et chronophage. La figure 3 résume certaines de ces possibilités. En effet, les variations épigénétiques (encore appelées épiallèles) peuvent se produire du fait de l’environnement dans lequel la plante se

trouve, qu’elles soient induites par des stress environnementaux, des situations de carence nutritives ou induites par des stress biotiques ou abiotiques, et dans certains cas être maintenues lorsque la plante se développe. Ces variations épigénétiques peuvent aussi être transmises aux générations suivantes lors de la multiplication végétative. La diversité épigénétique peut aussi être générée lors de croisement entre plantes génétiquement éloignées (chocs génomiques), ou encore lors de l’acclimatation des plantes. Cette variabilité épigénétique « naturelle » peut influencer les plantes au vignoble, être à l’origine de variation phénotypiques positives ou négatives, selon l’environnement (climat, pratique culturale, sol, stress) de la plante.

Il est aussi possible de provoquer des variations épigénétiques en laboratoire

## Origines possible des différentes variations épigénétiques chez la vigne

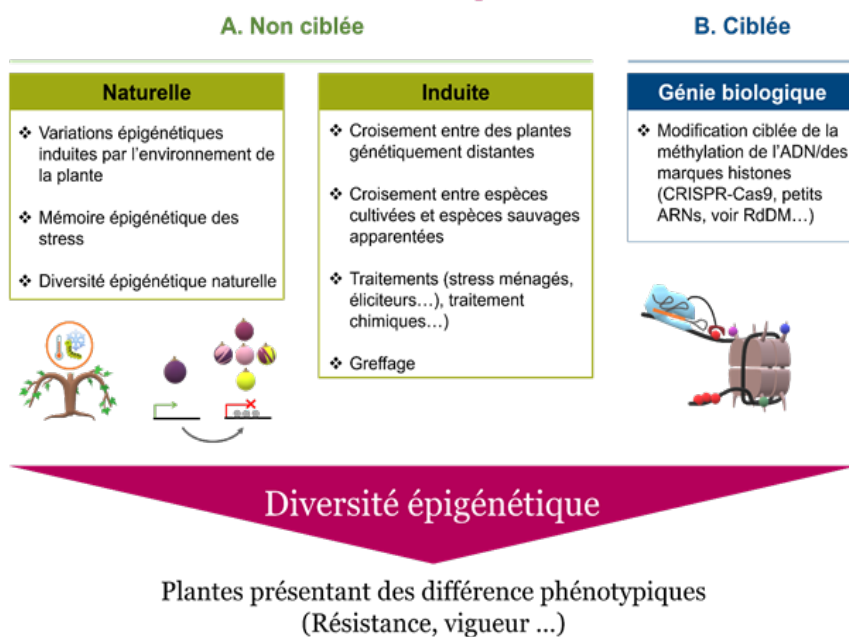


Figure 3. Variations épigénétiques chez la vigne.

Chez les plantes, les variations épigénétiques peuvent se produire naturellement, ou être générée expérimentalement. La diversité épigénétique naturelle se produit de manière aléatoire (non ciblée) au sein des populations naturelles de plantes qui se développent dans des environnements distincts, ou peut être induite par des stress, puis mémorisée et transmise aux générations suivantes. Cette diversité peut également être générée par le biais de croisement de plantes génétiquement éloignées, mais aussi en acclimatant les plantes ou encore suite à l'utilisation d'inhibiteurs des protéines contrôlant les marques épigénétiques. Le développement de nouvelles techniques de biologie moléculaire permet également de générer de la diversité épigénétiques « ciblée » en intervenant sur des loci spécifiques (d'après Berger et al., 2023).

en utilisant des substances chimiques qui interfèrent avec la mise en place de l'information épigénétique. Le développement de nouvelles techniques de biologie moléculaire permet également de modifier l'information épigénétique en « ciblant » des gènes d'intérêt. Une fois créés, les variants épigénétiques peuvent être sélectionnés sur des critères à choisir, par exemple sur la base de leur tolérance accrue aux stress. D'autre part, les signatures épigénétiques des plantes pourraient permettre de définir des marqueurs très précoces, en absence de symptômes, de leur état physiologique ou de leurs interactions avec certains pathogènes.

À l'heure actuelle il y a un besoin urgent à caractériser les paysages épigénétiques de la vigne en fonction de leur environnement au sens large et déterminer les liens avec le comportement au vignoble, ce qui permettrait aussi d'identifier des signatures épigénétiques caractéristiques des terroirs viticoles.

**Philippe Gallusci<sup>1</sup>**,  
professeur à l'Université de Bordeaux,  
**Margot Berger<sup>1</sup>**, Ph.D

1. UMR EGFV (Écophysiologie et Génomique Fonctionnelle de la Vigne), INRAE, ISVV, 33140 Villenave d'Ornon

## Glossaire

**Épimutants**: un épimutant est un individu dont la variation phénotypique ne peut être expliquée que par la présence d'une modification épigénétique.

**Méthylation de l'ADN**: modification chimique d'un des constituants de l'ADN, la cytosine, par ajout d'un méthyle (CH<sub>3</sub>). Cette modification peut influencer l'organisation de la chromatine et le fonctionnement des gènes.

**HPTMs**: les Modifications Post Traductionnelles des Histones (en anglais Histone Post Translational Modifications, HPTMs) sont des modifications chimiques ciblant les unités organisationnelles de la chromatine appelées « nucléosomes ». Les nucléosomes sont constitués de petites protéines, les histones, qui portent ces modifications chimiques. Leur nature influence l'organisation de la chromatine et le fonctionnement des gènes.

**Épigénome**: ensemble des modifications épigénétiques (Méthylation de l'ADN, HPTMs) réparties sur l'ensemble du génome d'une cellule qui définissent son état épigénétique.

**Mémoire transgénérationnelle**: ensemble des modifications épigénétiques (Méthylation de l'ADN, HPTMs) réparties sur l'ensemble du génome d'une cellule qui définissent son état épigénétique.

**Mémoire intergénérationnelle**: on parle de mémoire intergénérationnelle lorsque les marques épigénétiques des parents sont maintenues dans la descendance sur une seule génération.

**Mémoire transannuelle**: il s'agit d'une mémoire propre aux plantes pérennes. On parle de mémoire transannuelle lorsque les marques épigénétiques générées par l'environnement de la plante sont retrouvées dans les structures néo-formées d'une année à l'autre.

**Méristème**: un méristème (racinaire, caulinaire) est constitué de cellules non différenciées qui se divisent activement pour générer les différents organes des plantes terrestres.

Travaux financés par le PNDV dans le cadre du projet EPIDEP

Contact : [philippe.gallusci@inrae.fr](mailto:philippe.gallusci@inrae.fr)

Réfèrent PNDV vignoble de Bordeaux : Marie Descôtis-Bonnaud, Chambre d'agriculture de la Gironde  
Tél. 05 56 35 00 00 - 07 88 09 56 15 - [m.descotisbonnaud@gironde.chambagri.fr](mailto:m.descotisbonnaud@gironde.chambagri.fr)